

Cirugía de tórax desde la perspectiva histórica de Gibbon

RUBÉN ARGÜERO SÁNCHEZ
COORDINADOR

OMAR SÁNCHEZ RAMÍREZ
COMPILADOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Cirugía de tórax desde la perspectiva histórica de Gibbon

SEMINARIO SOBRE MEDICINA Y SALUD

Dr. Rubén Argüero Sánchez

Coordinador

Dr. Omar Sánchez Ramírez

Compilador

Mtra. María del Rosario Gutiérrez Razo

Dr. Luis Armando Martínez Gil

Editores

DICTAMINADORES:

Acad. Dr. Miguel Ángel Mercado Díaz

Presidente de la Academia Mexicana de Cirugía

Dra. Lilia Cote Estrada

Fundación Academia Aesculap México, A.C.

Asesor en Seguridad del Paciente



Facultad de Medicina



CIRUGÍA DE TÓRAX DESDE LA PERSPECTIVA HISTÓRICA DE GIBBON

RUBÉN ARGÜERO SÁNCHEZ
Coordinador

OMAR SÁNCHEZ RAMÍREZ
Compilador



Universidad Nacional Autónoma de México
México, 2023

Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información

Nombres: Argüero Sánchez, Rubén, 1935- , editor. | Sánchez Ramírez, Omar, editor.

Título: Cirugía de tórax desde la perspectiva histórica de Gibbon / Rubén Argüero Sánchez, coordinador ; Omar Sánchez Ramírez, compilador.

Descripción: Primera edición. | México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2023.

Identificadores: LIBRUNAM 2224115 (impreso) | LIBRUNAM 2224129 (libro electrónico) | ISBN 9786073084048 (impreso) | ISBN 9786073084031 (libro electrónico) (pdf).

Temas: Tórax -- Cirugía. | Tórax -- Radiografía. | Tórax -- Enfermedades. | Corazón -- Cirugía. | Gibbon, John Heysham.

Clasificación: LCC RD536.C57 2023 (impreso) | LCC RD536 (libro electrónico) | DDC 617.54059—dc23

Los contenidos de la obra fueron analizados con software de similitudes por lo que cumplen plenamente con los estándares científicos de integridad académica, de igual manera fue sometido a un riguroso proceso de dictaminación doble ciego con un resultado positivo, el cual garantiza la calidad académica de la obra, que fue aprobada por el Comité Editorial de la Secretaría de Desarrollo Institucional.

La edición y publicación de este libro fue financiada con recursos del Seminario sobre Medicina y Salud.

AVISO LEGAL

La obra *Cirugía de tórax desde la perspectiva histórica de Gibbon* fue publicada en versión impresa por la Secretaría de Desarrollo Institucional en diciembre de 2023, el cuidado de la edición fue realizada por la Mtra. María del Rosario Gutiérrez Razo y el Dr. Luis Armando Martínez Gil.

Esta edición de un ejemplar (13.8 MB) fue preparada por la Secretaría de Desarrollo Institucional de la UNAM, la producción y formación fueron realizados por Imelda Inclán Martínez.

Primera edición electrónica: 6 de diciembre de 2023.

D. R. © 2023 Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México

Secretaría de Desarrollo Institucional
Ciudad Universitaria, 8º piso de la Torre de Rectoría,
Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México

ISBN: 978-607-30-8403-1

Imagen de portada: 123RF.com. Copyright: photovs

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores.

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México/Made in Mexico

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| Introducción | 11 |
| <i>Rubén Argüero Sánchez, Omar Sánchez Ramírez</i> | |
| Cirugía de tórax perspectiva histórica | 15 |
| <i>Martha Eugenia Rodríguez Pérez</i> | |
| Diagnóstico radiológico | 41 |
| <i>Belén Rivera Bravo, Daniela Janet Jiménez Arenas, Laura Nohemy Lucas Benítez</i> | |
| Endoscopia | 61 |
| <i>Gildardo Cortés Julián</i> | |
| Valoración y riesgo preoperatorio | 73 |
| <i>Adolfo José Chávez Negrete</i> | |
| Anestesia para cirugía de tórax | 83 |
| <i>Marco Antonio Moreno Alatorre</i> | |
| Incisiones torácicas | 111 |
| <i>Abel Archundia García</i> | |
| Paro cardíaco y reanimación cardiopulmonar y cerebral: vigencia y obsolescencia del clásico de 1962 <i>Surgery of the Chest</i> de John H. Gibbon | 129 |
| <i>Jorge Antonio Aldrete Velasco, Antonio Hernández Bastida</i> | |
| Manejo de la lesiones de la pared torácica y esternón | 147 |
| <i>Héctor Faustino Noyola Villalobos, Luis Manuel García Núñez, Edgar Fernando Hernández García, Luis Manuel García Espino</i> | |

| | |
|--|-----|
| Enfermedades supurativas y micóticas pulmonares | 163 |
| <i>Octavio Narváez Porras</i> | |
| Tratamiento quirúrgico de la tuberculosis pulmonar | 187 |
| <i>José Morales Gómez</i> | |
| Enfermedades del pericardio: una comparación entre la descripción original por John H. Gibbon y el momento actual | 213 |
| <i>Ovidio Alberto García Villarreal</i> | |
| Derivación cardiopulmonar en cirugía de corazón abierto | 245 |
| <i>Eliseo Portilla de Buen, Omar Sánchez Ramírez</i> | |
| Cardiopatías congénitas desde el punto de vista del cardiólogo | 273 |
| <i>Carlos Alva Espinosa</i> | |
| Cardiopatías congénitas desde el punto de vista del cirujano | 297 |
| <i>Alejandro Bolio Cerdán</i> | |
| Prótesis valvulares | 327 |
| <i>Serafín Ramírez Castañeda, Alberto Ramírez Castañeda, Octavio Flores Calderón</i> | |
| Prótesis cardíacas valvulares. (Mitral y tricúspide) | 349 |
| <i>Alberto Ramírez Castañeda, Serafín Ramírez Castañeda, Guillermo Careaga Reyna, Carlos Riera Kinkel</i> | |
| Revascularización miocárdica | 381 |
| <i>Guillermo Careaga Reyna</i> | |
| Recuento de la cirugía cardiotorácica en México | 401 |
| <i>Rubén Argüero Sánchez, Omar Sánchez Ramírez</i> | |

COLABORADORES

Carlos Alva Espinosa

Cardiólogo Pediátrico

Jorge Antonio Aldrete Velasco

Médico Internista

Abel Archundia García

Cirujano Cardiovascular

Rubén Argüero Sánchez

Cirujano Cardiorácico

Alejandro Bolio Cerdán

Cirujano Cardíaco Pediátrico

Guillermo Careaga Reyna

Cirujano Cardiovascular y Torácico

Adolfo José Chávez Negrete

Médico Internista

Gildardo Cortés Julián

Cirujano Cardiovascular y Torácico

Octavio Flores Calderón

Cirujano Cardiovascular y Torácico

Luis Manuel García Espino

Cirujano de Tórax

Luis Manuel García Núñez

Cirujano de Tórax

Ovidio Alberto García Villarreal

Cirujano Cardiovascular y Torácico

Antonio Hernández Bastida

Médico Internista

Edgar Fernando Hernández García
Cirujano General

Daniela Janet Jiménez Arenas
Médica Radióloga

Laura Nohemy Lucas Benítez
Médica Radióloga

José Morales Gómez
Cirujano Pleuropulmonar

Marco Antonio Moreno Alatorre
Médico Anestesiólogo

Octavio Narváez Porras
Cirujano Pleuropulmonar

Héctor Faustino Noyola Villalobos
Cirujano General

Eliseo Portilla de Buen
Médico Veterinario y Zootecnista

Alberto Ramírez Castañeda
Cirujano Cardiorácico

Serafín Ramírez Castañeda
Cirujano Cardiorácico

Carlos Riera Kinkel
Cirujano Cardiac

Belén Rivera Bravo
Médica Radióloga

Martha Eugenia Rodríguez Pérez
Historiadora

Omar Sánchez Ramírez
Médico General

INTRODUCCIÓN

RUBÉN ARGÜERO SÁNCHEZ

OMAR SÁNCHEZ RAMÍREZ

¿Por qué escribir en esta época un libro con un tema de cirugía del tórax? Somos los responsables de esta idea, para ello partimos, como antecedente, de lo publicado por Sir William Osler (1849-1919) médico canadiense, conocido como el padre de la Medicina Moderna, creador del primer programa de residencia para entrenamiento médico, y autor de *The Principles and Practice of Medicine*, libro de gran influencia que se convirtió en el texto de clínicos y estudiantes que, en 1967, se publicó una versión comentada que se contrastó con el texto clásico de Harrison en su 15ª edición: *Osler's Textbook Revisited* de Harvey A.M. Y McKusik V. A. Nuestra idea fue coordinar un libro que consiste en hacer algo similar, hacer una comparación entre el estado actual de conocimiento de la cirugía de tórax y lo que se publicó en la primera edición del libro *Surgery of the Chest* de John Gibbon en 1962. Sesenta años han pasado desde que muchos de los médicos de este país tomamos como base esencial lo escrito en el libro de Gibbon para nuestra práctica médica, sin embargo, la evolución y crecimiento de la ciencia médica a partir del vertiginoso desarrollo de la tecnología es lo que nos tiene hoy creando esta nueva obra.

Cuando invitamos a los autores a llevar a cabo esta tarea de reflexión de inmediato surgieron varias interrogantes.

¿Nos encontramos ante la obsolescencia de las técnicas de cirugía tal como las conocimos a fines del siglo pasado y principios de este? Sin duda todos los desarrollos tecnológicos tienen una etapa de innovación y una cúspide.

¿Se ha iniciado la declinación? ¿Pasaremos a un nuevo estadio?

¿Hemos llegado a una etapa en la cual se ha superado la técnica descrita por Gibbon para la cirugía de tórax?

¿Se puede decir que superará la prueba del tiempo?

¿Hacia dónde se dirigen la búsqueda de la innovación tecnológica o terapéutica?

Tantas inquietudes nos llevaron a dividir el libro por temas y, con la colaboración de profesionales de la salud, todos ellos con prestigio, experiencia profesional y académica, se procedió a analizar el concepto, diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las diferentes patologías descritas por Gibbon y colaboradores y compararlas con el estado actual del conocimiento, sin dejar de referirse sobre el desarrollo de la cirugía de tórax y la perspectiva a mediano plazo.

No dudamos que los lectores interesados encontraran en esta obra, un aspecto interesante de tipo histórico, así como el punto de vista, a la evolución vertiginosa que hemos vivido en unas cuantas décadas, tiempo en que en particular el impacto tecnológico ha influido en el proceso diagnóstico/terapéutico, así como el cambio en el pronóstico y riesgo quirúrgico.

Por otro lado, en el contenido y comentarios de los autores, podemos vislumbrar que algunos procedimientos quirúrgicos espectaculares de la cirugía a corazón abierto, es posible que su uso o práctica deje de realizarse y que la preparación y contenido del programa académico del cirujano cardiorácico modifique sus objetivos, en particular lo relacionado a competencias.

Los progresos extraordinarios en las técnicas de diagnóstico, los dispositivos empleados y su aplicación en tiempos breves en relación al pasado, han hecho que surjan nuevas clasificaciones y dilemas científicos que al paso del tiempo se resolverán desde nuestro punto de vista en forma satisfactoria.

Algunos nuevos desafíos en el área de referencia son: el papel de la inmunología en la terapéutica, por ejemplo, de la fiebre reumática y en las enfermedades degenerativas entre otras, la creación y desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico y tratamiento endovascular, así como la función que desempeñan las células troncales en la regeneración tisular.

En resumen, todavía no se han dilucidado del todo muchos de los aspectos diagnósticos y terapéuticos de las enfermedades congénitas, adquiridas degenerativas, en el mundo médico y, sin embargo siguen teniendo prioridad en la transición demográfica y epidemiológica que contemplamos cotidianamente, por lo que esperamos en los próximos años ser testigos de grandes cambios que influirán notablemente en la evolución y pronóstico de los procesos en la patología cardiopulmonar y que impactaran en la sobrevivencia de los mexicanos.

Importante y necesario resulta expresar en forma adecuada nuestro agradecimiento a cada uno de nuestros colegas que han plasmado aquí con entusiasmo su experiencia y conocimiento sobre la especialidad que cultivan en el ejercicio médico.

En un poco más de medio siglo hemos vivido cambios trascendentales en el proceso de diagnóstico y de tratamiento de las enfermedades de nuestros pacientes, por lo que nos ubica como testigos del avance, crecimiento y desarrollo de la ciencia.

Por supuesto que la vocación, entrega y entusiasmo de un sin número de doctores y profesionales en salud han hecho posible que la ciencia médica mexicana se encuentre a la vanguardia en varias especialidades.

Recordar a los grandes maestros que han hecho posible que este avance sea más por demás notorio, ha sido también uno de los motivos que generó esta obra. Sería prácticamente imposible hablar de todos ellos y de su gran legado, sin embargo, nuestra labor no tendría fundamento si no mencionáramos a algunos de estos personajes: Mario Vergara Soto, Clemente Robles, Bernardo Castro Villagrana, Luis Antonio Márquez, Alejandro Celis, Carlos R Pacheco, Octavio Rivero Serrano, Donato G. Alarcón, Ismael Cosío Villegas, Fernando Rébora Gutiérrez, Horacio Rubio Monteverde, Jaime Villalba Caloca, Raúl Cicero Sabido, Carlos Ibarra Pérez, Fernando Cano Valle, Manuel Godoy, Rafael Vargas Otero, Héctor Pérez Redondo, Guillermo Careaga Reyna, Pablo Rueda, Rodolfo Barragán, Alejandro Bolio, Carlos Gómez del Campo, Jorge Meneses Hoyos, Abel Archundia García, Rodolfo Limón, Víctor Rubio, Raúl Baz, Fernando Quijano Pitman, Patricio Benavides, Rodolfo Barragán García, Marcelo García Cornejo, Alfonso Topete, entre un centenar más que han

dado lustre y presencia a la ciencia médica mexicana y que por razones de espacio y tiempo no hemos mencionado, expresándoles nuestras disculpas y nuestro agradecimiento por sus enseñanzas y aportaciones.

Consideramos que la mayoría de los autores, hemos tenido el privilegio de iniciar, desarrollar, visto y vivido el final de muchos de estos procesos, como ejemplo anotaremos algunos: la hipotermia, el paro circulatorio temporal, las soluciones cardioprotectoras, la hemodilución, el uso de oxigenadores de disco, de membrana, los procedimientos a corazón abierto, las grandes incisiones, los diferentes procedimientos de colapsoterapia en pacientes con tuberculosis, toracoplastias, de los procedimientos espectaculares con derivación cardiopulmonar, a los de mínima invasión, en los procedimientos que considerábamos necesarios, el cambio inclusive desde la formación profesional de la cirugía a corazón abierto con derivación cardiopulmonar, a la aplicación endovascular de los stent's, aplicación de prótesis valvular intracardiaca a corazón abierto, la aplicación de material, plástico o textil, para el cierre o desviación de la corriente sanguínea intracardiaca o extravascular, así como el uso de dispositivos para el cierre del conducto arterioso y defectos septales, entre otros, y por consiguiente evitar estancias prolongadas en el hospital y en la unidades de cuidados en la fase del posoperatorio.

Por otro lado, la tecnología de diseño y fabricación de los recursos para la fijación ósea también ha mejorado el escenario terapéutico en estos pacientes. La osteosíntesis con alambre ha quedado restringida a ambientes austeros, mientras que los sistemas de fijación intramedular y la aplicación de placas y tornillos para la fijación costal y de esternón actualmente se utilizan en forma rutinaria en la práctica quirúrgica.

Por último, no podríamos cerrar estas líneas sin expresar nuestro aprecio y agradecimiento por el apoyo y el trabajo profesional otorgado para la publicación de este libro, a la maestra María del Rosario Gutiérrez Razo y por supuesto a todos los integrantes del Seminario sobre Medicina y Salud, estamos en deuda con ellos.

CIRUGÍA DE TÓRAX PERSPECTIVA HISTÓRICA

MARTHA EUGENIA RODRÍGUEZ PÉREZ

La medicina es una ciencia dinámica, cuya constante evolución permitió alcanzar la especialización, entre ellas la quirúrgica, gracias a la asepsia, la antisepsia, la anestesia, la analgesia, la radiología, los antibióticos y las transfusiones, entre otros aspectos, e incluso, lograr la subespecialización, como es el caso de la cirugía torácica.

A finales del siglo XIX, la mayor parte de los que ejercían las ciencias de la salud eran médicos generales y pocos los que limitaban su quehacer a una enfermedad en particular. Al traspasar el siglo surgieron las especialidades propiamente dichas, temiendo que tuvieran que depender demasiado de la tecnología. Tecnología que sin duda alguna favorecería el diagnóstico y tratamiento de múltiples enfermedades. Pensemos solo en el estetoscopio ideado por René Théophile Laennec en 1816 que permitió reconocer y sistematizar los sonidos del pulmón y del corazón, entre otros órganos, ya fueran normales o patológicos. Así, se agregó este valioso dato, el sonido, a lo que el médico podía observar, como la tos, dificultad para respirar y la expectoración, además de otros síntomas que expresara el paciente (Stanley, 1990).

Y así como el estetoscopio significó una innovación en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del tórax, estas también se vieron favorecidas por los rayos X ideados por el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen en 1895, descubrimiento que de inmediato traspasó fronteras y se fue perfeccionando, al grado de incluir, al cabo del tiempo, al ultrasonido, la tomografía computarizada y la resonancia magnética de ahí que, en la actualidad la especialidad se denomine Radiología e Imagen.

Durante los primeros 60 años del siglo XX, el tórax solo se podía ver a través de radiografías que mostraban únicamente sombras. En 1962 se

advierte un corte epistemológico en cuanto al abordaje del tórax, década en la que se empezaron a realizar cirugías abiertas, que culminarían con la práctica de trasplantes de órganos en los siguientes años. Pero dado que la medicina evoluciona constantemente, esa cirugía abierta que permitía ver el corazón, hoy en día en el siglo XXI, se modifica nuevamente, para ser una cirugía de mínima invasión endovascular, donde las sombras recobran la importancia que tuvieron, pero ahora con nueva tecnología enmarcada en la era de la digitalización, permitiendo alcanzar la imagen molecular, a cambio de perder esa visión completa del órgano que tanto había asombrado.

Son varias las enfermedades del tórax que se canalizan hacia la neumología, la cardiología, medicina interna, angiología, infectología y alergología, entre otras especialidades. La cirugía torácica provino del avance de la cirugía general, en el marco de la cual los médicos fueron afinando sus conocimientos y campo de acción hasta denominarse cirujanos tisiólogos, pleuropulmonares, para luego pasar a la cirugía neumológica, cirugía toracopulmonar, hasta alcanzar ahora la especialidad de cirugía cardiovascular y torácica, subespecializada en cirugía cardíaca y en cirugía torácica (Martínez *et al.*, 2020). Estas especialidades pudieron avanzar gracias a una serie de descubrimientos, entre ellos los anticoagulantes, como la heparina, descubierta en 1916 por Jay McLean, estudiante de medicina que realizaba prácticas en el Laboratorio de William Henry Howell, profesor de fisiología en la Universidad de Johns Hopkins, y debido a la penicilina, que data de 1928, gracias a las observaciones del médico británico Alexander Fleming; la derivación cardiopulmonar, la protección miocárdica y la hipotermia, entre otros factores.

El presente estudio comprende dos secciones, inicialmente una reseña de la evolución de la cirugía de tórax a nivel internacional y posteriormente en el ámbito mexicano, mencionando nombres e instituciones que permitieron el avance de la especialidad.

CIRUGÍA TORÁCICA INTERNACIONAL

Hace poco más de cien años, el tratamiento quirúrgico de las anomalías cardíacas congénitas o la enfermedad cardíaca valvular se consideraba “pura fantasía”. El conocido cirujano vascular berlinés Ernst Jeger escribió un libro titulado *Cirugía de los vasos sanguíneos y el corazón* (1913), donde afirmaba “De hecho, es absolutamente anticientífico expresar ciertas esperanzas en el desarrollo de ese campo. Por otro lado, también es bastante acientífico negar cualquier futuro para la cirugía del corazón” (Meisner, 2014). Hoy en día, la situación ha cambiado radicalmente; se han producido importantes avances en la medicina, la biología molecular y en las técnicas quirúrgicas, ahora de mínima invasión, así como en procedimientos endovasculares intervencionistas (Barker, 2020).

Mirando un poco hacia el pasado, durante miles de años la palpación del pulso arterial fue la única ventana hacia el corazón, como sucedió entre los chinos y egipcios, por ejemplo. Tras años de observaciones y razonamientos, que se van conjuntando y consolidando para dar origen a hechos novedosos y descubrimientos, dicho signo se transformaría en una ventana real para observar su interior a través de catéteres y permitir no solo su estudio, sino también su terapéutica (Riera-Kinkel, 2016).

El tratamiento de las enfermedades cardiovasculares vivió un corte epistemológico a partir de 1953 con la introducción de la máquina corazón-pulmón o equipo de circulación extracorpórea ideada por John H. Gibbon Jr. (1903-1973), que asumía las funciones del corazón y del pulmón con el fin de poder llevar a cabo una cirugía a corazón abierto, la primera en su género, permitiendo corregir malformaciones congénitas, reparaciones de las válvulas cardíacas, *bypass* de las arterias coronarias, sustituciones de la aorta torácica y trasplante de corazón, entre otras manipulaciones (Zalaquett, 2003).

En 1931, cuando Gibbon era residente de cirugía en el Hospital General de Massachussets, le surgió la idea de crear la máquina corazón-pulmón, que empezó a construir junto con la que sería su esposa, Mary Hopkinson. El hecho le vino a la mente cuando operó, junto al jefe de servicio de cirugía, Edward Churchill, a una mujer que se le había realizado

una colecistectomía y días después presentó una embolia pulmonar masiva, a la que intervinieron quirúrgicamente como último recurso, pero sin éxito alguno. El hecho hizo pensar a Gibbon que una máquina capaz de oxigenar la sangre venosa para posteriormente regresarla al sistema arterial le hubiera conservado la vida (Zalaquett, 2003).

Poco después, el 6 de mayo de 1953, Gibbon, en el Hospital de la Universidad Thomas Jefferson de Filadelfia, cerró de manera victoriosa una comunicación interauricular, en Cecilia Bavolek, paciente de 18 años, apoyándose durante 26 minutos en la máquina corazón-pulmón y demostrando así que la vida se podía mantener por un circuito extracorpóreo que incluyera un corazón y un pulmón artificial. Este hecho revolucionó y abrió el camino de la cirugía cardíaca en el siglo XX. El éxito que alcanzó Gibbon fue posible, entre muchos otros factores, por recurrir a la heparina y por el apoyo de la compañía IBM, quien financió el diseño de la máquina (Zalaquett, 2003.)

Previo a la innovación de Gibbon, habían hecho cirugías de corazón abierto con el método de hipotermia los médicos John Lewis, en la Universidad de Minnesota en 1952, cerrando una comunicación interauricular y Wilfred Bigelow, de la Universidad de Toronto, quien, buscando un método para trabajar directamente en el corazón, hizo estudios sobre la hipotermia. En su libro *Cold Hearts*, dio a conocer su procedimiento, “enfriar todo el cuerpo, reducir los requerimientos de oxígeno, interrumpir la circulación y abrir el corazón” (Bigelow, 1984). Por su parte, Henry Swan, de la Universidad de Colorado, trabajó en múltiples ocasiones la cirugía de corazón abierto con hipotermia, método que continuó usándose, pero solo como complemento de la circulación extracorpórea (Zalaquett, 2022).

Conociendo el valor de la aportación de Gibbon, las investigaciones sobre la máquina de circulación extracorpórea siguieron bajo la conducción de John Kirklin al interior de la Clínica Mayo, de manera que esta institución fue reconocida a partir del 22 de mayo de 1955 como un centro de vanguardia de la cirugía a corazón abierto, que continuó practicándose en las siguientes décadas (Zalaquett, 2003).

En su libro *Surgery of the Chest*, de 1962, Gibbon menciona los conocimientos de los que se disponía hasta ese momento de temas de suma

importancia como lo eran la fisiología cardiopulmonar y cómo lograr condiciones semejantes a ella fuera del cuerpo humano durante una cirugía torácica con ayuda de la hipotermia inducida, la anestesia general y su influencia sobre los mecanismos de relajación muscular ventilatoria y la disminución del gasto cardíaco.

Durante las toracotomías abiertas, se tenían en consideración aspectos como el colapso del pulmón contralateral a menos que se empleara el manejo de presiones intratraqueales específicas, la necesidad de ventilación asistida, el cortocircuito existente por la presión ejercida del pulmón comprimido, y el riesgo de contaminación por secreciones (Gibbon, 1962). Actualmente sabemos que el abordaje elegido depende de la exposición necesaria para lograr, por ejemplo, una resección. La cirugía toracoscópica asistida por video (VATS) a menudo se elige por sus beneficios percibidos, pero incluso en la era de las técnicas mínimamente invasivas, muchos cirujanos torácicos aún eligen la toracotomía abierta por razones específicas (Demmy & Dexter, 2021).

Se conocía ya que el empleo de múltiples maniobras de inspiración forzada o espiración durante la toma de radiografías, podrían ser claves para diagnósticos más certeros de patologías mediastinales, pulmonares, bronquiales, patrones ventilatorios anormales, además de que ya se le daba importancia a la valoración de tejidos blandos e identificar situaciones como proyecciones pulmonares anómalas o *sombras*, bronquiectasias, imágenes sugestivas de tuberculosis pulmonar, linfomas mediastinales, etcétera (Gibbon, 1962).

Gibbon hace mención del uso de la broncoscopia para pacientes que presentaban sintomatología pulmonar como tos, sibilancias, hemoptisis o se sospechaba de una obstrucción bronquial. Mediante la misma, se hacía la obtención de muestras de secreciones para diagnóstico por medio de laboratorio y para el tratamiento de algunas lesiones benignas del árbol bronquial, sin embargo, dentro de las principales complicaciones se encontraban la hemorragia, una perforación de alguna estructura adyacente, broncoespasmo y edema severo (Gibbon, 1962). En la actualidad hay diversas indicaciones tanto diagnósticas como terapéuticas, así como un sinnúmero de contraindicaciones muy específicas para la realización de este

procedimiento, además de diferentes tipos como la broncoscopia flexible, rígida, virtual, robótica.

Asimismo, se hace alusión a todas las condiciones preoperatorias como función ventilatoria, patologías concomitantes como insuficiencia cardíaca o renal, así como variaciones anatómicas que tenían que ser tomadas en cuenta para poder realizar o no una cirugía torácica. La anestesia elegida para la realización de la cirugía torácica abierta, debía ser el resultado de un proceso cuidadoso por los riesgos que esta implicaba, desde trastornos circulatorios, infecciones y alteraciones ventilatorias. El día de hoy sabemos que se requiere una evaluación preoperatoria de calidad para determinar la operabilidad y para limitar la morbimortalidad postoperatoria, el empleo de técnicas de exclusión pulmonar, evitar la aparición de lesiones alveolares y una recuperación rápida, manejo del dolor, así como la implementación de programas de rehabilitación postoperatoria o, más recientemente, prehabilitación.

Otra gran figura estadounidense que hizo cirugía a corazón abierto, fue el cirujano fisiólogo C. Walton Lillehei, de la Universidad de Minnesota, quien desarrolló el principio del flujo de la vena ácigos, bajo la oclusión de las cavas, un flujo sanguíneo equivalente a aquel que retornaba por dicha vena. En marzo de 1954 efectuó el primer cierre de una comunicación interventricular bajo circulación cruzada controlada, que él creó, además del oxigenador de burbujas que introdujo en mayo de 1955, con lo que corrigió una tetralogía de Fallot en un infante (Khaitan, 2018). Este oxigenador de burbujas diseñado por Richard De Wall y Walton Lillehei ayudó a corregir las malformaciones de corazón a menor costo que la máquina Mayo-Gibbon-IBM y, por tanto, de fácil accesibilidad. “La técnica de circulación cruzada controlada consistía en el intercambio recíproco y simultáneo de cantidades iguales de sangre compatible desde el sistema arterial del donante y el sistema venoso del paciente” (Zalaquett, 2003).

El valor de este método para la cirugía cardíaca se evaluó durante largas discusiones, sopesando los pros y los contras del método. Pero la ambición de Lillehei que ya buscaba un candidato para su primera operación mediante circulación cruzada y junto a Cohen y Warden decidieron operar

en el Hospital de Minneapolis, a un paciente de 8 meses de edad por insuficiencia cardíaca debido a una comunicación interventricular de quien su padre sería el donante, procedimiento que fue posible en gran parte a las contundentes aportaciones de su colega el famoso patólogo J. E. Edwards. Sin embargo, tras un arduo trabajo y vigilancia, al séptimo día tras la cirugía, la respiración del paciente se deterioró y a pesar del manejo mediante la administraron de antibióticos y una traqueotomía, el niño falleció 11 días después de la operación a causa de una neumonía (Meisner, 2014).

Durante los meses siguientes, Lillehei continuó su trabajo con bastante intensidad. Cabe mencionar algunos resultados espectaculares, como la corrección de un canal auriculoventricular total y en agosto de 1954 logró corregir una tetralogía de Fallot, considerada en ese momento como el padecimiento más complejo de la cardiopatía.

A pesar de las inagotables críticas por representar una mortalidad de hasta 50% de sus procedimientos, Lillehei se enfrentaba a las controversias de la época al decidir operar a un niño afroamericano de 13 años que ingresó con un VSD traumático después de un accidente automovilístico, en donde encontrar un donante blanco para un niño de color era impensable por lo que decidió emplear un pulmón de perro de campo. El 16 de marzo de 1955, el niño fue operado y sobrevivió y en tan solo 14 meses, Lillehei operó a 45 niños de 4 meses a 14 años con 62% de éxito (Meisner, 2014).

Lillehei, con toda la experiencia y vasto conocimiento, aceptaba que poner en riesgo la vida de dos pacientes en cada procedimiento era un dilema al que se enfrentaba constantemente, por lo que decidió finalmente utilizar un oxigenador desechable desarrollado por su compañero de trabajo Richard De Wall que era una modificación de la máquina de Gibbon utilizada en la Clínica Mayo.

Entre otras cosas, correspondió al médico argentino René G. Favaloro, egresado de la Universidad de La Plata, implementar una técnica para la revascularización cardíaca, el bypass. En 1967 realizó una cirugía de bypass aortocoronario a una mujer de 51 años en una Clínica de Cleveland, Estados Unidos, con lo que revolucionaba la especialidad (Battellimi, 2017).

Hubo otros avances de la cirugía torácica, pero cerramos esta sección con la magna obra de Christiaan Neethling Barnard (1922-2001),

cirujano cardíaco de Cape Town, Sudáfrica, quien el 2 de diciembre de 1967 realizó, junto con un gran equipo de colaboradores, el primer trasplante cardíaco de humano a humano. El receptor del trasplante, Louis Washkansky falleció en el día 18 post-operatorio. El segundo trasplante que realizó Barnard fue a Philip Blaiberg, quien falleció año y medio después del trasplante. De esta manera, inició una nueva era para la cirugía cardíaca. Cabe mencionar que unos meses antes del trasplante cardíaco, Barnard había realizado trasplantes renales y uno de los receptores sobrevivió más de 20 años (Santibáñez *et al.*, 2001).

Barnard se había entrenado en la Universidad de Minnesota con dos grandes figuras de la cirugía cardíaca, Richard Varco y C. Walton Lillehei. Al terminar la especialización, regresó a Sudáfrica, llevando el obsequio que le había dado el Gobierno de los Estados Unidos, una bomba de circulación extracorpórea que sumó a la Unidad de Cirugía Cardíaca que instaló en Sudáfrica, donde logró correcciones quirúrgicas de defectos cardíacos congénitos y en el área de la cirugía vascular. Como pionero de los trasplantes cardíacos, Christiaan Neethling Barnard logró abatir la mortalidad por insuficiencia cardíaca terminal.

CIRUGÍA DE TÓRAX EN EL ÁMBITO NACIONAL

Para la atención de los problemas de salud cardiovascular y pulmonar, se tienen datos concretos desde el siglo XIX a través de las publicaciones de Eduardo Liceaga, *La pleuresía purulenta. Extracto y juicio crítico de la tesis del Dr. Damaschino* (1869); Tobías Núñez, *Empiema consecutivo a una herida penetrante de pecho*, (1891); Ignacio Prieto, *Las intervenciones quirúrgicas en la tuberculosis* (1881); José Terrés, *El cambio de sitio del límite superior de la matidez, en casos de derrame libre en la pleura derecha* (1898); Miguel Otero extirpó una enorme “goma” del mediastino resecaando todo el esternón (1894), además de escritos de Francisco Miguel Jiménez y Francisco Montes de Oca, entre otros. En cuanto a los inicios del siglo XX, los médicos Gustavo Baz, Donato Alarcón, Alejandro Celis y Julián González Méndez fueron pioneros en el tratamiento quirúrgico de la tuberculosis pulmonar en

México, en muchos casos con resultados desfavorables para las resecciones pulmonares, debido posiblemente a la anestesia, y por complicaciones posoperatorias, entre ellas el neumotórax (Argüero-Sánchez, 2012).

En la capital mexicana la red hospitalaria donde se hace cirugía de tórax es amplia; se incrementó en la era moderna de la fundación de hospitales que data del gobierno del general Manuel Ávila Camacho (1940-1946). Además de las instituciones de antigua creación, entre ellas, el Hospital Juárez, el Hospital General de México, el de Ferrocarriles, conocido como Hospital Colonia y el Sanatorio Hospital de Huipulco, denominado actualmente como Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, en 1943 se creó el Instituto Mexicano del Seguro Social, como una institución descentralizada para la protección de los trabajadores y sus familias. El 18 de octubre del mismo año, se instituyó la Secretaría de Salubridad y Asistencia bajo la dirección del Dr. Gustavo Baz Prada. De inmediato se fueron fundando el Hospital Infantil de México, el Instituto Nacional de Cardiología, el Hospital de Enfermedades de la Nutrición, el Instituto Nacional de Cancerología y el Hospital General “Dr. Manuel Gea González”, entre otros.

Hubo que esperar muchos años para que se fundara otra gran institución hospitalaria en México, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), cuya ley se publicó el 1º de enero de 1960 con el fin de dar cobertura médico asistencial a los trabajadores de instituciones gubernamentales. Años después, el 15 de marzo de 1963 se inauguró el Centro Médico Nacional del IMSS. Todas estas instituciones dan cobertura de urgencias, hospitalización y consulta externa, realizando valoraciones en hospitalización, procedimientos invasivos y actualmente con nuevas tecnologías.

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

Fundado el 5 de febrero de 1905 y, actualmente una dependencia descentralizada de la Secretaría de Salud se organizó a manera de pabellones para enfermos infecciosos, no infecciosos, maternidad, para

pensionistas no infecciosos y un pabellón de observación. Desde sus inicios surgió el incipiente proceso de selección del área de trabajo que daría paso a las especialidades médicas y quirúrgicas en nuestro país; se brindaron servicios que con el correr de los años se fueron denominando especialidades, entre ellas, cirugía general, vías urinarias, medicina interna, otorrinolaringología y dermatología, entre otras.

Desde los primeros años de labores del hospital, la cardiología siempre mantuvo alta prioridad dentro de las encomiendas que se le hicieron a los doctores Ignacio Chávez, Aquilino Villanueva y Abraham Ayala González, quienes impulsaron la implementación de la cirugía pleuropulmonar y las bases del pabellón de cardiología, junto a Ismael Cosío Villegas y Donato Alarcón. Chávez estaba consciente de lo desorganizada que estaba la atención de los pacientes cardiopatas, a la vez que hablaba sobre la importancia de los servicios quirúrgicos del hospital que se encontraba en pleno auge y se hacía hincapié en que “el diagnóstico clínico estaba siendo sustituido por el diagnóstico integral y de las exploraciones instrumentales complicadas y precisas” (Chávez, 1978). Tras las demandas de Ignacio Chávez, en 1925 comenzó a llegar al hospital el equipo que sería el parteaguas para la creación de una nueva ciencia nacional.

Dentro de los trastornos abordados por el mismo Ignacio Chávez durante sus conferencias, destacaban la angina de pecho, la aortitis sífilítica, la cardiopatía reumática, la estenosis mitral y el corazón neurotónico que atrajeron la atención de innumerables expertos y médicos en formación, de manera que el primer curso formal de cardiología para posgraduados fue impartido en el marco de los festejos del centenario de la Escuela Nacional de Medicina en 1933.

Como decía Ignacio Chávez: “Si hemos de vivir el ritmo de la medicina moderna, y si hemos de huir del empirismo y la rutina, nos habremos de renovar hoy, mañana y siempre”. Y así continuó el Hospital General, donde se llevaron a cabo cambios en la sistematización de los métodos de trabajo como la obligación de los practicantes de realizar la historia clínica a todos los pacientes que fueran atendidos con formatos implementados por el mismo pabellón de Cardiología, pionero de dicho ejercicio (Viesca, 1994).

Los pilares de la neumología trabajaron en el Hospital General de México, donde al referirse a los enfermos tuberculosos, Rivero Serrano afirma que en ese hospital “Eran más que servicios médicos, depósito de enfermos avanzados” (Rivero Serrano, 2010), sobre quienes se empezaron a hacer estudios clínicos y posteriormente prácticas quirúrgicas. Los médicos que transformaron la tisiología en neumología fueron Ismael Cosío Villegas, quien se desempeñó como jefe del pabellón de tuberculosos del hospital en cuestión, de 1930 a 1936. Por su parte, Alejandro Celis Salazar, inició la cirugía endotorácica en este mismo Hospital en el servicio del Dr. Julián González Méndez y en la Unidad de Neumología, compartió con sus alumnos y colegas su conocimiento y destrezas médicas y quirúrgicas de las enfermedades pulmonares. El Dr. Donato Alarcón implementó las técnicas de colapso pulmonar, con lo que empezó el desarrollo de la cirugía de tórax, en tanto que la cirugía abierta inició con el doctor Julián González Méndez, además del trabajo del doctor Manuel Gea González en el manejo del neumotórax y los primeros casos de tratamiento de pacientes con neumolisis intrapleurales por José Luis Gómez Pimienta (Viesca, 1994).

Julián González Méndez clasificó la cirugía de pleura, de pulmón, del corazón y pericardio, del mediastino, del esófago torácico y del diafragma, utilizando para ello la radiología, la tomografía de Chaoul, la broncografía, la broncoscopia y la pleuroscopia. Identificó los métodos de cámaras de presión negativa y positiva, hiperpresión continua o ininterumpida por medio de mascarillas o cánulas y, de insuflación mecánica rítmica. Asimismo, inició la intubación endotraqueal y el uso de asistencia mecánica ventilatoria en México (Munguía *et al.*, 2011).

Sin dejar de lado los quirófanos que abordaban patologías generales, en el hospital empezaron a consolidarse las especialidades, trabajando cada vez más en los abordajes quirúrgicos. Así, podría afirmarse que cada pabellón de tipo médico era de hecho un hospital en sí, en el marco del Hospital General de México, cada uno con sus roles y sus pacientes específicos (Fajardo-Ortiz, 2003, p. 372). El desarrollo de laboratorios fue también una de las características clave del hospital, tanto dentro de cada pabellón como el trascendental laboratorio central y el empleo de la radioterapia para distintas patologías malignas.

Si bien es cierto que desde la apertura del Hospital General se vislumbró el nacimiento de las especialidades médicas en México a través de los diversos pabellones, al llegar el año 1942, bajo la dirección del Dr. Aquilino Villanueva inició expresamente la formación de especialistas médicos por medio de las residencias hospitalarias, de acuerdo a las exigencias que la ciencia iba planteando.

Alrededor de 1950, a pesar de la gran carga de pacientes que absorbió el Instituto Nacional de Cardiología, el pabellón de la especialidad del Hospital General floreció nuevamente tras darse por hecho la necesidad tan arraigada de que la cardiología era fundamental para la población mexicana. En 1955 el pabellón fue dotado con un intensificador de imágenes y en ese mismo año, la Facultad de Medicina de la UNAM construyó allí un espacio adecuado para realizar cateterismos cardíacos. Junto a ello, seguía en marcha el perfeccionamiento de estudios electrocardiográficos por intoxicaciones, avitaminosis o como consecuencias del tifo. En 1955 se compró la mayor parte del equipo para montar un gabinete de hemodinamia (Díaz & Viesca, 1994).

Cerca de 1957, la cirugía de corazón daba inicio. El doctor Mario Vergara Soto llevó a cabo las primeras comisurotomías mitrales realizadas en México, seguido de Clemente Robles. La cirugía pulmonar y la angiografía se encontraban establecidas en el hospital y se buscaba su perfeccionamiento constantemente en conjunto con los estudios de imagen e histopatología.

Dado el alto número de pacientes que atendía el Hospital General, en la década de 1960 se evidenciaba como el más importante a nivel nacional. En 1960, cuando el Dr. Clemente Robles fue designado director, la cirugía cardiovascular se hizo habitual, ya que no solo cultivaba la neurocirugía, sino también esta especialidad. Así, se realizaron plastias de válvulas a corazón cerrado que, tras múltiples prácticas y alcanzando el perfeccionamiento de las técnicas, pronto dieron inicio a las intervenciones a corazón abierto, en las que destacaban el mismo Clemente Robles, Mario Vergara Soto, Bernardo Castro Villagrana y Luis Antonio Márquez. Entre los estudiantes que se incorporaron al hospital estaba el doctor Rubén Argüero Sánchez, quien trabajaba como tema de tesis la producción y tratamiento

de defectos septales intracardíacos; en ese entonces ya se entreveía y analizaba la práctica de la cirugía a corazón abierto, donde también se evidenció el desarrollo de la anestesiología (Díaz & Viesca, 1994).

Por su parte, la unidad de neumología cobraba cada vez más relevancia; ahí trabajaron Carlos R. Pacheco, Octavio Rivero Serrano y Alejandro Celis, quien consolidó el equipo de vanguardia de la neumología mexicana, a la vez que reafirmaba su liderazgo. En esa década de los años 60 el término tisiología fue sustituido por el de neumología. A partir de entonces, la vía quirúrgica empezó a evolucionar más rápidamente en la segunda mitad del siglo XX, tanto a nivel internacional como nacional.

Otro de los grandes hospitales con los que inicia el siglo XX es el Hospital Juárez, donde se efectuaron procedimientos quirúrgicos en el tórax, entre ellos los cierres de lesiones en el corazón por parte de los doctores Manuel Godoy, Clemente Robles y Rafael Vargas Otero.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

Una institución de gran relevancia para la seguridad social fue el Instituto Mexicano del Seguro Social, el IMSS, establecido, como señala el *Diario Oficial de la Federación*, el 19 de enero de 1943, que empezó a atender enfermos en un sanatorio adaptado, el No. 1. En este sanatorio, Héctor Pérez Redondo instaló en 1952 el primer servicio de cirugía cardíaca del IMSS. Para una mejor atención médico-quirúrgica, pronto se tuvo una mejor infraestructura, el primer gran hospital del IMSS, el Hospital “La Raza”, inaugurado el 12 de octubre de 1952 por el presidente de la República Mexicana, el licenciado Miguel Alemán Valdés, y transformado en Centro Médico Nacional en 1964, siendo el primer antecedente del denominado tercer nivel de atención (Campos Campos & Gutiérrez Samperio, 2011).

En 1961, el Dr. Pérez Redondo efectuó la primera comisurotomía mitral abierta en el Hospital “La Raza” y, como señala Argüero, “quizá su contribución más importante al desarrollo de la cirugía cardíaca institucional y nacional...” (Argüero-Sánchez, 2012). En este Centro Médico, “La Raza”, se realizaron estudios que fueron pioneros en hemodinámica,

neurocirugía y en cirugía cardiovascular, culminando, ahí mismo, con la realización del primer trasplante de corazón en México a cargo, como se señala más adelante, del Dr. Rubén Argüero Sánchez. Una etapa más de “La Raza” fue la creación del Hospital de Especialidades en 1979, donde los doctores Antonio Fraga Mouret y Argüero Sánchez se desempeñaron como director y subdirector respectivamente (Campos Campos & Gutiérrez Samperio, 2011).

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA (INC)

Abrió sus puertas el 18 de abril de 1944. En su inauguración, el presidente de la República, Manuel Ávila Camacho señaló que la institución, primera en su género en el mundo, se instauraba para “realizar la obra de estudio, investigación y dominio de las enfermedades del corazón.” La idea de su establecimiento se debió al Dr. Ignacio Chávez Sánchez, quien venía trabajando en la especialidad desde 1924 en el pabellón 21 del Hospital General de México, brindando tratamiento, prevención, investigación y enseñanza.

En 1945 se realizó en esta institución el primer cierre de un conducto arterioso persistente por el Dr. Clemente Robles.

Al interior del Hospital Militar de México, los doctores Carlos Gómez del Campo y Jorge Meneses Hoyos realizaron, entre 1944 y 1945, por primera vez a nivel mundial, estudios angiográficos de las arterias coronarias en un ser humano. Entre otros avances, cabe mencionar que Alejandro Celis realizó en nuestro país la primera angiografía en el mundo (Argüero-Sánchez, 2012).

En los años 1947-1948 los doctores Rodolfo Limón y Víctor Rubio, realizaron en el INC, por primera vez a nivel mundial, el cateterismo intracardíaco, de la cavidad izquierda del corazón y registro simultáneo de trazos electrocardiográficos y presiones. Dos años más tarde (1950) efectuaron intervenciones cerradas intracardíacas por medio de catéteres, 27 años antes que Gruntzig y 32 antes que Kan (Villalba Caloca, 2010).

Se puede afirmar, como dice Fernando Quijano Pitman, que Víctor Rubio y Rodolfo Limón iniciaron, y de hecho se adelantaron, a lo que sería

la cardiología intervencionista o cirugía cardíaca intraluminal al hacer en 1950, por medio de un catéter, valvulotomías cerradas de la pulmonar y de la tricúspide, sin apertura del tórax, solo por medio de manipulación intravascular e intracardiaca (Quijano Pitman, 1996). En fin, fueron muchas las cirugías que se empezaron a practicar, entre ellas cirugía de los aneurismas de la aorta torácica, estenosis aórtica adquirida y cirugía de cardiopatía isquémica. En 1956, Raúl Baz operó en el Hospital de Jesús el primer caso humano a corazón abierto, con hipotermia de superficie. Cerró una comunicación interauricular con buenos resultados. Quijano Pitman señala que México fue seguramente el tercer o cuarto país del mundo en donde se operó a corazón abierto con circulación extracorpórea, sobresaliendo el Dr. Baz, quien en 1957 cerró, en el Hospital Militar, una comunicación interventricular con ayuda del oxigenador de De Wall y de la bomba sigmamotor (Quijano Pitman, 1996).

En 1957 fueron operados en el Instituto Nacional de Cardiología los primeros pacientes por comunicaciones intercavitarias, con corazón abierto y técnicas de oxigenación, hipotermia y circulación extracorpórea. Por su parte, Fernando Quijano Pitman y Clemente Robles iniciaron la cirugía cerrada de la estenosis valvular pulmonar siguiendo la técnica de Brock (Uribe, 2003). Paulatinamente se establecían liderazgos en los diferentes servicios.

A decir de Quijano Pitman, los años 50 del siglo XX fueron una época bellísima para la medicina, cuando empezaron los avances de la cardiocirugía, aplicando el cateterismo, la angiocardioneumografía y la aortografía. Los marcapasos implantables los utilizaron por primera vez los cirujanos Lillihei y Senning al atender bloqueos auriculoventriculares postquirúrgicos, entre otros (Quijano Pitman, 1996).

En los años 60 la cirugía a corazón abierto se dirigió primordialmente a la reparación de cardiopatías congénitas; el mismo Quijano Pitman señala que de 185 casos operados a corazón abierto, con hipotermia o con circulación extracorpórea, solo 13 fueron enfermos con cardiopatías adquiridas.

En 1961, cuando el Dr. Chávez asumió la rectoría de la UNAM, la dirección del INC quedó a cargo del Dr. Salvador Aceves, también destacado cardiólogo. En 1965 fue nombrado el tercer director del INC, el Dr. Manuel Vaquero, quien, “enseñó y difundió una elegante y depurada clínica cardiológica

clásica apoyada en la tecnología de los años sesenta” (Uribe, 2003). En 1971 asume la dirección del INC el Dr. Jorge Espino Vela, sobresaliente por su investigación en cardiología pediátrica. En 1975, cuando el Dr. Chávez deja la rectoría de la UNAM, retoma la dirección del INC e inicia la construcción del Instituto en terrenos de Tlalpan, para ser inaugurado al siguiente año.

Bajo la dirección del Dr. Jorge Soni Cassani en el INC, fueron pioneros de los estudios hemodinámicos y electrofisiológicos los doctores Rodolfo Limón, Víctor Rubio y el propio Soni Cassani (Uribe, 2003).

En 1989 asumió la dirección del INC el Dr. Ignacio Chávez Rivera, permaneciendo en el cargo durante 10 años. Dotado cada vez más con mejores equipos, el hospital trabajaba bajo la “mística de “amor y ciencia al servicio del corazón”.

Al cambio de siglo, el INC incrementaba sus servicios; durante la administración del Dr. Fause Attié Cury para el periodo 2000-2005, se dieron, por ejemplo, en el año 2000 más de 110 000 consultas anuales, mientras que en sus inicios el INC planeaba dar 12,000 consultas en el mismo periodo. Como órgano de difusión de la Sociedad Mexicana de Cardiología y del INC se publicó la revista *Archivos de Cardiología de México*, que gozaba de plena aceptación. Hoy en día, el Instituto Nacional de Cardiología continúa como excelente institución especializada, se caracterizaba por su excelencia profesional y por estar a la vanguardia en equipo tecnológico. “La Fundación Gonzalo Rífo Arronte contribuye con equipo de resonancia magnética especializada en cardiología; con equipo de medicina nuclear con tres nuevas cámaras gamma, dos con doble sensor y una equipada para estudios PET” (Uribe, 2003).

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Dada la alta incidencia de enfermedades infectocontagiosas en México, en 1936 se inauguró el Sanatorio para Tuberculosos de Huipulco, donde se trabajaba arduamente en el diagnóstico y tratamiento médico-quirúrgico de la tuberculosis pulmonar. En su interior evolucionó la especialidad propiamente dicha, como se ha dicho, de fisiología a neumología,

al igual que la institución se fue transformando; así, de sanatorio para tuberculosos pasó a hospital para enfermedades pulmonares y, a partir del 14 de enero de 1982 la institución, bajo la dirección del Dr. Horacio Rubio Monteverde, se transformó en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, como organismo público descentralizado dedicándose no solo a la asistencia, sino también a la docencia e investigación para el diagnóstico y tratamiento neumológico.

El Dr. Donato G. Alarcón, quien fuera el primer director del ahora INER, durante 11 años, desarrolló su especialidad cuando esta todavía no se ramificaba en subespecialidades, por lo que ejerció en un amplio campo de acción, realizando el diagnóstico, los estudios de imagen y la broncoscopia; llevaba a cabo las intervenciones quirúrgicas y vigilaba el periodo postoperatorio. Asimismo, impulsó varias técnicas quirúrgicas de colapso extrapleurales de lesiones tuberculosas, usando materiales protésicos; de igual manera, introdujo equipo quirúrgico y de imagen. (Ibarra Pérez, 2006) Rivero Serrano señala que Donato Alarcón tuvo una “inclinación a la cirugía en el tratamiento del tuberculoso pulmonar”, de ahí que redactara, entre otros libros, uno donde describía la técnica del neumotórax extrapleurales (Rivero Serrano, 2010).

Y así como la cardiología y la neumología guardan un estrecho vínculo, llegó el momento en que el campo de la cirugía cardiovascular y torácica se diversificó en dos senderos, por una parte la cirugía cardiovascular y, por otra, la cirugía torácica general, como se advierte en el año 2006.

Entre los logros de la institución citada, cabe mencionar que en 1975 se levantó la Unidad de Investigación, que incluía la cirugía experimental. Poco después, el 14 de enero de 1982, ya como INER, intensificó sus actividades enfocadas a la investigación básica y aplicada, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de las enfermedades respiratorias. Asimismo, el Instituto adquirió un moderno equipo radiológico telecomandado para asistir a personas fumadoras, en el marco del combate al tabaquismo. Este programa abarcó una amplia difusión de temas de patología respiratoria a fin de contribuir a la educación para la salud de la población mexicana (Uribe, 2003).

En 1988, el INER inicia una publicación especializada, donde aparecerían resultados de investigación y atención médica, la *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*. En este mismo año se develaron tres placas de figuras notables de la especialidad; la Unidad de Enseñanza adquirió el nombre del Dr. Ismael Cosío Villegas, fundador del Sanatorio para Tuberculosos de Huipulco; la Unidad de Consulta Externa llevó el nombre “Dr. Fernando Rébora Gutiérrez”. Por su parte, la Unidad de Cirugía fue nombrada “Dr. Donato G. Alarcón”, quien fuera el primer director del Sanatorio, además de que se instauró la Cátedra de Cirugía de Tórax también denominada con el nombre del Dr. Alarcón (Uribe, 2003).

En suma, los pilares de la neumología en México, especialidad conformada en la segunda mitad del siglo XX, fueron Donato G. Alarcón, Ismael Cosío Villegas y Alejandro Celis Salazar. También vieron por las patologías del tórax los doctores Fernando Rébora Gutiérrez, Horacio Rubio Monteverde, Jaime Villalba Caloca, Octavio Rivero Serrano, Raúl Cicero Sabido, Carlos R. Pacheco, Carlos Ibarra Pérez y Fernando Cano Valle.

Un gran impulsor de la neumología fue el Dr. Jaime Villalba Caloca, quien realizó en 1989 el primer trasplante pulmonar a un paciente que sobrevivió seis años más. A partir de entonces continuó la práctica de trasplantes de este género, los pulmonares, de entre los cuales vale la pena mencionar que en 2003 se realizó el octavo trasplante, pero el primero para una receptora infantil, la niña María de los Ángeles Fuentes Pérez, con lo que el Servicio de Cirugía Torácica del INER se colocó a la vanguardia en el área neumológica.

El Dr. Jaime Villalba Caloca se formó en la clase de clínica del aparato respiratorio con el Dr. Rébora Gutiérrez tanto en el Hospital General de México como en el Hospital de Huipulco. Gracias a su estancia en el Instituto Carlo Forlanini, en la ciudad de Roma, el Dr. Villalba Caloca se familiarizó con el manejo de la tuberculosis y prácticas quirúrgicas en diferentes tipos de neumopatías. El concepto de colapso pulmonar reversible o neumotórax intrapleural que introdujo el Dr. Forlanini se efectuó en Huipulco (Villalba Caloca, 2010).

Dados los conocimientos y experiencia del Dr. Villalba Caloca, fue nombrado director del INER el 30 de junio de 1993, permaneciendo en el

cargo por un periodo de 10 años. Durante su administración inauguró los quirófanos de cirugía y hemodinamia.

El año 1946 se abrió un espacio más para la atención médica y quirúrgica de enfermos con tuberculosis pulmonar, el Sanatorio Hospital “Dr. Manuel Gea González”, que al cabo del tiempo se transformó en hospital general.

CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI, IMSS

El Centro Médico Nacional Siglo XXI es de los mayores exponentes de la atención médica especializada en el México actual. En 1961, cuando el Instituto Mexicano del Seguro Social adquirió el Centro Médico de la Ciudad de México, perteneciente en ese entonces a la SSA, adoptó el nombre de Centro Médico Nacional. El 15 de mayo del mismo año se puso en marcha el trabajo de varios inmuebles, dentro de los cuales se encontraban el Hospital de Neumología-Cirugía de Tórax.

Dos años más tarde, el Centro Médico Nacional fue inaugurado oficialmente por el entonces presidente de México, el licenciado Adolfo López Mateos, quien declaró: “Hoy 15 de marzo de 1963, año en el que cumple su vigésimo aniversario la promulgación de la Ley del Seguro Social, declaro solemnemente inaugurados los servicios del Centro Médico del Instituto Mexicano del Seguro Social.” Señaló que, con sus edificios, instalaciones y capital humano, el Centro Médico Nacional sería la organización clínica más importante de nuestro país (Santos & Keever, 2012).

Entre los hospitales que conformaron el Centro Médico está el de Neumología y Cirugía de Tórax, que conservó esta denominación hasta 1970, posteriormente se denominó Hospital de Enfermedades del Tórax y, tras varias modificaciones, adquirió el título de Hospital de Cardiología y Neumología, brindando atención médica y quirúrgica a través de las 176 camas con que contaba y a través de los servicios de terapia intensiva y de la unidad de coronarias. Asimismo, el Hospital implementó dos programas especiales, el primero detectaría la fiebre reumática a fin de erradicar la infección estreptocócica y el segundo, realizaría el censo torácico con el objeto de descubrir nuevas patologías torácicas.

En la década de 1971-1980 se hicieron presentes en varios de los hospitales del Centro Médico Nacional recursos que en su momento se consideraron de la más avanzada tecnología referentes a medicina nuclear, ecografía, diálisis y tomografía axial computada, entre otros.

En el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, el Dr. Argüero formó en 1969 una unidad de cuidados intensivos exclusiva para pacientes post operados de cirugía cardíaca o pleuropulmonar. Vale la pena señalar que 87% de los procedimientos realizados en este Centro Médico correspondían a cirugía pleuropulmonar, del mediastino, diafragmática y atención del trauma torácico. Y solo 13% tenía relación con eventos cardiovasculares, una situación muy contrastante a la actual, en la que predomina la patología cardíaca en más del 95% de los casos

Después de 22 años de realizar trabajo de vanguardia en el Centro Médico Nacional, sus actividades se interrumpieron por el terremoto del 19 de septiembre de 1985. A finales de 1989, tras la reconstrucción de las instalaciones devastadas por el sismo, la institución en su conjunto se denominó Centro Médico Nacional Siglo XXI. La inauguración oficial estuvo a cargo del presidente de la República, licenciado Carlos Salinas de Gortari, quien dio la apertura a los cuatro hospitales que integrarían el Centro Médico el 27 de abril de 1992. Estos fueron Pediatría, Oncología, Especialidades Médicas y el de Cardiología, que en 2004 fueron calificados como Unidades Médicas de Alta Especialidad.

El Hospital de Cardiología contó con una sala de cateterismo cardíaco biplanar para realizar diagnósticos hemodinámicos y angiográficos. En 2001 se realizó el primer implante de titanio en un corazón. Para noviembre de 2007 se inauguró la Unidad de Investigación Biomolecular “Rubén Agüero Sánchez”, llevando el nombre de quien fuera el titular del hospital. Actualmente cuenta con tres especialidades, Cardiología clínica, Cirugía cardior torácica y Patología clínica, de donde se derivan 12 subespecialidades. Tiene cuatro salas de Hemodinamia, una sala híbrida, tres quirófanos para atender enfermedades cardíacas que requieren una cirugía de corazón, un tomógrafo y resonador, señalando, antes de cerrar esta sección, que a partir de 2012 se empezó a practicar de manera continua la cirugía cardíaca de mínima invasión (Fajardo-Ortiz, 2015).

PRÁCTICA DE TRASPLANTES

Una solución más a las grandes enfermedades que aquejan a la humanidad son los trasplantes, con todas las implicaciones éticas que conlleva. Como afirma el Dr. Rubén Argüero Sánchez, “el trasplante de órganos es la actitud médico-quirúrgica más completa” debido a todo lo que implica, un equipo de especialistas bien coordinado, un campo de trabajo totalmente delimitado y, una jerarquización en los procedimientos a seguir, desde la toma del órgano hasta su implantación en el receptor, con lo que se hace evidente el dominio de la técnica quirúrgica. Los trasplantes resuelven problemas de insuficiencia cardíaca terminal, daño renal, cirrosis hepática, etcétera (Argüero-Sánchez, 2005).

La década de los años 60 representa una innovación para la especialidad quirúrgica; inicia la práctica de trasplantes en general, incluyendo el campo torácico. A nivel internacional, el Dr. James D. Hardy realizó el primer trasplante de pulmón el año 1963 en el Centro Médico de la Universidad de Mississippi; el paciente John Russell vivió 18 días.

Por su parte, el primer trasplante que se realizó en México fue el de riñón en el año 1963 a cargo de los doctores Federico Ortiz Quezada, Manuel Quijano Narezo y Manuel Flores Izquierdo, en el Hospital General del Centro Médico Nacional del IMSS. De inmediato se planearon estudios para otros posibles trasplantes, de hígado, corazón y pulmón. En la Unidad de Patología de Huipulco se empezaron a practicar anastomosis de las ramas segmentarias bronquiales y arteriales con el propósito de ir adquiriendo habilidades para efectuar trasplantes pulmonares (Villalba Caloca, 2010).

En esa misma década, la de los años 60, como ya se mencionó arriba sobre el trasplante de corazón que llevó a cabo el médico sudafricano Christiaan Neethling Barnard.

En 1983, el Dr. Joel Cooper realizó el primer trasplante de pulmón exitoso en el Hospital General de Toronto, lo que resultaba todo un desafío dada la fragilidad del órgano, la necesidad de restablecer el suministro de sangre tanto para el órgano como de las vías respiratorias y por el desafío de la preservación. Los éxitos del Dr. Cooper motivaron a que

años después médicos mexicanos hicieran preparaciones para realizar trasplantes pulmonares (Villalba Caloca, 2010).

Al interior del INER se integró un equipo que empezó a hacer prácticas en animales de experimentación y en cadáver y, gracias a su tenacidad y rigor en el trabajo, en enero de 1989 se llevó a cabo el primer trasplante de pulmón en México. Los participantes fueron los doctores Patricio Santillán, Rogelio Jasso, Jaime Villalba Caloca, Morales y el Dr. Téllez, además de un equipo compuesto por intensivistas, anestesiólogos, rehabilitadores, neumólogos clínicos, inmunólogos, infectólogos y cardiólogos, entre otros.

Es importante señalar que el primer trasplante de pulmón pediátrico lo llevó a cabo el Dr. Morales el 19 de febrero de 2003 en el INER (Villalba Caloca, 2010). Asimismo, en esta institución, el Dr. Pablo Rueda realizó entre 1996 y 2006 13 tromboendarterectomías con el apoyo del Rodolfo Barragán, adscrito al Instituto Nacional de Cardiología.

El trasplante de corazón, como modalidad terapéutica de la insuficiencia cardíaca terminal, ha permitido cambiar la sobrevida y calidad de vida de los pacientes que han recurrido a este procedimiento. Entre los médicos que han trabajado por la innovación y posteriormente la evolución del trasplante cardíaco en México figuran los doctores Rubén Argüero Sánchez, Abel Archundia García y Alejandro Bolio Cerdán (Careaga-Reyna et al., 2005).

A nivel nacional, correspondió al Dr. Rubén Argüero Sánchez y a su equipo de trabajo, entusiasta y multidisciplinario, realizar el primer trasplante de corazón el 21 de julio de 1988, en el Hospital de Especialidades del Centro Médico “La Raza” del IMSS. Ante tan magna situación, el Dr. Argüero Sánchez y su equipo, trabajaron con apego a la ética, buscando el beneficio del paciente, de ahí que tomaran en cuenta el cuidado del donador, la revisión necesaria para determinar que el corazón fuera apto para trasplante y la comunicación entre el equipo que obtiene el corazón y su preservación con el que se lleva a cabo el implante para aminorar el tiempo de isquemia. Con tal hecho, el Dr. Argüero marcaba un parteaguas en la terapéutica cardíaca, de ahí que en los siguientes años continuara con esta modalidad de tratamiento. Por ejemplo, en el lapso de 1993 a 2004 realizaron 16 trasplantes de corazón a

pacientes que oscilaban entre los 15 y 57 años, predominando en ellos la cardiomiopatía dilatada (Careaga-Reyna et al., 2005).

Como señalan los doctores Careaga-Reyna *et al.*: “Es evidente que desde 1988 el trasplante de corazón es una realidad en nuestro medio, y aunque no hay una técnica ideal para preservar los órganos”, los resultados eran similares a los que reportaban otros centros extranjeros (Careaga-Reyna *et al.*, 2005).

Al año siguiente, el 11 de noviembre de 1989 el Dr. Abel Archundia García llevó a cabo un trasplante de corazón en el C.M.N. 20 de noviembre, el primero que se realizaba en el ISSSTE.

Por su parte, el Dr. Alejandro Bolio Cerdán realizó el primer trasplante de corazón en niños en el Hospital Infantil de México el 21 de junio de 2001. Las indicaciones de trasplante cardíaco en población infantil se dividen fundamentalmente en dos grandes rubros: cardiopatías congénitas de alto riesgo quirúrgico y miocardiopatías.

El manejo en niños significa el reto más difícil, ya que están más expuestos al rechazo debido al crecimiento y desarrollo que va llevando la población infantil; se solucionaba el problema de la enfermedad no controlable, con todo lo que esto implica y la estricta vigilancia a fin de evitar la infección y el rechazo. Por citar un ejemplo, de 2001 a 2018 en el Hospital Infantil, fueron trasplantados 32 pacientes pediátricos, predominando los niños de 6 a 12 años.

En los primeros años del siglo XXI se empezaron a usar las células troncales con el objetivo de mejorar la función cardíaca en pacientes con insuficiencia cardíaca refractaria a todo tipo de tratamiento (Argüero-Sánchez, 2005). A futuro se espera una cirugía sustitutiva de órganos cadavéricos, además de recurrir a las células troncales.

El Dr. Rubén Argüero Sánchez es pionero en el implante de células madre al corazón a nivel mundial. La hipotermia profunda, hemodilución extrema y paro circulatorio ha sido una de sus aportaciones al campo de la Cardiología médico-quirúrgica para el mundo, pues ha sido utilizada por neurocirujanos de Boston. A estas aportaciones del Dr. Argüero es importante sintetizar otras realizadas años atrás: Hemodilución (1963), el uso de homoinjerto en cirugía de corazón (1967), ventana aorto pulmonar

(1968), septostomía auricular (1969), hipotermia, exsanguinación total y paro circulatorio en la reparación de cardiopatías congénitas complejas (1974), valvulotomía pulmonar en atresia (1992), trasplante de bloque cardiopulmonar (1995) y trasplante de lóbulo pulmonar a partir de donador vivo (1995).

En los últimos veinte años se han practicado técnicas de vanguardia como la videocirugía, mediastinostomía, mediastinoscopia ampliada, uso de láser en vía aérea y técnicas de autosutura, así como trasplante pulmonar unilateral, tromboendarterectomía, cirugía traqueal y cirugía de reducción de volumen, entre otras innovaciones.

COMENTARIOS FINALES

En la actualidad, la práctica de la cirugía ha experimentado un progreso sin precedentes. Gracias al avance científico, el uso de la tecnología con fines médicos es cada vez más común, y esa tecnología será más refinada. Esta situación ha permitido contar con técnicas e instrumentos utilizados en el área quirúrgica que hacen posible un tratamiento confiable de las patologías torácicas; permitió evolucionar de una cirugía abierta a una de mínima invasión, como por ejemplo, las señaladas por Todd Demmy y Elisabeth Dexter, la cirugía toracoscópica que aplica el principio del mínimo abordaje con el fin de reducir el trauma quirúrgico; diseño de sistemas de circulación extracorpórea que permiten el drenaje venoso por succión activa con incisiones más pequeñas; la cirugía robótica que proporciona mayor precisión; el ecocardiograma fetal para identificar in útero cardiopatías congénitas o la cirugía torácica asistida por robot (RATS), donde el cirujano trabaja con el apoyo de computadoras, alcanzando una cirugía segura y exitosa, entre otros procedimientos. Ante tal situación, es muy probable que en el futuro el rol del médico sea más completo, con el compromiso de mantenerse actualizado.

REFERENCIAS

- Argüero-Sánchez, R. (2012). Cirugía cardiotorácica. En G. Fajardo Dolci, E. Graue Wichers, & D. Kershenobich Stalnikowitz (Coords.), *Desarrollo de las especialidades médicas en México* (pp. 65-78). Alfil (Ed.)
- Argüero-Sánchez, R. (2005). Trasplante de corazón. *Revista de Investigación Clínica*, 57(2), 333-337.
- Battellimi, R. R. (2017). Historia del *bypass* aortocoronario: especial referencia a los primeros *bypass* venosos, en homenaje a René G. Favaloro. *Revista Argentina de Cirugía Cardiovascular*, XIV(2), 142-148.
- Bigelow, W. G. (1984). *Cold Hearts: The Story of Hypothermia and the Pacemaker in Heart Surgery*. Mc Clelland and Stewart Ltd.
- Campos Campos, F., & Gutiérrez Samperio, C. (2011). “La Raza”: un referente de la cirugía mexicana. En León López, G. (Ed.) *Historia de la cirugía general en la República Mexicana* (vol. 1, pp. 53-64). Asociación Mexicana de Cirugía General, A.C., Colegio de Postgraduados en Cirugía General, A.C., Federación Nacional de Colegios y Asociaciones de Especialistas en Cirugía General, A.C.
- Careaga-Reyna, G. Jiménez Valdivia, M., & Argüero-Sánchez, R. (2005). Trasplante de corazón. Preservación y técnica quirúrgica. Once años de experiencia. *Revista de Investigación Clínica*, 57(2), 344-349.
- Chávez, I. (1978). Inauguración del servicio de Cardiología del Hospital General de México en Humanismo médico, educación y cultura [Discurso principal]. El Colegio Nacional de México. Tomo 1.
- Díaz, K. M. y Viesca, T. C. (1994). Años de gloria y angustias 1948-1960. *Historia del Hospital General de México*. (1ª ed., pp. 217-263). HGM.
- Fajardo-Ortiz, G. (2003). *Del Hospital de Jesús a institutos, centros médicos y albergues: Historia de los hospitales de la Ciudad de México. 1521-2003*. GlaxoSmithKline.
- Fajardo-Ortiz, G. (2015). Cuatro etapas en la historia del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 53(5), 657-663.
- Gibbon, J. H., Sabiston, D. C., y Spencer F. C. (1962). *Surgery of the Chest*. W. B. Saunders Company.
- Guerra, F. (2007). *Historia de la Medicina* (3ª ed.). Ediciones Norma.
- Ibarra Pérez, C. (2006). Cátedra de cirugía de tórax por Donato G. Alarcón. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 19(4), 292-296.
- Khaitan, P. G., & D'Amico, T. A. (2018). Milestones in thoracic surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 155(6), 2779-2789. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.jtcvs.2017.12.149>

MARTHA EUGENIA RODRÍGUEZ PÉREZ

- Martínez-Arias, M. A., Salazar-Otaola, G. F., & Olivares-Torres, C. A. (2020). El futuro de la Cirugía Torácica General en México. *Revista Mexicana de Cirugía Torácica General*, 1(1), 10–17. <https://doi.org/10.35366/94447>
- Meisner H. (2014). Milestones in surgery: 60 years of open heart surgery. *The Thoracic and cardiovascular surgeon*, 62(8), 645–650. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1055/s-0034-1384802>
- Munguía, D. A., Ibarra, P. C. & Rodríguez, M. E. (2011). Pioneros de la cirugía torácica mexicana, *Gaceta Médica de México*, 147(4), 342-349
- Quijano Pitman, F. (1996). *La cirugía cardíaca en México*. Facultad de Medicina, UNAM.
- Riera-Kinkel C. (2016). La tercera ola de la cirugía cardíaca. *Revista Medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 54(5), 602-11.
- Rivero Serrano, O., (2010) Reflexiones sobre la neumología como especialidad. *Neumología y Cirugía de Tórax*, 69(2), 60.
- Santibáñez Escobar, F., Neethling Barnard, C. (2001). Pionero del trasplante cardíaco. *Arch. Cardiol. Méx.* 71(4).
- Santos, F. S. & Keever, M. A. V., (2012). Quincuagésimo aniversario del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 69(5), 326-328.
- Stanley, J. R., (1990). *La medicina y el imperio de la tecnología*, FCE (Ed.). México.
- Uribe, E. M., (2003). *Los Institutos Nacionales de Salud: reseña historiográfica de 60 años de logros*. Coordinación General de los Institutos Nacionales de Salud.
- Viesca, C., (1994). El resurgir del ave fénix. En *Historia del Hospital General de México*. (1ª ed. pp. 181-216). HGM
- Villalba Caloca, J., (2010). Cirugía de tórax en México. *Neumología y Cirugía de Tórax*, 69(1), 46-53.
- Zalaquett, S. R. (2003). Cincuentenario de la máquina corazón-pulmón. Un relato acerca de los pioneros y héroes y de las circunstancias que llevaron al gran invento que permitió el tratamiento y la cura de las enfermedades del corazón. *Revista Médica de Chile*, 131(11), 131-137.
- Zalaquett, R. (2022). Desarrollo histórico de la cirugía cardiovascular. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 33(3), 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2022.03.017>

DIAGNÓSTICO RADIOLÓGICO

BELÉN RIVERA BRAVO
DANIELA JANET JIMÉNEZ ARENAS
LAURA NOHEMY LUCAS BENÍTEZ

Han pasado más de 100 años desde que Roentgen descubrió los rayos X (Rx) en noviembre de 1895, cuando se encontraba estudiando los misteriosos rayos catódicos. Para ello utilizó sencillos instrumentos que se podían encontrar en cualquier laboratorio de física o electricidad. Con un sencillo tubo de Crookes, que tenía como fuente de energía eléctrica una bobina de Rumhkorff y una pantalla fluorescente utilizada para identificar los rayos catódicos fuera del tubo, elaborada con una hoja de cartón recubierta por cristales de patino cianuro de bario, fue que descubrió los rayos X. Para evidenciarlos utilizó papel fotográfico común y obtuvo fotografías de varios objetos (De Alba-Guevara *et al.*, 2018).

Años después, fue realizado otro invento que cambió la forma de diagnóstico convencional y fomentó el desarrollo de la medicina actual, la tomografía computada (CT por sus siglas en inglés, *computed tomography*). Su descubrimiento se le atribuye a Sir Godfrey Newbold Hounsfield (1919 a 2004). Su interés en las ciencias hizo que empezara su desarrollo científico de forma empírica con electrodomésticos, construyendo amplificadores y grabadoras, con un amigo de la escuela lograron instalar un cine a un lado de su casa. Desarrolló experimentos de vuelo, lanzándose en planeadores rudimentarios contruidos por él desde montones de heno. Al crecer aumentó su interés por los aviones, alistándose como reservista voluntario en la Real Fuerza Aérea durante la II Guerra mundial. Adquirió experiencia en electrónica mientras trabajaba con radares. Se convirtió en instructor en la *Radar School* de la Real Fuerza Aérea. Su trabajo fue reconocido por sus superiores en el *Faraday House Electrical Engineering College* en Londres donde estudió ingeniería eléctrica. En 1951 se incorporó a *EMI Limited* y participó en el desarrollo

de sistemas de radar y armas guiadas. Sin embargo, su interés principal fueron las computadoras. En los años 60, aplicó sus conocimientos al desarrollo del escáner, logrando obtener y registrar la interacción de los rayos X (Bosch, 2004).

En la época en que la radiología convencional (rayos X) era la única herramienta diagnóstica de imagen, la llegada de la CT revolucionó la capacidad diagnóstica de diversas patologías. Este innovador método fue capaz de diferenciar las densidades de los objetos y tejidos: aire, agua, grasa y hueso; además de medir la atenuación o absorción del haz de radiación que atraviesa cada uno de esos tejidos (Bosch, 2004).

Las imágenes de CT se obtienen mediante la rotación de un tubo de rayos X sobre el paciente y el procesamiento de información emitida por detectores y amplificadores de gran sensibilidad. Dando un paso agigantado sobre la radiografía de rayos X, con sus imágenes bidimensionales y la superposición de las densidades de las estructuras evaluadas (Bosch, 2004).

El concepto de la CT fue propuesto inicialmente por Allan Cormack, físico sudafricano, entre 1963 y 1964, pero sus estudios no tuvieron resultado práctico. Sir Godfrey Hounsfield desarrolló un prototipo de CT para uso clínico, para examinar el cráneo y sus estructuras internas. Los primeros resultados clínicos se publicaron en 1972, al hacer evidentes procesos patológicos que hasta entonces no se podían demostrar. En su recuerdo y homenaje, utilizamos las unidades “Hounsfield” para definir y cuantificar la densidad de los tejidos estudiados en CT (Bosch, 2004, p. 185).

Al momento de su introducción clínica en 1971, la TC permitía únicamente obtener imágenes en el plano axial del cerebro. En 1976 se desarrollaron escáneres axiales aplicables a cualquier parte del cuerpo, con una única fila de detectores. Posteriormente, se crearon los escáneres helicoidales o espirales y surgieron los tomógrafos con múltiples filas de detectores, que son los mayormente utilizados en nuestros días (Vázquez Bañuelos, 2018). Como es esperado, la calidad de la imagen ha mejorado considerablemente con los equipos de última generación. Actualmente con este método es posible obtener imágenes tridimensionales (3D) de cualquier parte del cuerpo. También disponemos de CT diseñados para aplicaciones clínicas específicas: equipos de doble fuente con dos tubos

de rayos X para planificación de tratamientos de radioterapia o integrados con otra técnica de imagen como la tomografía por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés) o la tomografía por emisión de fotón único (SPECT, por sus siglas en inglés) (Calzado & Geleijns, 2010, p. 164).

Por otro lado, otros investigadores estudiaban lo que en su momento daría origen a otro método de imagen que también revolucionaría las técnicas de diagnóstico médico. La Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular de Estados Unidos (SNMMIM, por sus siglas en inglés) define la imagen molecular como: “la visualización, caracterización y medición de procesos biológicos a nivel molecular y celular en humanos y otros sistemas vivos”. El PET es un método de medicina nuclear en el cual a través de la administración de material radiactivo (isótopos) unido a una molécula biológica conocida (radiofármaco), se pueden observar los procesos biológicos a nivel molecular que suceden en el organismo (Ávila-Rodríguez *et al.*, 2019).

Uno de estos científicos que contribuyó al desarrollo de la imagen molecular fue Ernest O. Lawrence, quien, a inicios de 1930 en su laboratorio de la Universidad de California, en Berkley, inventó el ciclotrón (un tipo de acelerador de partículas). Las investigaciones de Lawrence y sus colaboradores permitieron la producción de radioisótopos emisores de positrones de vida corta como ^{11}C (Carbono-11), ^{13}N (Nitrógeno-13), ^{15}O (Oxígeno-15) y ^{18}F (Fluor-18) (Wacholtz, 2017). Los ligandos, moléculas, proteínas, antígenos, receptores, etc, que intervienen en los procesos metabólicos celulares, se convierten en blancos moleculares que se unen a estos radioisótopos para formar radiofármacos de uso en PET (Ávila-Rodríguez, 2019).

En 1953, Gordon Brownell creó un equipo precursor al escáner de PET al desarrollar el primer dispositivo detector de la energía (radiación gama) emitida como resultado de la interacción de los positrones (e^+) emitidos por el radioisótopo con los electrones (e^-) de las moléculas biológicas del cuerpo humano (Wacholtz, 2017). Esta interacción se llama aniquilación y el resultado es la emisión de dos fotones gama de igual energía (511 Kev) separados por un ángulo de 180° . Este es el principio físico que permitió el desarrollo posterior de cámaras PET más sofisticadas y precisas.

A mediados de la década de 1950 Michel Ter-Pogossian y William Powers reestablecieron en la investigación biomédica el uso de radiofármacos marcados con radioisótopos de vida corta producidos en ciclotrón. Mientras que, al mismo tiempo, se construía el primer ciclotrón para uso médico, en el Hospital Hammersmith de Londres. En 1974 se desarrolló la primera cámara o escáner PET, que tuvo como característica principal la capacidad de usar algoritmos avanzados para obtener imágenes tridimensionales. Sin embargo, su uso se limitaba a imágenes cerebrales y su resolución era de 20mm (Wacholtz, 2017).

Una de las rutas metabólicas que mejor conocemos en la medicina es la glucólisis. La glucosa es una de las moléculas que más se utiliza en diferentes procesos biológicos y metabólicos a nivel celular y tisular. Es por ello que en 1976, Al Wolf y Joanna Fowler, desarrollaron un radiofármaco basado en un análogo de la molécula de glucosa, la fluorodesoxiglucosa, que unida al radioisótopo ^{18}F se convirtió en ^{18}F -Fluorodesoxiglucosa (FDG) (Wacholtz, 2017). La FDG es el radiofármaco más utilizado a nivel mundial, es accesible y tiene el mayor número de aplicaciones clínicas entre las cuales incluyen oncología, neurología, cardiología, entre otras (Ávila-Rodríguez, 2019).

En 1999, David Townsend fusiona por primera vez un equipo PET con un CT. Nuevamente el diagnóstico médico da un giro de 180° al presentar una modalidad híbrida de imagen. El equipo híbrido permite obtener imágenes moleculares (funcionales) y anatómicas (estructurales) casi de forma simultánea durante el mismo estudio. El PET/CT proporciona mayor información y precisión diagnóstica que la que se tiene al comparar cada modalidad de imagen (PET y CT) por separado, “la suma de uno más uno es igual a tres: $1+1=3$ ”, como lo describió el propio Townsend (2008).

El uso médico del PET/CT se realiza por Townsend y Cherry en el año 2001, siendo rápidamente utilizada en el campo de la oncología, ya que combina información metabólica y morfológica útil para la detección, estadaje y seguimiento de la enfermedad. A partir de ese momento se hace tangible la superioridad del método diagnóstico híbrido, dejando atrás la fabricación y comercialización de equipos PET dedicados. Con el tiempo y la evidencia científica los estudios PET/CT toman su lugar como parte

de los algoritmos diagnósticos y de seguimiento de múltiples enfermedades oncológicas. (López-Durán *et al.*, 2007).

Mientras tanto, el desarrollo de radiofármacos con nuevos blancos moleculares que permiten visualizar otras rutas metabólicas diferentes a la glucólisis ha ampliado las posibilidades de aplicación clínica del PET/CT. Posicionándolo como el principal método de imagen molecular y favoreciendo el trabajo multidisciplinario del quehacer del médico: médicos radiólogos y médicos nucleares que deben fusionar sus conocimientos para obtener un diagnóstico preciso a través de un proceso colaborativo.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA DEL TÓRAX

La tráquea es la estructura anatómica donde comienza el árbol bronquial; es un tubo muscular y cartilaginoso que se extiende desde el cartílago cricoides, a nivel de C6, hasta su bifurcación, a nivel de T6. Mantiene su luz constantemente abierta. Los cartílagos forman las paredes anteriores y laterales, mientras que la pared posterior es muscular. La tráquea se bifurca en los bronquios principales derecho e izquierdo, el derecho es más amplio y su recorrido más vertical que el izquierdo, por lo que las obstrucciones por cuerpos extraños ocurren más frecuentemente en el bronquio derecho. Después de entrar al parénquima pulmonar, los bronquios principales se ramifican dando lugar a bronquios más pequeños que conducen el aire hacia las partes más distales del pulmón. El orden de bifurcación es como sigue: bronquios lobares, bronquios segmentarios, bronquiolos de conducción, bronquiolos terminales y bronquiolos respiratorios (Gotway *et al.*, 2005).

La pleura es una bolsa serosa formada por dos capas, una parietal que se encuentra en contacto con la pared torácica y el mediastino y, una capa visceral adherida al tejido pulmonar. Entre ellas existe un espacio denominado cavidad pleural que contiene alrededor de 20 ml de líquido seroso, que ayuda a reducir el roce durante los movimientos respiratorios y tiene la función de contribuir al sistema de presiones que permite a los pulmones realizar los

cambios de tamaño de la cavidad torácica durante los movimientos de inspiración y espiración (Encalada Morocho, 2023).

Los pulmones no son idénticos, el pulmón derecho tiene tres lóbulos: superior, medio e inferior, mientras que el izquierdo solo dos: superior e inferior. Cada pulmón tiene una base, en contacto con el diafragma y un vértice superior. En la cara mediastinal (medial) se localizan los hilios, por donde pasan la arteria pulmonar, las venas pulmonares, los bronquios principales, los nervios y los vasos linfáticos. Los pulmones se dividen para su estudio en segmentos, que son las unidades funcionales del tejido pulmonar. Diez segmentos para el pulmón derecho y ocho segmentos para el izquierdo (Gotway *et al.*, 2005).

La unidad funcional del pulmón es el lobulillo secundario, que corresponde a la unidad anatómica más pequeña identificada en la TC de alta resolución (TCAR). Tiene forma poligonal, mide aproximadamente de 1 a 2.5cm y está compuesto por 5-15 acinos que contienen los alvéolos para el intercambio gaseoso. Está rodeado por septos de tejido conectivo y se encuentra ventilado por un bronquiolo terminal central, paralelo a la arteria centrolobulillar; las venas pulmonares y los linfáticos corren en la periferia, en los septos interlobulares. Hay dos sistemas linfáticos, uno central y otro periférico. En conjunto, ese marco de tejido conectivo se denomina intersticio, esto es importante, ya que una de las primeras manifestaciones de la enfermedad pulmonar fibrótica por TCAR es el engrosamiento anormal del intersticio intralobulillar (Giménez Palleiró & Franquet, 2013).

Existen diversos canales de ventilación colateral en la vía aérea, conocidos como espacios interalveolares o poros de Köhn y canales de Lambert que comunican bronquiolos terminales con los alvéolos (Sánchez & Concha, 2018, p. 103).

El mediastino es un compartimento anatómico intratorácico extra pleural, situado en el centro del tórax, entre ambos pulmones, detrás del esternón y las uniones condrocostales y delante de los cuerpos vertebrales y las costillas. Para su estudio se divide en compartimentos, el método más utilizado es el de Felson que lo divide en tres compartimentos: anterior, medio y posterior. El mediastino anterior y el medio están separados por una línea que se extiende a lo largo de la silueta cardíaca y

anterior a la tráquea; el mediastino posterior se encuentra entre el borde posterior de la tráquea y una línea imaginaria que pasa 1cm posterior al margen anterior de los cuerpos vertebrales. En el mediastino se encuentran ganglios, los cuales se clasifican en niveles para su estudio y van desde el nivel 1 hasta el 14 (Salinas Miranda *et al.*, 2018).

PATRONES RADIOLÓGICOS PULMONARES

Son un conjunto de datos detectables en la radiografía de tórax y la TCAR, que por sus características de imagen pueden ser comunes en un grupo de enfermedades. La valoración de las enfermedades del parénquima pulmonar mediante la radiografía simple es compleja, no obstante, esta técnica de imagen es el primer paso diagnóstico a seguir, mientras que la TCAR no solo sirve para caracterizar los hallazgos, sino también para valorar su distribución anatómica. La interpretación de una TCAR está condicionada por el patrón dominante, la distribución en el lobulillo y la distribución en el pulmón. Se han descrito diferentes tipos de patrones pulmonares, entre ellos se encuentran el patrón: reticular, nodular, en panal de abeja, de alta atenuación como en la opacidad en vidrio esmerilado o en la consolidación, de baja atenuación dentro de las que se incluye el enfisema, los quistes pulmonares, bronquiectasias; por citar algunos. Es importante mencionar que estos patrones no son exclusivos de un tipo de enfermedad, se pueden superponer entre ellos o se puede presentar más de un patrón (Giménez Palleiro & Franquet, 2013).

NEUMONÍA

La neumonía es la cuarta causa más frecuente de hospitalización, representando una importante morbilidad y mortalidad. El diagnóstico requiere la integración de características clínicas y de los hallazgos por imagen. La radiografía de tórax es el estudio de abordaje inicial, reportándose

en la literatura una sensibilidad de 32% a 77.7% y una especificidad de 58.8% a 94% (Koo *et al.*, 2018).

Los patógenos virales son la causa más común de infecciones agudas, existen diferentes agentes infecciosos que muestran patrones característicos. Las neumonías virales comparten algunas características como la presencia de consolidación de aspecto parcheado multifocal, infiltrados en vidrio despulido, nódulos centrolobulillares y engrosamiento de la pared bronquial, figura 1. La familia de adenovirus humano ocasiona del 5% al 10% de los casos, mostrando una distribución lobar o segmentaria de estos hallazgos; en la población pediátrica también se presenta hiperinsuflación y atelectasias lobares (Koo *et al.*, 2018). El virus herpes humano (principalmente tipo 1) muestra una distribución segmentaria o subsegmentaria, así como infiltrados reticulares, nódulos centrolobulillares y derrame pleural, particularmente en infección por el virus de varicela-zoster los nódulos son de 5 a 10mm confluentes, en algunos pacientes presentan adenopatías hiliares y derrame pleural; en la tomografía computarizada los nódulos pulmonares se observan asociados con un halo en vidrio despulido (Koo *et al.*, 2018).

En los pacientes inmunocomprometidos generalmente estas infecciones pueden ser una causa de mortalidad. El citomegalovirus muestra la disposición asimétrica y bilateral de los infiltrados en vidrios despulido, nódulos centrolobulillares mal definidos y engrosamiento de septos interlobulillares. Mientras que el virus sincitial respiratorio es el patógeno más frecuente en la población pediátrica, los hallazgos tomográficos se caracterizan por disposición peribronquial, opacidades de configuración en árbol en gemación y engrosamiento de la pared bronquial en la fase temprana (Garg *et al.*, 2019; Koo *et al.*, 2018).

La familia de influenza virus causa infecciones que se autolimitan, sin embargo, en pacientes que cursan con comorbilidades pueden desarrollar cuadros severos (comúnmente en subtipos A). En la placa de tórax y la CT se observan infiltrados reticulonodulares bilaterales, zonas de consolidación de aspecto nodular o irregulares que tienden a confluir con predominio en lóbulos inferiores, los infiltrados en vidrio despulido se hacen evidentes en la tomografía computarizada (Garg *et al.*, 2019;

Koo *et al.*, 2018). En el subtipo H5N1 los pacientes cursan con infiltrados en vidrio despulido multifocales, nódulos centrolobulillares, pseudocavitación, neumatoceles y linfadenopatias (Koo *et al.*, 2018).

Existe otro grupo de virus que producen síndrome de dificultad respiratoria aguda entre los que destacan la influenza (Garg *et al.*, 2019), el coronavirus SARS, el coronavirus del medio oriente (MERS) (Garg *et al.*, 2019; Koo *et al.*, 2018), el SARS-CoV2 reportado por primera vez en 2019. En estas patologías los hallazgos descritos en la radiografía se han clasificado en: 1) típicos, caracterizados por opacidades, infiltrados en vidrio despulido o consolidación con distribución periférica, bilaterales, de predominio en lóbulos inferiores; 2) indeterminados con disposición central, unilateral y de predominio en lóbulos superiores; 3) atípicos como neumotórax, derrame pleural, consolidación lobar, nódulo solitario o pequeños y difusos, cavitaciones o edema pulmonar y características negativas sin opacidades pulmonares. Sin embargo, en algunos pacientes los estudios radiológicos del tórax pueden ser normales. Se ha reportado en la literatura un tiempo de progresión de los hallazgos entre los días 10 y 12 de la enfermedad (Litmanovich *et al.*, 2020). En TC el vidrio despulido periférico bilateral es el signo radiológico más frecuente, otros signos descritos son: el broncograma aéreo y el engrosamiento del intersticio broncovascular. Sin embargo, la apariencia varía en relación con la duración de la enfermedad, ya que inicialmente puede ser normal, alcanzando el punto máximo entre los 6 y los 11 días, posteriormente el patrón mixto (vidrio despulido y consolidación) aparece entre los días 12 y 17 (Garg *et al.*, 2021). Garg *et al.*, reportan una progresión de las imágenes en vidrio despulido a consolidación en 85.7% de los casos (Garg *et al.*, 2021).

Existen múltiples agentes etiológicos de las neumonías de origen bacteriano, se dividen en adquiridas en la comunidad y, de origen intrahospitalario. Los patógenos aislados con mayor frecuencia son: *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae* y *Legionella pneumophila*, *Staphylococcus aureus* (Garg *et al.*, 2019). Se han descritos tres tipos de patrones propios: consolidación, nódulos peribronquiales y opacidad en vidrio despulido; pueden presentarse simultáneamente (Nambu *et al.*, 2014).

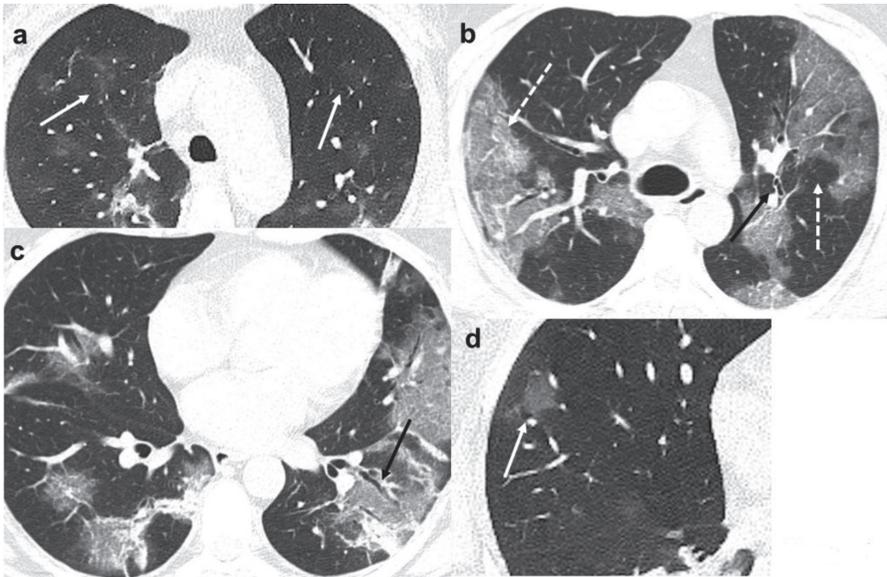


Figura 1. Tomografía computarizada de tórax de paciente con infección viral por SARS-CoV2; a), b), c), d) cortes axiales donde se observa infiltrados en vidrio despulido periféricos, bilaterales (flecha blanca), b) asociado a engrosamiento intersticial (flecha blanca punteada) y c) engrosamiento del intersticio broncovascular (flecha negra). Hospital General de Zona Número 48, Instituto Mexicano del Seguro Social

La neumonía adquirida más frecuente es lobar de predominio en lóbulos inferiores, característica de *Streptococcus pneumoniae*. La placa de tórax muestra zonas de consolidación irregulares, multilobulares que pueden ser bilaterales, con derrame pleural reactivo (Garg *et al.*, 2019; Nambu *et al.*, 2014; Vilar *et al.*, 2004). En la tomografía se hacen evidentes nódulos centrolobulillares y engrosamiento de la peribronquial (Vilar *et al.*, 2004).

La neumonía intrahospitalaria por *Staphylococcus aureus* se caracteriza por nódulos centrolobulillares, engrosamiento de la pared bronquial, consolidación periférica (algunas con cavitación), neumatocele, absceso pulmonar o empiema, figura 2 (Garg *et al.*, 2019; Vilar *et al.*, 2004).

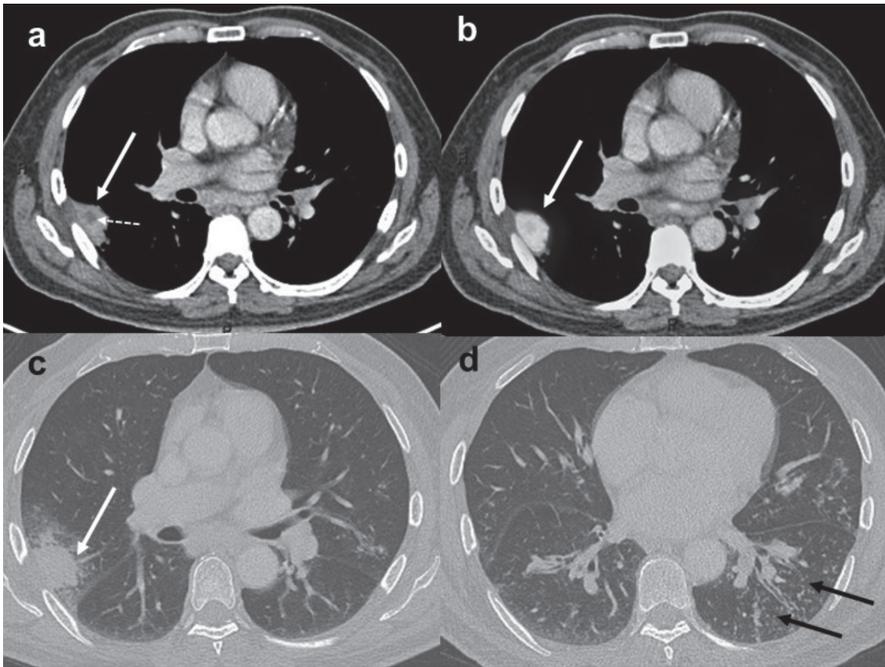


Figura 2. PET/CT de paciente con absceso pulmonar: a) ventana de mediastino; b) imágenes de fusión PET/CT con 18F-FDG; c) ventana pulmonar, se observa zona de consolidación subpleural (flecha blanca) en el segmento posterior del LSD, de bordes irregulares con incremento de la concentración del radiofármaco en su interior; se observa una imagen pseudonodular de menor realce (flecha blanca punteada), que mide 12 mm y tiene menor concentración del radiofármaco que en la periferia; d) se asocian con engrosamiento difuso de las paredes bronquiales, tapones mucosos y múltiples nódulos milimétricos centrilobulillares (flecha negra) con patrón de árbol en gemación. Cortesía Unidad Pet Facmed, UNAM.

ENFERMEDADES PULMONARES INFLAMATORIAS NO INFECCIOSAS

Estas patologías corresponden a un amplio grupo de enfermedades agudas o crónicas, que involucran diferentes estructuras como los espacios aéreos, el intersticio pulmonar o las estructuras vasculares (por ejemplo, arteritis de Takayasu). A su vez pueden ser de etiología autoinmune, posinfecciosa, por exposición ambiental, fármacos o idiopática (Nemec *et al.*, 2013), figura 3. En estos padecimientos los hallazgos radiológicos en las radiografías son inespecíficos.

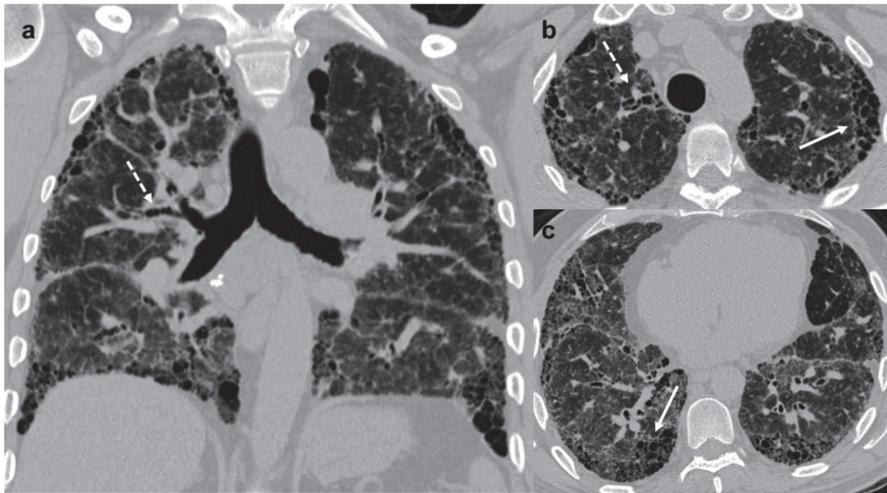


Figura 3. Tomografía computarizada de tórax de masculino con diagnóstico de fibrosis pulmonar idiopática. a) corte coronal; b), c) se observa patrón de panal de abejas generalizado de predominio periférico y en lóbulos inferiores (flecha blanca), asociado con bronquiectasia por tracción (flecha negra punteada). Hospital General de Zona Número 48, Instituto Mexicano del Seguro Social.

Un ejemplo de estas enfermedades es la histiocitosis de células de Langerhans, la cual se puede observar de forma temprana en la tomografía como un patrón micronodular (centrilobulillar) (Koo *et al.*, 2018; Nemec *et al.*, 2013). A medida que progresa se encontrarán cambios reticulonodulares y quísticos (1-3cm); los nódulos se desarrollan peribronquiales, miden de 1-10mm y algunos pueden cavitarse (Nemec *et al.*, 2013), los quistes al romperse pueden causar neumotórax (Huynh & Nguyen, 2021).

Otro trastorno no infeccioso es la sarcoidosis, el cual es un proceso granulomatoso sistémico. En la radiografía se observan adenopatías mediastinales (hiliares), simétricas y bilaterales, así como infiltrados reticulonodulares de predominio en los lóbulos superiores (Nemec *et al.*, 2013; Thillai *et al.*, 2021). La TC tiene mejor rendimiento para detectar las adenopatías, adicionalmente se encuentran calificaciones amorfas, en cáscara de huevo, micronódulos (1-5mm) peribroncovasculares y septos interlobulillares que conforman un aspecto de “tabiques con cuentas” (Nemec *et al.*, 2013; Spagnolo *et al.*, 2018). Al progresar la enfermedad los nódulos pueden confluir, existe distorsión de la arquitectura con formación del patrón de “panal de abejas” y bronquiectasias de tracción

(Nemec *et al.*, 2013; Spagnolo *et al.*, 2018). En la literatura se describe el patrón típico “galaxia sarcoide” que se caracteriza por opacidades en vidrio despolido con micronódulos diseminados.

NEOPLASIAS

De las diferentes neoplasias, el cáncer de pulmón es la causa de muerte más frecuente. Se divide en: 1) cáncer de células no pequeñas, el cual representa del 85 al 90% de los casos (Delgado Bolton *et al.*, 2019); 2) cáncer de células pequeñas, donde el tumor muestra un aspecto diverso, se localiza de forma central o periférica, es de composición sólida o con necrosis central y cavitación; la lesión puede tener bordes lisos, irregulares, espiculados; y en ocasiones se observa una consolidación o una opacidad en vidrio despolido, imitando un proceso infeccioso (Purandare & Rangarajan, 2015). Actualmente el sistema de estadificación del cáncer de pulmón engloba hallazgos en relación con: el tamaño del tumor, la extensión, la infiltración a la pared torácica o mediastinal, la presencia de adenopatías y la enfermedad a distancia (Purandare & Rangarajan, 2015).

El PET/CT con FDG permite diferenciar los nódulos pulmonares solitarios de actividad tumoral durante la estadificación y re estadificación del cáncer de pulmón (Delgado Bolton *et al.*, 2019). Se ha reportado una sensibilidad y especificidad de 71 y 91% para la detección del involucro ganglionar y la detección de metástasis. Siendo una herramienta valiosa en la toma de decisiones terapéuticas (disminución del 20% de las toracotomías en pacientes sometidos a PET/CT con FDG) (Purandare & Rangarajan, 2015) y en la valoración de respuesta al tratamiento (Delgado Bolton *et al.*, 2019). Figuras 4, 5.

Por otra parte, en pacientes con linfoma el PET/CT con FDG es la modalidad de imagen de elección para la estadificación, re estadificación y valoración de respuesta al tratamiento, ya que muestra una sensibilidad y especificidad de 94% y 100% respectivamente comparativamente con lo encontrado en la literatura respecto a la tomografía con 88% y 86% de sensibilidad y especificidad (Carter *et al.*, 2017).

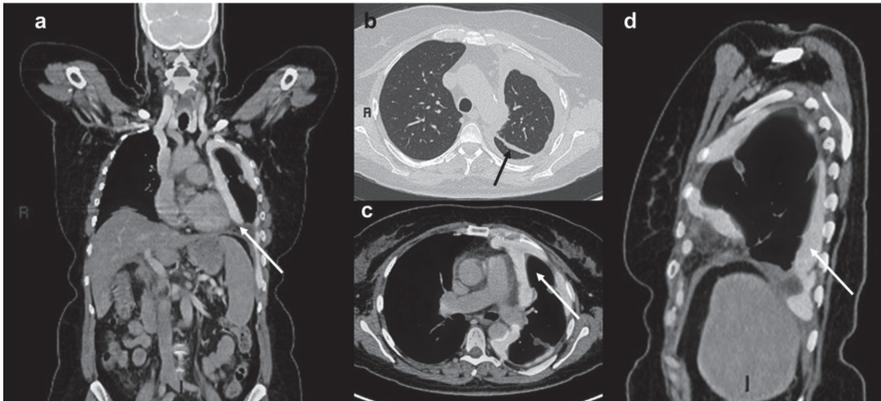


Figura 4. PET/CT con 18F-FDG de femenino con diagnóstico de mesotelioma irreseccable en pulmón izquierdo. a), c), d) Imágenes de fusión, se observa engrosamiento nodular heterogénea de la pleura (flecha blanca) en toda su extensión con diámetro de hasta 16 mm, asociado a incremento del metabolismo; b) ventana para parénquima pulmonar, presencia de engrosamiento cisural (flecha negra) en hemitórax izquierdo con presencia de derrame loculado en cisura oblicua mayor. Cortesía Unidad Pet Facmed, UNAM.

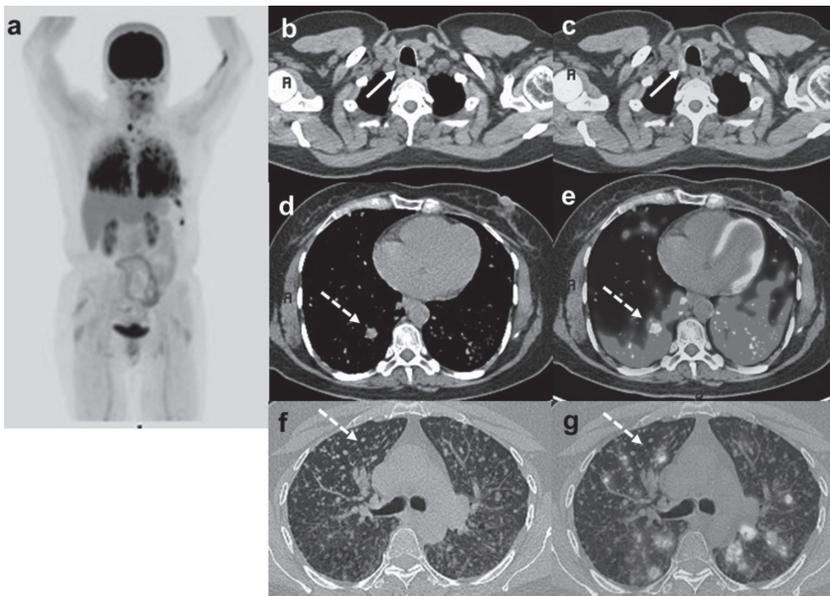


Figura 5. PET/CT con 18F-FDG de femenino con diagnóstico de cáncer papilar de tiroides metastásico con antecedente de tiroidectomía; a) MIP, b), c) corte axial e imagen de fusión con ventana para mediastino con adenopatía cervical paratraqueal superior (flecha blanca), con incremento de la concentración del radiofármaco, d), e), f), g) cortes axiales en tórax con ventana par amediastino y parénquima pulmonar con presencis de incontables nódulos (flecha blanca punteada), distrobuidos de forma bilateral y difus; menores a 6 mm; algunos muestran metabolismo glucolítico incrementado. Cortesía Unidad Pet Facmed, UNAM.

NÓDULO PULMONAR SOLITARIO (NPS)

Es una entidad patológica de importancia, debido a la alta frecuencia con la que se encuentra en los estudios de imagen del tórax. El NPS se define como una opacidad radiológica del parénquima pulmonar menor a 3cm de diámetro máximo no asociada con lesiones pleuroparenquimatosas o mediastínicas relevantes. La mayoría son diagnosticados como hallazgos incidentales. Su incidencia es de 1 a 2 por cada 1,000 radiografías realizadas y puede ser la manifestación radiológica de muchas enfermedades, pero la mayoría corresponden con neoplasias, granulomas y hamartomas. La bibliografía refiere que del 20 al 30% de los pacientes diagnosticados con cáncer pulmonar se asocian con un NPS (Fintelmann *et al.*, 2015).

En la evaluación inicial del NPS se debe considerar el tamaño, la forma, el crecimiento y la atenuación (Zhan *et al.*, 2013). A medida que aumenta el tamaño del NPS, también aumenta la probabilidad de malignidad. Los nódulos menores de 4mm, tienen probabilidad <1% de malignidad. Los nódulos con diámetro >8mm tienen probabilidad de malignidad del 10-20%. En cuanto a los márgenes de los nódulos sólidos, los bien definidos y de contornos suaves tienen más probabilidad de ser benignos, mientras que los nódulos malignos se asocian con márgenes espiculados y contornos lobulados o irregulares. Hay algunos signos por TC que pueden presentarse, como el signo del halo. Este es un anillo mal definido en vidrio despulido que rodea al nódulo, se presenta en varias entidades patológicas como la hemorragia, la inflamación, algunas neoplasias como el adenocarcinoma in situ, el sarcoma de Kaposi, metástasis por angiosarcoma, coriocarcinoma y osteosarcoma. El signo del atolón o halo inverso es un área central de atenuación en vidrio despulido, rodeada de consolidación, este signo se describió en la neumonía criptogénica (Truong *et al.*, 2014).

Los nódulos con índices de atenuación grasa en el interior, aunque no son exclusivos, sí son característicos de hamartomas. Otras causas por las que se presentan son metástasis pulmonares por liposarcoma o de carcinoma de células renales, así como neumonía lipoidea. Las calcificaciones habitualmente se presentan con densidades mayores a 200 UH;

si son centrales, laminadas, difusas y en palomitas de maíz o condroides, se asocian con patologías benignas. Los tumores malignos rara vez tienen una calcificación y cuando la presentan, son excéntricas. La cavitación es otro hallazgo que se puede observar tanto en patologías benignas como malignas, donde se vuelve relevante valorar el grosor de la pared; si la pared es mayor de 15mm el riesgo de malignidad se encuentra por arriba del 95%; mientras que, si la pared es de 5mm o menor, la probabilidad de benignidad es del 92%. El signo del broncograma aéreo se presenta en 29% de los nódulos malignos y en 6% de los nódulos benignos. En cuanto a los nódulos subsólidos, estos pueden tener atenuación puramente en vidrio esmerilado o ser parcialmente sólidos con áreas de atenuación de tejidos blandos intercaladas con áreas de atenuación en vidrio esmerilado. También, en la evaluación del NPS hay que considerar el realce posterior a la administración de medio de contraste yodado intravenoso; los nódulos malignos típicamente realzan más de 20 UH y los nódulos benignos generalmente realzan menos de 15 UH. También se ha descrito que los nódulos que se localizan en lóbulos superiores tienen mayor probabilidad de ser malignos (Truong *et al.*, 2014).

Los adenocarcinomas representan aproximadamente 50% de todos los cánceres pulmonares y es frecuente que se manifiesten como un NPS. Es importante evaluar el tiempo de duplicación, término que se refiere al tiempo en el cual el nódulo duplica su volumen. Se dice que, en una lesión esférica, el doble del volumen corresponde con un incremento del 30%. Las neoplasias malignas tienen tiempos de duplicación que oscilan entre los 20 y 400 días. Los crecimientos más rápidos suelen deberse a procesos inflamatorios agudos (Truong *et al.*, 2014).

Para que un nódulo sea visible en la radiografía debe tener un diámetro mayor a 9 mm. Si se mantiene con un tamaño estable durante dos años, en comparación con las Rx previas, existe mayor probabilidad de ser benigno y no requiere seguimiento.

De acuerdo con las recomendaciones de la Sociedad Fleischer, si existe un nódulo pulmonar solitario de aspecto sólido mayor a 8mm, ya sea en pacientes con bajo o alto riesgo se debe considerar CT en tres meses o realizar PET/CT con FDG para caracterizarlo (Truong *et al.*, 2014).

TUMORES DEL MEDIASTINO

En la radiografía de tórax las lesiones pequeñas pueden pasar desapercibidas. Cuando los tumores son de mayor tamaño se observa masas de tejidos blandos que obliteran los contornos normales del mediastino y pérdida de la interfase con las diferentes líneas descritas, por ejemplo, la línea paratraqueal o paravertebral, entre otras. Se observa el signo de la silueta que se refiere a la pérdida del borde normal de las estructuras intratorácicas (Carter *et al.*, 2017).

La tomografía de tórax ofrece la ventaja de abordar los tumores de acuerdo con el compartimento y su contenido (mediastino prevascular, visceral y parabertebral). Las neoplasias más comunes involucran el mediastino anterior y en orden de frecuencia son las de origen epitelial tímica (timoma, cáncer tímico y tumores neuroendocrinos) y linfoma (Carter *et al.*, 2017). Figura 6.

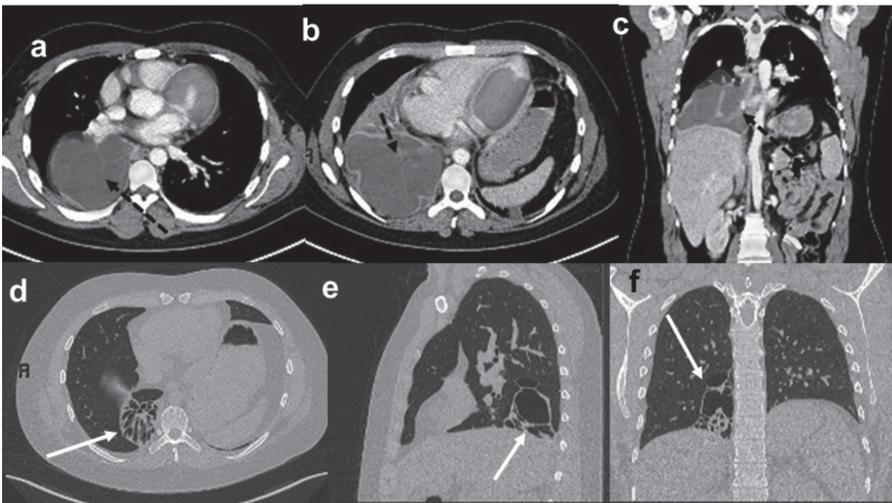


Figura 6. PET/CT con 18F-FDG de masculino de 24 años con diagnóstico de tumor germinal mixto posterior a tratamiento d), e) corte axial con ventana para parénquima pulmonar; f) corte coronal, se observa engrosamiento de la pared bronquial, asociado a bronquiectasia cilíndrica y quística en el segmento apical posterior y medial de lóbulo inferior derecho (flechas blancas); a), b), corte axial con ventana para mediastino; c) corte coronal adyacente a una lesión pulmonar heterogénea en el lóbulo inferior ipsilateral, asociado a incremento del metabolismo glucolítico (flechas punteadas). Cortesía Unidad Pet Facultad, UNAM.

La apariencia del linfoma de mediastino en TC se caracteriza por una lesión de tejidos blandos con leve realce, asociado con linfadenopatías cervicales y axilares, a pesar de que existen otras neoplasias una propiedad para distinguir esta entidad es que rodean las estructuras vasculares, pero no las invaden (Carter *et al.*, 2017).

CONCLUSIÓN

Como hemos observado, el diagnóstico por imagen del tórax ha evolucionado a la par que los hallazgos tecnológicos nos han ofrecidos avances científicos que han revolucionado las técnicas de imagen a través de las aplicaciones médicas de los rayos X y los rayos gamma. Conocer las características de cada uno de los métodos de imagen, su utilidad, así como los hallazgos que podemos encontrar en cada uno de ellos, nos permite determinar el beneficio real que el método diagnóstico tiene para nuestro paciente.

REFERENCIAS

- Ávila-Rodríguez, M. Á., Rivera-Bravo, B., Kerik-Rotenberg, N. E., Vallejo, E., Herranz-Carnero, M., & Buelna-Cano, C. (2019). Estado actual y perspectivas de la imagen molecular PET en México. *Gaceta Médica de México*, 155(4), 436-444. <https://doi.org/10.24875/gmm.19005257>
- Bosch, E. (2004). Sir Godfrey Newbold Hounsfield y la tomografía computada, su contribución a la medicina moderna. *Revista Chilena de Radiología*, 10(4), 183-185.
- Calzado, A., y Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones. *Revista de Física Médica*, 11(3).
- Carter, B. W., Benveniste, M. F., Madan, R., Godoy, M. C., de Groot, P. M., Truong, M. T., Rosado-de-Christenson, M. L. & Marom, E. M. (2017). ITMIG Classification of Mediastinal Compartments and Multidisciplinary Approach to Mediastinal Masses. *RadioGraphics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 37(2), 413-436. <https://doi.org/10.1148/rg.2017160095>
- De Alba-Guevara, C. A., De Alba-Quintanilla F., & Casián Castellanos, G. (2018). La Ciudad de México, cuna del primer estudio radioogico en la Republica Mexicana. *Gaceta Médica de México*, 154, 527-531.

- Delgado Bolton, R. C., Calapaquí-Terán, A. K., Giammarile, F., y Rubello, D. (2019). El papel de la PET/TC con 18F-FDG en el establecimiento de nuevas modalidades clínicas y terapéuticas en el cáncer de pulmón. Una breve revisión. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular*, 38(4), 229–233. <https://doi.org/10.1016/j.remn.2019.02.003>
- Encalada Morocho, V.N., (2023). Capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, comu-nidad de Agato, Otavalo 2022–2023 [Tesis de Licenciatura]. Universidad Técnica del Norte.
- Fintelmann, F., Bernheim, A., Digumarthy, S., Lennes, I., Kalra, M., Gilman, M., Shepard, J. (2015). The 10 pillars of Lung Cancer Screening: Rationale and Logistics of a Lung Cancer Screening Program. *Radiographics*, 35(7), 1893–1908. <https://doi.org/10.1148/rg.2015150079>
- Garg, M., Gupta, P., Maralakunte, M., Kumar-M, P., Sinha, A., Kang, M., Agarwal, R., & Sandhu, M. S. (2021). Diagnostic accuracy of CT and radiographic findings for novel coronavirus 2019 pneumonia: Systematic review and me-ta-analysis. *Clinical Imaging*, 72, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.11.021>
- Garg, M., Prabhakar, N., Gulati, A., Agarwal, R., & Dhooria, S. (2019). Spectrum of imaging findings in pulmonary infec-tions. Part 1: Bacterial and viral. *Polish Journal of Radiology*, 84, 205–213. <https://doi.org/10.5114/pjr.2019.85812>
- Giménez Palleiro, A., & Franquet, T. (2013). Patrones radiológicos en la enfermedad pulmonar intersticial. *Seminarios de la Fundación Española de Reumatología*, 14(4), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.semreu.2013.05.002>
- Gotway, M., Reddy, G., Webb, R., Elicker, B., & Leung, J. (2005). High-resolution CT of the lung: patterns of disease and differential diagnoses. *Radiol Clin North Am*, 43(3), 513–542. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2005.01.010>
- Huynh, K. N., & Nguyen, B. D. (2021). Histiocytosis and Neoplasms of Macrophage-Dendritic Cell Lineages: Multimodal-ity Imaging with Emphasis on PET/CT. *RadioGraphics*, 41(2), 576–594. <https://doi.org/10.1148/rg.2021200096>
- Koo, H. J., Lim, S., Choe, J., Choi, S.-H., Sung, H., & Do, K.-H. (2018). Radiographic and CT Features of Viral Pneumonia. *RadioGraphics*, 38(3), 719–739. <https://doi.org/10.1148/rg.2018170048>
- Litmanovich, D. E., Chung, M., R. Kirkbride, R., Kicska, G., & P. Kanne, J. (2020). Review of Chest Radiograph Findings of COVID-19 Pneumonia and Suggested Reporting Language. *Journal of Thoracic Imaging*, 35(6), 354-360. <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000541>
- López-Durán, F. A., Zamora-Romo, E., Alonso-Morales, J. L., & Mendoza-Vásques, G. (2007). Tomografía por Emisión de Positrones: los nuevos paradigmas. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 10(1), 26–35. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43211941004>

- Nemec, S. F., Eisenberg, R. L., & Bankier, A. A. (2013). Noninfectious Inflammatory Lung Disease: Imaging Considerations and Clues to Differential Diagnosis. *American Journal of Roentgenology*, 201(2), 278–294. <https://doi.org/10.2214/AJR.12.9772>
- Purandare, N. C., & Rangarajan, V. (2015). Imaging of lung cancer: Implications on staging and management. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 25(02), 109–120. <https://doi.org/10.4103/0971-3026.155831>
- Salinas Miranda, E., Cifuentes, L. K., Vélez, J. G., & Pinzón, B. A. (2018). Enfoque inicial de las alteraciones mediastina-les: revisión de sus referencias anatómicas radiográficas. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(6), 380–395. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2017.10.010>
- Sánchez, T., & Concha, I. (2018). Estructura y Funciones del Sistema Respiratorio. *Neumología Pediátrica*, 13(3), 101–106.
- Spagnolo, P., Rossi, G., Trisolini, R., Sverzellati, N., Baughman, R. P., & Wells, A. U. (2018). Pulmonary sarcoidosis. *The Lancet Respiratory Medicine*, 6(5), 389–402. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(18\)30064-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(18)30064-X)
- Thillai, M., Atkins, C. P., Crawshaw, A., Hart, S. P., Ho, L.-P., Kouranos, V., ... Wells, A. U. (2021). BTS Clinical Statement on pulmonary sarcoidosis. *Thorax*, 76(1), 4–20. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2019-214348>
- Townsend, D. W. (2008). Positron emission Tomography/computed tomography. *Seminars of Nuclear Medicine*, 38(3), 152–166. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2008.01.00>
- Truong, M. T., Ko, J. P., Rossi, S. E., Rossi, I., Viswanathan, C., Bruzzi, J. F., Marom, E. M., & Erasmus, J. J. (2014). Update in the Evaluation of the Solitary Pulmonary Nodule. *RadioGraphics*, 34(6), 1658–1679. <https://doi.org/10.1148/rg.346130092>
- Vázquez Bañuelos, J. (2010). Dosis en Cristalino, Tiroides y Gónadas en un Estudio de Radiodiagnóstico por TC [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Zacatecas
- Vilar, J., Domingo, M. L., Soto, C., & Cogollos, J. (2004). Radiology of bacterial pneumonia. *European Journal of Radio-logy*, 51(2), 102–113. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2004.03.010>
- Wacholtz, E. H. (2017). *History and Development of PET*.
- Zhan, P., Xie, H., Xu, C., Hao, K., Hou, Z., & Song, Y. (2013). Management strategy of solitary pulmonary nodules. *Journal of Thoracic Disease*, 5(6), 824–829.

ENDOSCOPIA

GILDARDO CORTÉS JULIÁN

Shigeto Ikeda de Tokio, Japón, en 1966, introdujo al mundo el broncoscopio flexible de fibra óptica en el noveno congreso internacional de enfermedades del torax en Copenhagen (Colt, 2015). Este evento sucedió cuatro años después de la publicación de *Surgery of the Chest* de Gibbon (1962). El libro de Gibbon en su primera edición representa un compendio de 35 capítulos escritos casi totalmente por médicos de los Estados Unidos. La primera gran diferencia que vamos a ver, 60 años después, es el empleo de nuevos dispositivos para resolver los problemas dentro del campo de la cirugía de tórax.

Otras diferencias a tomar en cuenta es el hecho que el campo de la endoscopia se ha subdividido en varias áreas, aunque el cirujano torácico puede realizar intervenciones en vía aérea, así como en esófago. Se han establecido las siguientes disciplinas con el siguiente perfil:

1. Broncoscopista clínico: subespecialista generalmente derivado de la neumología con capacitación para el uso diagnóstico o terapéutico tanto de broncoscopio rígido o flexible.
2. Endoscopista clínico: subespecialista generalmente derivado de la gastroenterología, con capacitación para el uso de penendoscopio flexible.

Actualmente cirujanos torácicos generales, anestesiólogos, broncoscopistas, endoscopistas digestivos, intensivistas y en algunas escuelas otorrinolaringólogos tienen adiestramiento para el uso del endoscopio en el tórax, sin embargo, la práctica de la medicina actual se rige por consejos de especialización y profesiogramas, lo anterior implica que, ante la

necesidad de un procedimiento invasivo se recomienda que sea puesto en manos del personal más calificado disponible. En nuestro medio el cirujano de tórax generalmente se ocupa de la broncoscopia diagnóstica y terapéutica avanzada delegando la endoscopia digestiva al endoscopista gastroenterólogo.

En lo que respecta al capítulo de endoscopia de *Surgery of the Chest*, Daly y Spencer (1962, pp.47-49) describen de forma detallada los instrumentos (broncoscopio rígido, pinzas de cuerpo extraño y aspiradores) así como las maniobras básicas para su operación.

Actualmente los cirujanos de tórax contamos con tecnología e instrumentos muy evolucionados. Hablando del mismo broncoscopio rígido, este ha evolucionado de la siguiente manera:

- Se ha introducido la fibra óptica y la video cámara al dispositivo en tiempo real. Lo anterior ha tenido múltiples impactos a nivel diagnóstico, terapéutico, y educativo. La posibilidad de tener una imagen digital de alta definición nos lleva a identificar lesiones más pequeñas y tempranas. Así mismo dicho recurso posibilita un mayor margen de precisión en las intervenciones, hasta 20 veces superior a hacerlo bajo visión directa. Ahora podemos resear lesiones en forma más completa, y de mayor complejidad. Otro aspecto interesante es la posibilidad de guardar los videos de los procedimientos para análisis no solo en tiempo real sino en reproducirlos en realidad virtual para que los futuros médicos y cirujanos de tórax no se pierdan del detalle y la posibilidad de interacción cirujano-estudiante. Por si fuera poco, en casos complejos la telemedicina ha logrado que un experto en la materia que vive a miles de kilómetros del sitio donde se opera un paciente pueda colaborar en tiempo real con comentarios y consejos prácticos.
- Los instrumentos con los que se cuenta actualmente permiten resear, hacer hemostasia y hasta reparar en forma efectiva y segura. Contamos con dispositivos de energía ultrasónica, cauterio, argón, LASER, crioenergía, para realizar corte de lesiones

con mínimo sangrado. Usamos hemostáticos tópicos a base de celulosa y almidón para detener los sangrados en forma casi inmediata. Los dispositivos de clipaje permiten cerrar vasos sanguíneos visibles, los globos de intervencionismo endoscópico permiten dilatar estenosis y cohibir sangrados.

- Tenemos prótesis especiales para mantener permeable la vía aérea y para cubrir defectos fistulosos.

Lo anterior ha resultado en que el alcance de la broncoscopia rígida actual sea muy superior a lo que se representó en *Surgery of the Chest*.

Es bien sabida la imposibilidad del broncoscopio rígido para canular los lóbulos superiores de ambos pulmones; en este campo la broncoscopia flexible ha permitido llegar a la evaluación y el diagnóstico temprano de lesiones en esta localización (Vaidya *et al.*, 2015).

El trauma sobre los tejidos se minimiza y con ello la posibilidad de complicaciones. La posibilidad de causar alteraciones cardiovasculares al introducir un instrumento rígido a través de la garganta y cuerdas vocales se disminuye sustancialmente al utilizar equipos de broncoscopia flexible y finalmente la comodidad para realizar estos procedimientos es mucho mayor lo cual permite que la mayoría de ellos se realicen bajo sedación superficial o profunda con buen confort para los pacientes.

Hoy día los broncoscopios flexibles tienen una definición (Colt, 2015) o número de líneas por pulgada, de hasta 4K UHD es decir ocho millones de píxeles horizontales (Healthcare-in-europe.com, 19 de mayo de 2016). Esto se logra acoplado un monitor a una cámara de la misma definición. Así es como hoy día podemos ver dentro de los organismos con una nitidez y detalle excepcional que no pierde las características del tejido vivo y da una sensación de profundidad muy necesaria en la práctica.

Daly y Spencer describen la realización de broncoscopia rígida bajo anestesia tópica. Incluso afirman que es una contraindicación el uso de anestesia general. Hablan de un procedimiento muy bien tolerado, aunque en párrafos posteriores mencionan que una complicación es la imposibilidad para realizar dichos procedimientos por falta de cooperación del paciente.

El manejo anestésico ha cambiado durante 60 años igual o en mayor medida con respecto a los avances quirúrgicos. Hoy día la seguridad de la anestesia general es muy alta. El inicio y el tiempo de acción de los anestésicos intravenosos permiten que los pacientes ingresen a un plano anestésico profundo en pocos segundos y permiten asimismo la emergencia de la anestesia en escasos minutos después de terminar el procedimiento.

Los relajantes musculares de acción intermedia y corta permiten realizar este procedimiento con completa parálisis de los músculos de la vía aérea lo cual disminuye la posibilidad de un trauma penetrante al introducir un broncoscopio rígido.

El efecto de estos relajantes se puede revertir inmediatamente gracias a la acción del Sugammadex(Bridion®), el cual fue introducido en 2008 en Europa y 2015 en Estados Unidos (Lee y Jung, 2022).

La anestesia total intravenosa (TIVA) consiste en lograr sedación y analgesia completa a través de fármacos intravenosos, en emplear gases. Lo anterior es muy apropiado para los procedimientos de vía aérea ya que no son infrecuentes las desconexiones del circuito de anestesia o las fugas de gas durante la intervención, lo cual hace que el plano anestésico se pierda con facilidad (Schleicher y Groeben, 2020).

Por lo anterior la pregunta ética obligada es si hacer una broncoscopia rígida bajo anestesia tópica y sedación es una práctica adecuada con los adelantos de nuestros tiempos. El introducir un instrumento rígido frío de más de 8mm de diámetro a través de las cuerdas vocales es un acto que produce una sensación de ahogo inminente y es muy poco probable que cualquier paciente en el planeta se sienta comfortable con esto. En nuestro medio actual los pacientes demandan un procedimiento en el que las molestias sean mínimas o nulas, es por lo que ya no realizamos este tipo de procedimientos bajo anestesia local.

En el libro *Surgery of the Chest* se detallan las complicaciones del procedimiento de broncoscopia rígida realizada con anestesia local y sedación con barbitúricos. Comienza hablando del contexto en el cual se debe o no realizar una broncoscopia rígida en un paciente con una

hemorragia pulmonar activa, inclinándose hacia evitar la misma cuando el paciente se encuentra crítico.

Hoy día la broncoscopia rígida y la flexible, por supuesto, están indicadas en un paciente con una hemorragia pulmonar aguda, de hecho, es una oportunidad para salvar la vida del paciente poder identificar el sitio de sangrado. De ser este muy abundante que impida limpiar el campo a pesar de dispositivos de aspiración muy efectivos, se puede optar por taponar el sitio con un globo bloqueador bronquial o aun un catéter de Fogarty. Caso contrario si la hemorragia no es tan abundante se puede utilizar alguna de las opciones múltiples con las que contamos para realizar hemostasia tópica a nivel de la pared del árbol bronquial, entre ellas se encuentra el LASER CO₂, argón, cauterio, químicos como nitrato de plata por mencionar algunos.

En lo que respecta a la perforación Daly y Spencer fueron muy enfáticos en asociarla con pacientes que no fueron cooperadores con el procedimiento. Actualmente la posibilidad de perforar la vía aérea se vuelve un acto de habilidad o destreza del cirujano para introducir el broncoscopio rígido, debido a que se ha eliminado el factor “cooperación” del paciente.

Otra complicación mencionada es el edema laríngeo o de vía aérea proximal por un procedimiento de broncoscopia rígida. Sabemos que los niños siguen siendo un factor de riesgo debido al menor calibre de la vía aérea y la facilidad con la que un edema de las paredes puede ocluir su totalidad; sin embargo, los protocolos que llevan a administrar medicamentos que disminuyen el edema de la vía aérea antes del procedimiento, así como la posibilidad de utilizar epinefrina racémica durante el mismo han hecho que los broncoscopistas pediátricos cada vez se enfrenten menos con este tipo de problema. Se menciona la posibilidad de que se desprendan segmentos de los instrumentos dentro de la vía aérea. Hoy en día esto es prácticamente imposible ya que es un marcador de calidad que un instrumento para manipular la vía aérea tenga los componentes ensamblados de una forma que no se puedan desprender segmentos.

Daly y Spencer especifican algunas contraindicaciones para la realización de una broncoscopia rígida. La incapacidad para evaluar la vía aérea por problemas para la hiperextensión cervical se puede resolver

fácilmente con ayuda de un broncoscopio flexible en nuestros días. Asimismo, la broncoscopia rígida en un paciente con problemas de *Miastenia gravis* o enfermedad cardiovascular terminal no siempre es una contraindicación si el beneficio de la intervención en la vía aérea sobrepasa a los riesgos, ya que con las técnicas anestésicas y de ventilación mecánica actuales se puede mantener al paciente en condiciones de estabilidad durante el procedimiento.

La evaluación preoperatoria ha hecho que los riesgos anestésicos sean cada vez menores, en la actualidad disponemos de herramientas de gabinete que discriminan de una forma muy confiable los enfermos con gran afectación cardiopulmonar como los es la prueba de consumo de oxígeno o prueba cardiopulmonar.

Una observación importante es el hecho de que la secuencia que lleva a la indicación de una evaluación broncoscopia no ha cambiado con el paso de los años. El papel de la clínica y el interrogatorio realizados en forma directa con el paciente no se ha podido sustituir a pesar de los múltiples avances tecnológicos y del conocimiento en la medicina. Solo se indica broncoscopia a los pacientes en quienes después de un profundo interrogatorio y detallada exploración física se encuentre la necesidad de revisar la vía aérea para tomar muestras o para realizar alguna intervención.

Un aspecto muy interesante, y que en el libro en cuestión no se comenta, es el hecho de que el perfeccionamiento de las técnicas de análisis de patología ha llevado a que se pueda establecer diagnóstico de enfermedades con técnicas menos invasivas. Es decir, la necesidad de retirar grandes volúmenes de tejido de la vía aérea está cayendo en desuso, esta conducta se justifica solamente en el caso de un *debulking*, es decir, permeabilización del bronquio o de una lesión tumoral u obstructiva.

Por otro lado, hoy día se puede establecer diagnóstico con escasas células obtenidas por aspirado o cepillado y, gracias a las técnicas moleculares, el grado de detalle que se tiene sobre el material genético es casi absoluto. Es decir gracias a los programas de secuenciación genética (Yamaguchi *et al.*, 2012) se puede establecer el origen de cada célula tumoral aislada así como los marcadores pronósticos de respuesta a terapia blanco. De ello se deriva que la broncoscopia flexible es suficiente para

obtener tejido con fines de diagnóstico (Sturgis *et al.*, 2016). Y la broncoscopia rígida se ha relegado a su papel de intervencionismo.

REFERENCIAS

- Colt, H. G. (2015). *The-Essential-Flexible-Bronchoscopist*, (2nd-Edition). Bronchoscopy International.
- Daly, J. F., & Spencer, F. C. (1962). Endoscopy. En J. H. Gibbon (ed.). *Surgery of the Chest* (1ª ed., cap. 3, pp. 46-63). W. B. Saunders Company.
- Gibbon, J. H. (1962). *Surgery of the Chest* (1st ed.). W. B. Saunders Company.
- Lee, H. Y., & Jung, K. T. (2022). Advantages and pitfalls of clinical application of sugammadex. *Anesthesia and Pain Medicine*, 17(3), 341. <https://doi.org/10.17085/apm.19099.e1>
- Schleicher, A., & Groeben, H. (2020). Anesthetic considerations for tracheobronchial surgery. *Journal of Thoracic Disease*, 12(10), 6138–6142. <https://doi.org/10.21037/jtd.2020.02.52>
- Sturgis, C. D., Marshall, C. B., Barkan, G. A., Booth, C. N., Kurtycz, D. F. I., Souers, R. J., Keylock, J. B., Tabatabai, Z. L., Russell, D. K., Moriarty, A. T., Doyle, M. A., Thomas, N., Yildiz-Aktas, I. Z., Collins, B. T., Laucirica, R., & Crothers, B. A. (2016). Respiratory cytology - Current trends including endobronchial ultrasound-guided biopsy and electromagnetic navigational bronchoscopy: Analysis of data from a 2013 supplemental survey of participants in the college of American pathologists interlaboratory . *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 140(1), 22–28. <https://doi.org/10.5858/arpa.2014-0635-CP>
- Healthcare-in-europe.com (19 de mayo de 2016). The ultra high-definition monitor. <https://healthcare-in-europe.com/en/news/the-ultra-high-definition-monitor.html>
- Vaidya, P. J., Leuppi, J. D., & Chhajed, P. N. (2015). The evolution of flexible bronchoscopy: From historical luxury to utter necessity!! *Lung India*, 32(3), 208–210. <https://doi.org/10.4103/0970-2113.156212>
- Yamaguchi, F., Kugawa, S., Tatenno, H., Kokubu, F., & Fukuchi, K. (2012). Analysis of EGFR, KRAS and P53 mutations in lung cancer using cells in the curette lavage fluid obtained by bronchoscopy. *Lung Cancer*, 78(3), 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2012.08.014>

Inserción de broncoscopio rígido Storz de 12mm en paciente con traqueostomía previa y estridor a pesar de ella. Adicional se observa videobroncoscopio flexible Pentax 5.2mm con canal de trabajo. Generalmente las intervenciones de broncoscopia modernas demandan el uso de múltiples dispositivos. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V.



Video broncoscopio BF-XP160F EVIS EXERA, tubo de 2.8mm, canal de trabajo de 1.2mm que permite llegar a bronquios subsegmentarios. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V.



Videobroncoscopio desechable AMBU, slim 2.8mm de tubo de trabajo con canal de trabajo de 1.2mm, empaque estéril listo para usarse. Se conecta a monitor portátil de definición intermedia. Útil para intervenciones en pacientes infecto-contagiosos o con necesidad de procedimientos rápidos que no requieren alta definición, p.ej. intubación. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V.



Broncoscopio Rígido Storz con pinzas de broncoscopia y dispositivos para introducir prótesis de silicon en vía aérea. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V.

Broncoscopia de limpieza con videobroncoscopio AMBU de 5.2mm, a través de mascarilla laríngea Igel, se observa que durante el mismo evento quirúrgico se realiza una videobroncoscopia rígida con un lente de Hopkins. Nótese la protección de las salientes óseas con un posicionador de hule espuma rosa. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V.



Tomas aéreas con propósito de seguridad del paciente y de enseñanza, monitores 4KUHD en distintas posiciones, tomógrafo con arco Artis Pheno dentro de sala para guiar colocación de prótesis en tiempo real. Mesa multiposición. Paciente con tumor obstructivo de bronquio principal y necesidad de resección con LASER y colocación de prótesis endoluminal. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V. y Centro Médico Puerta de Hierro Andares.

Tubo LASER, diseñado para permitir el uso intraluminal de LASER CO2 y KTP en vía aérea, la cobertura de acero inoxidable para que los rayos reflejados no rompan el tubo y pongan en contacto la chispa con el oxígeno. Los globos se llenan con solución salina para dispersar aún más calor y energía. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V.



Prótesis expansible de nitinol no recubierta, retirada de vía aérea por medio de broncoscopia rígida. Se observa tumor dentro de la misma lo cual ocasionaba atelectasia completa de pulmón izquierdo.



Imagen de monitor portátil AMBU, permite definición deficiente para localización de lesiones grandes. Sin embargo, la definición no es suficiente para cirugía de precisión. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V.





Caja completa de broncoscopio y esofagoscopio rígido, como se observa se cuenta con múltiples pinzas y conectores además de lente de Hopkins de alta definición. Hoy en día el estándar en calidad de imagen es 4K y la precisión de las intervenciones nos permite reseca en forma endoluminal tumores o estenosis. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V. .

Video laringoscopia de suspensión para la resección de estenosis subglótica con LASER CO2. Nótese el tubo LASER conectado al circuito de ventilación mecánica, las bombas de infusión para dar anestesia total intravenosa, el monitor cerebral BIS, la protección de las salientes óseas. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V. y Centro Médico Puerta de Hierro Andares.





Cierre de fistula broncopleurales compleja con Amplatzer en paciente con neumonectomía derecha por COVID 19, sala híbrida con tomógrafo en sala, además de múltiples pantallas 4KUHD. La precisión es fundamental para evitar mayores complicaciones en un paciente ya delicado. Imagen obtenida con permiso de COCARI Medical Solutions S. A. de C. V. y Centro Médico Puerta de Hierro Andares.

VALORACIÓN Y RIESGO PREOPERATORIO

ADOLFO JOSÉ CHÁVEZ NEGRETE

*No importa que todo esté ya dicho;
no había nadie escuchando...
André Gide*

Conviene aclarar antes de entrar al análisis de este interesante capítulo que, aunque históricamente el riesgo perioperatorio era realizado por el anestesiólogo, los médicos internistas, cardiólogos y en ocasiones otros especialistas, se les solicitaba una valoración preoperatoria de pacientes aparentemente sanos o portadores de alguna enfermedad anterior o reciente que implicara una evaluación no solo cardiovascular sino acorde a su enfermedad y a sus variables antropométricas.

El resultado ha sido que la evaluación “cardiovascular” a la que se le atribuían las principales causas de muerte perioperatoria ha sufrido recientemente cambios sustanciales, al ser cuestionada dadas las principales complicaciones que presentan los pacientes sometidos a procedimientos tanto cardiovasculares como no cardíacos; entre otros los trastornos de la coagulación, la disminución de filtrado glomerular, el antecedente de enfermedad pulmonar, mismos que imprimen un riesgo inminente de muerte en el trans y posquirúrgico (Prada, 1991).

Por otro lado, la definición de riesgo “operatorio” ha tenido que ser modificado a través del tiempo por “perioperatorio” ya que el paciente deberá de ser evaluado en todos los sistemas y en algunos casos de ser necesario estabilizarlo previo a la cirugía, con cuidados especiales transquirúrgicos y en la mayoría de las veces postquirúrgicos. Para ello se han establecidos guías de valoración, aunque su adopción ha dependido de la región y del momento en el que se aplican (CPG, 2019).

El capítulo en comento se caracteriza por limitarse a la evaluación específica del riesgo pulmonar, entendida esta como la reserva pulmonar ante la perspectiva de una resección, más o menos amplia, y es que más

del 50% de las valoraciones eran realizadas en pacientes que no presentaban ninguna o pocas comorbilidades y se solicitaban únicamente porque el paciente era mayor de 40 años y en particular en México constituía un requisito obedeciendo a las normas mexicanas para la práctica de anestesiología (NOM-170-SSA1-1998) a pesar de que las complicaciones que se presentan con mayor frecuencia eran respiratorias, de ahí la clasificación de Goldman establecidas 40 años atrás (Goldman, 1977).

Otro aspecto de cambio se refiere al demográfico de la población en la que se realizan las intervenciones, debido a la mayor edad y la presencia de enfermedades crónicas no transmisibles y la obesidad, más frecuentes hoy que en los sesentas y que incrementan el riesgo cardiovascular. Este es uno de los fuertes contrastes con el escenario de mediados del siglo pasado con la actualidad; hoy es indispensable tomar en cuenta varios factores que a través del tiempo modifican no solo las guías establecidas en su momento de la valoración perioperatoria, como el cambio epidemiológico poblacional, en el que cada vez más personas llegan a edades avanzadas, lo que conlleva un mayor número de enfermedades crónicas precedentes como la hipertensión, diabetes y dislipidemia, principales factores de riesgo cardiovascular, aún en las cirugías no cardíacas (Domínguez-Olguín, 2014).

El contraste se hace evidente cuando el autor de este capítulo William Adams explica, si bien en muchos pacientes la evaluación preoperatoria de la función pulmonar se puede realizar sin necesidad de estudios especiales y basarse únicamente en la historia clínica y examen físico cuidadoso, pero que existe un grupo de pacientes añosos en los cuales se requiere de información adicional sobre la función pulmonar.

Decimos que contrastan estos abordajes del riesgo perioperatorio ya que la recomendación de Adams se circunscribe en realizar una placa de tórax y un estudio fluoroscópico como estudios esenciales para la evaluación preoperatoria. Aunque nos advierte que puede no ser suficiente en algunos casos, en los que se justifica, por tanto, realizar pruebas de función pulmonar.

No obstante, en esos años –de mediados del siglo pasado– parece que existía una resistencia a reconocer el valor de medir la función pulmonar, para la evaluación preoperatoria y el concepto de una evaluación más amplia considerando las comorbilidades parece no estar presente.

A lo largo de la década de los 30 y 40 se hicieron esfuerzos –nos informa Adams– por desarrollar pruebas de función pulmonar confiables. Pero al parecer la necesidad de ecuaciones matemáticas complejas para su interpretación y la necesidad de tecnología costosa contribuyeron a una resistencia para su amplio uso, al grado de que por muchos años solo se utilizó una sola prueba de la función pulmonar: la *capacidad vital*, con base en la cual se decidía a favor o en contra de la cirugía y poder evaluar el riesgo. En el capítulo 5 “*Preoperative evaluation of pulmonary function*” Adams W. (Theruvath, 2014), en 1953 mencionaba que las pruebas de función pulmonar “normales” en niños y adultos menores de 50 años, que mostraban muy baja mortalidad quirúrgica (2%) aún con cirugías como neumonectomía, no se correlacionaba con el mal pronóstico observado en sujetos mayores de 50 años que podían portar daño pulmonar crónico como enfisema, lo que desacreditaba las pruebas de función pulmonar como un parámetro confiable para establecer el riesgo quirúrgico.

Si bien se identifica con claridad que la función pulmonar involucra la *ventilación*, la *respiración* y la *circulación* y que la afectación de una de estas o de su combinación impacta seriamente la fisiología y/o anatomía del paciente, y se reconoce la utilidad de los estudios en general, se señala como inconveniente o desventaja la necesidad de equipos costosos y de procedimientos prolongados lo que suele limitar su uso en la época del capítulo.

Sin duda una de las oportunidades más valiosas al realizar una evaluación perioperatoria es el análisis no solo del riesgo operatorio sino de las condiciones clínicas del individuo en el presente y el futuro inmediato y con ello impactar positivamente en el pronóstico del evento quirúrgico, ajustar tratamientos o incluso identificar en los estudios de laboratorio y de gabinete solicitados para la evaluación, padecimientos ocultos o asintomáticos que requieren más allá de una atención perioperatoria.

Debido a la transición epidemiológica en términos de edad y de las comorbilidades se dio paso a través del tiempo al advenimiento de nuevas técnicas de evaluación que son utilizadas en varios trabajos del riesgo pulmonar (Epstein, 1993) PRI (del inglés *pulmonary risk index*), el índice de riesgo cardíaco ThRCRI (del inglés *thoracic revised cardiac risk index*), predictores de falla renal aguda PARF (del inglés *predictors of acute renal*

failure) y la valoración de la Sociedad Americana de Anestesiología ASA (del inglés American Society of Anesthesiologists), fáciles de aplicar, no incluyen el monitoreo transoperatorio y menos aún, la presencia de padecimientos que modifican el riesgo establecido sin una comorbilidad descompensada o incluso secuelas de COVID (Domínguez-Olguín, 2014).

Hoy se reconoce a la complicación pulmonar postoperatoria, con mucho, la más prevalente de las complicaciones incluyendo las cardiovasculares y contribuyen de forma significativa en la morbimortalidad del paciente sometido a cualquier tipo de cirugía; no solo es la principal causa de muerte y de incremento de costos por mayor estancia hospitalaria, sino por los ingresos a las unidades de cuidados intensivos e intubación que agregan por sí mismo un riesgo más ominoso (Kheterpal, 2007).

La incidencia de complicaciones pulmonares varía según las comorbilidades, tipo de cirugía, edad y hoy en día los antecedentes de COVID (Guido Guerra, 2020) por lo que se han sugerido medidas especiales para el manejo de pacientes con SARS-Cov-2; al respecto existen diversas tablas de riesgo, pero la multiplicidad de factores, como las comorbilidades no consideradas en estas tablas pueden modificar el pronóstico; algunos lo han dividido en evaluación del riesgo post operatorio y predicción del riesgo.

El *score* de riesgo, que se refiere al riesgo de un paciente al ser comparado con otros bajo las mismas o similares circunstancias, es una definición que no se conocía en los años 60, ya que no se contaba con escalas o instrumentos de mayor precisión como ahora; sin embargo, a pesar de los avances de hoy, no permite una predicción individualizada de un efecto adverso concreto; por ejemplo, el Índice Cardíaco, *Surgical Risk Scale*, *Surgical Risk Score*, *Charlson Comorbidity Index* (Whitmore, 2014) o la escala de riesgo anestésico de la American Society of Anesthesiologists *Physical Score status (ASA-PS)* (ASA, 2011). Esta última, ampliamente usada; no obstante, no considera el procedimiento quirúrgico y presenta una baja precisión en valores mayores de ASA 2.

Los modelos de predicción de riesgo, (APACHE II y la escala POSSUM y P-POSSUM) por otro lado, estiman un pronóstico individual ya que consideran a los datos del paciente en un modelo de riesgo multivariable y aunque son más confiables, son más complejos en su aplicación en la

práctica clínica. Además, estos modelos, pueden predecir riesgos diferentes; este modelo dinámico y multivariable no existía en la época en la que Gibbon describió el riesgo preoperatorio.

La cirugía pulmonar ha tenido grandes aportaciones en la actualidad, ya que se cuenta no solo con los resultados de varios estudios sino de la incorporación de nuevas tecnologías que permiten con mayor precisión evaluar el riesgo del paciente, marcando una diferencia con la existente a mediados del siglo pasado. Desde luego que hay que considerar el riesgo cardíaco y añadir las variables respiratorias para descifrar un mejor pronóstico.

Emplear índices de riesgo cardíaco para estratificar el riesgo perioperatorio como el de LEE que comprende seis variables que facilita estimar el riesgo o el Índice de NSQIP (*Revised Cardiac Risk Index for Pre-Operative Risk*) que comprende 21 variables las cuáles deben ser ingresadas de manera electrónica en una aplicación en Internet (<https://riskcalculator.facs.org/RiskCalculator/about.html>) y que calcula el riesgo para ocho desenlaces. En pacientes con alto riesgo debe considerarse la determinación de troponinas cardíacas (cTnI y cTnT) antes de la cirugía y 48-72h después y realizar un electrocardiograma de 12 derivaciones preoperatorio y postoperatorio si hay uno o más factores de riesgo (Cid-Juárez, 2018).

Si bien en el texto de Gibbon se refiere a una prueba en la que se diferencian los requerimientos ventilatorios bajo una “prueba de caminata”, hoy día conocida como prueba de esfuerzo, evaluada a través de la medición de consumo de oxígeno (VO₂) y complementada con un ecocardiograma, Resonancia Magnética Nuclear, para mejor definir el manejo (Cid-Juárez, 2018).

La evaluación funcional respiratoria debe considerarse en aquellos pacientes en los que se planea una resección pulmonar, ya que permiten predecir el riesgo de complicaciones; sin embargo y, como mencionó Gibbon hace más de 60 años, hasta el momento no existe un prueba confiable para predecir la probabilidad de que un paciente tolere la toracotomía y la resección pulmonar, por lo que se deberá evaluar la función pulmonar estática mediante espirometría e intercambio gaseoso mediante la difusión de CO carbón monoxide lung difusión capacity (DLCO) capacidad de difusión pulmonar de monóxido de carbono, para determinar de forma cuantitativa la cantidad de función pulmonar que se perderá con la cirugía (cálculo del FEV₁ y DLCO postoperatorios)(Cid-Juárez, 2018).

La espirometría que se analiza a través de FEV1 (volumen espirado en el 1er segundo), es un parámetro independiente de morbimortalidad (Cid-Juárez, 2018).

Se ha observado en diversos estudios que un FEV1 basal mayor del 60% del predicho, se asocia a una morbilidad respiratoria del 12% contra 43-60% con un FEV1 menor del 30%; esta evaluación será de trascendencia si el paciente es portador de una probable secuela de COVID (Cid-Juárez, 2018).

Otro estudio de suma importancia en los pacientes en los que se planea una cirugía pulmonar, es la medición del intercambio gaseoso mediante la difusión de CO (DLCO) medido en porcentaje predicho y constituye un predictor independiente de morbimortalidad posquirúrgica y su valor correlaciona con la calidad de vida a largo plazo; así, una DLCO menor del 60% predicho, la morbilidad respiratoria es de 40% y la mortalidad es del 25%. Por lo que todos los pacientes que vayan a ser sometidos a resección pulmonar, independientemente del resultado de la espirometría, deberían contar con una DLCO, ya que ambos evalúan aspectos diferentes de la función pulmonar. También se ha demostrado que pacientes con una espirometría normal (FEV1 mayor del 80% del predicho), en más del 40% tendrán una DLCO anormal (Cid-Juárez, 2018).

Llama la atención la gran cantidad de scores disponibles, las diferentes variables identificadas como factores de riesgo y el diferente peso que se conceden a estas variables, lo cual refleja la variabilidad en los diseños de los estudios.

Dentro de las diferencias evidentes de las publicaciones de los años sesenta, se pueden identificar variables clasificadas por el American College of Physicians (Aronson, 2003) en la que agregan nuevos factores de riesgo como la obesidad, sobre todo mórbida, poco evidente o referida en aquellos años. Su prevalencia elevada hoy día, sí supone un mayor riesgo pulmonar especialmente en la cirugía torácica o la uvulopalatofaringoplastia.

El tabaquismo considerado desde entonces en los años 50 y 60, sigue siendo un factor de riesgo para cualquier procedimiento quirúrgico en comparación con los exfumadores (odds ratio 1,45 vs 1,13) *versus* los no fumadores.

La anemia, parece ser un factor al cual no se la ha definido desde los años 60, ya que como factor de riesgo no se ha precisado qué grado

de anemia supone un factor de preocupación e independientemente de la necesidad de transfusión perioperatoria (Cid-Juárez, 2018). Aunque se ha postulado un mayor riesgo con valores de hemoglobina menor de 10 g/dl como punto de corte, varios estudios experimentales indican que el “transfusion trigger” se encuentra por arriba de 7 g/dL (Garduño, 2020).

En cuanto a la duración de la cirugía (≥ 3 horas) y la anestesia general, también se han catalogado como factores de riesgo independientes. Por ello se abogan por procedimientos más cortos, sobre todo en pacientes de alto riesgo y una estrategia de ventilación mecánica protectora, con volumen tidal de 6-8 ml/kg de peso ideal, PEEP 6-8cm H₂O y maniobras de reclutamiento cada 30 minutos después de la intubación, particularmente en la cirugía de abdomen (Vaquero-Barrios, 2017).

Una circunstancia que no está clara es si la fisioterapia pre y postoperatoria precoz puede reducir el riesgo pulmonar; aunque la evidencia a su favor es pobre, se considera que la movilización precoz y los ejercicios respiratorios tras la cirugía de alto riesgo son estrategias seguras y de bajo costo (Smetana, 2013).

Una vez llevado a cabo los procedimientos mencionados, la probabilidad de eventos adversos estará ligada a las comorbilidades del paciente, así como al procedimiento quirúrgico, ambas circunstancias de similar peso. Por tanto, la evaluación preoperatoria no debería ser ajena a ninguna de estas circunstancias. Si bien la espirometría puede identificar pacientes de alto riesgo, los estudios avalan la falta de superioridad de esta exploración frente a los datos obtenidos en la historia clínica. Por otro lado, no hay puntos de corte por debajo de los cuales la función pulmonar sea considerada prohibitiva para una intervención quirúrgica que puede salvar o prolongar la vida del paciente. De la misma forma, la información que puede derivarse de las pruebas radiológicas no es sustancialmente distinta de la que se obtiene tras el estudio clínico y raramente aporta algún dato relevante que altere el manejo preoperatorio del enfermo. Hay algunas evidencias que apoyan la realización de estas pruebas ante la existencia de enfermedad cardiopulmonar previa y en aquellos con edades por encima de los 50 años que vayan a ser sometidos a cirugía torácica o abdomen superior (Makhabah, 2013).

Especial mención merece la valoración perioperatoria en los pacientes con obesidad, hoy más frecuentes en los quirófanos; el síndrome de Obesidad Hipoventilatoria (OHS) está definido como un índice de masa corporal $\geq 30\text{Kg/m}^2$, alteraciones respiratorias del sueño, hipercapnea ($\text{PaCo}_2 \geq 45\text{mmHg}$), no mencionados o existentes en las descripciones de Gibbon. Estos, además presentan más comorbilidades, insuficiencia cardíaca, hipertensión pulmonar al compararlos con sujetos sin obesidad. Los pacientes con hipercapnea son regularmente más susceptibles a presentar complicaciones transquirúrgicas y requieren mayor estancia en las UCI.

A través de la historia clínica y la exploración se pueden identificar estos factores que requieren especial cuidado en la valoración anestésica; más aún, para el internista es un verdadero reto poder controlar las desviaciones presentes en las comorbilidades que se asocian hasta en 70% de los pacientes con obesidad mórbida y que en los años sesenta tenían menor presencia en la población.

La American Thoracic Society (Mokhlesi, 2019) recomienda investigar el STOP-Bang (ronquidos, falta de reposo durante el sueño, apnea, presión arterial, IMC, edad, circunferencia de cuello y género); es conveniente realizar polisomnografía preoperatoria y diferir el procedimiento tras severas alteraciones, por ello estos pacientes deben ser valorados por el internista y el anestesiólogo, para el adecuado manejo perioperatorio (Kaw, 2021).

A pesar del tiempo, prevalecen condiciones que deben ser consideradas en la evaluación del riesgo perioperatorio; las complicaciones pulmonares siguen siendo la principal causa de morbimortalidad, en especial en la cirugía de tórax y en aquella población que ha cursado con COVID, de los cuales cerca de una tercera parte han permanecido con secuelas pulmonares con o sin manifestaciones clínicas solo evidentes bajo las pruebas de función respiratoria. Podríamos concluir diciendo que, si bien el proceso de evaluación perioperatoria se ha fortalecido con la generación de scores o listas de puntaje, así como con recursos tecnológicos más sofisticados también es cierto que los pacientes presentan hoy en día comorbilidades diversas, escenarios clínicos complejos, así como severos retos quirúrgicos.

REFERENCIAS

- American Society of Anaesthesiologists physical status classification. (2011). *Indian journal of anaesthesia*, 55(2), 111–115. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.79879>
- Aronson, W. L., McAuliffe, M. S., & Miller, K. (2003). Variability in the American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification Scale. *AANA journal*, 71(4), 265–274.
- Brunelli, A., Cassivi, S. D., Fibla, J., Halgren, L. A., Wigle, D. A., Allen, M. S., Nichols, F. C., Shen, K. R., & Deschamps, C. (2011). External validation of the recalibrated thoracic revised cardiac risk index for predicting the risk of major cardiac complications after lung resection. *The Annals of thoracic surgery*, 92(2), 445–448. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.03.095>
- Cid-Juárez, Silvia, León-Gómez, Pablo, Mejía-Alfaro, Roberto A, Torre-Bouscoulet, Luis, & Gochicoa-Rangel, Laura. (2018). Evaluación de la función respiratoria en pacientes que van a ser sometidos a cirugía de resección pulmonar. *Neumología y cirugía de tórax*, 77(1), 38–46. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462018000100038&lng=es&tlng=es.
- Clinical Practice Guidelines for perioperative nutrition metabolic and nonsurgical support of patients undergoin bariatric procedures (2019). *Endocrine Practice*, 25(12) 1-75.
- Domínguez Olguín, D., & Narváez Porras, O. (2014). Calificación de riesgo operatorio en cirugía de tórax no cardíaca. *Neumología y cirugía de tórax*, 73(1), 18–23. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462014000100003&lng=es&tlng=es.
- Epstein, S. K., Faling, L. J., Daly, B. D., & Celli, B. R. (1993). Predicting complications after pulmonary resection. Preoperative exercise testing vs a multifactorial cardiopulmonary risk index. *Chest*, 104(3), 694–700. <https://doi.org/10.1378/chest.104.3.694>
- Esendağlı, D., Yilmaz, A., Akçay, Ş., & Özlü, T. (2021). Post-COVID syndrome: pulmonary complications. *Turkish journal of medical sciences*, 51(SI-1), 3359–3371. <https://doi.org/10.3906/sag-2106-238>
- Ferguson, M. K., Dignam, J. J., Siddique, J., Vigneswaran, W. T., & Celauro, A. D. (2012). Diffusing capacity predicts long-term survival after lung resection for cancer. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 41(5), e81–e86. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs049>
- Garduño-López, A. L., Guido-Guerra, R. E. Guizar-Rangel, M. T., Acosta-Nava, V. M., Domínguez-Cherit, G., & Alvarez-Bobadilla, G. (2020). Manejo perioperatorio de paciente con COVID-19. *Revista mexicana de anestesiología*, 43(2), 109–120. <https://doi.org/10.35366/92869>
- Goldman, L., Caldera, D. L., Nussbaum, S. R., Southwick, F. S., Krogstad, D., Murray, B., Burke, D. S., O'Malley, T. A., Goroll, A. H., Caplan, C. H., Nolan, J., Carabello, B., & Slater, E. E. (1977). Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical

- procedures. *The New England journal of medicine*, 297(16), 845–850. <https://doi.org/10.1056/NEJM197710202971601>
- Kaw, R., Wong, J., & Mokhlesi, B. (2021). Obesity and Obesity Hypoventilation, Sleep Hypoventilation, and Postoperative Respiratory Failure. *Anesthesia and analgesia*, 132(5), 1265–1273. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005352>
- Kheterpal, S., Tremper, K. K., Englesbe, M. J., O'Reilly, M., Shanks, A. M., Fetterman, D. M., Rosenberg, A. L., & Swartz, R. D. (2007). Predictors of postoperative acute renal failure after noncardiac surgery in patients with previously normal renal function. *Anesthesiology*, 107(6), 892–902. <https://doi.org/10.1097/01.anes.0000290588.29668.38>
- Mokhlesi, B., Masa, J. F., Brozek, J. L., Gurubhagavatula, I., Murphy, P. B., Piper, A. J., Tualimat, A., Afshar, M., Balachandran, J. S., Dweik, R. A., Grunstein, R. R., Hart, N., Kaw, R., Lorenzi-Filho, G., Pamidi, S., Patel, B. K., Patil, S. P., Pépin, J. L., Soghier, I., Tamae Kakazu, M., ... Teodorescu, M. (2019). Evaluation and Management of Obesity Hypoventilation Syndrome. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 200(3), e6–e24. <https://doi.org/10.1164/rccm.201905-1071ST>
- Prada, G. D., Edgar, A., Sánchez, E. A., & Pacheco, P. M. (1991). Valoración preoperatoria en cirugía de tórax, *Acta Médica Colombiana*, 16(3), 134-139.
- Secretaría de Salud. (14 de diciembre de 1998). PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-170-SSA1-1998, Para la práctica de anestesiología. *Diario Oficial de la Federación*. https://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4902948&fecha=14/12/1998#gsc.tab=0
- Smetana, G. W., Lawrence, V. A., y Cornell, J. E. (2006). Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Annals of internal medicine*, 144(8), 581-95. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-144-8-200604180-00009>
- Theruvath, T. P., & Ikonomidis, J. S. (2014). Historical perspectives of The American Association for Thoracic Surgery: John H. Gibbon, Jr (1903-1973). *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 147(3), 833–836. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.11.007>
- Vaquero-Barrios, J. M., Escribano-Dueñas, A. M., Redel-Montero, J., Cobos-Ceballos, M. J. Evaluación preoperatoria en respiratorio. <http://www.neumosur.net/files/EB04-15%20preoperatorio.pdf>
- Whitmore, R. G., Stephen, J. H., Vernick, C., Campbell, P. G., Yadla, S., Ghobrial, G. M., Maltenfort, M. G., & Ratliff, J. K. (2014). ASA grade and Charlson Comorbidity Index of spinal surgery patients: correlation with complications and societal costs. *The spine journal: official journal of the North American Spine Society*, 14(1), 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.03.011>

ANESTESIA PARA CIRUGÍA DE TÓRAX

MARCO ANTONIO MORENO ALATORRE

Al revisar el capítulo 8 “Anesthesia for Thoracic Surgery”, escrito por John Adriani en esta primera edición de *Surgery of the Chest* de John Gibbon, podemos contrastar el escenario de mediados del siglo pasado con los adelantos, que en los últimos años se han registrado tales como: la valoración del paciente previo al procedimiento, así como el surgimiento vertiginoso de nuevos fármacos, no solo inhalados, sino en anestesia intravenosa volviéndolos más seguros para el paciente, creando un abanico de posibilidades inimaginables en los años cincuenta, con aportaciones asimismo de la ingeniería biomédica, permitiendo en muchos casos, dar una mayor seguridad al monitorizar los diferentes aparatos y sistemas del organismo.

TIPOS DE CIRUGÍA TORÁCICA

Pero no todo ha cambiado, por ejemplo, la cirugía torácica continúa dividiéndose en cuatro grandes grupos, como habían sido considerados por Adriani (1969), en el texto que nos ocupa, y así encontramos:

- a) Cirugía que no afecta la cavidad torácica: sellos para neumotórax, deformidades del tórax (*pectum excavatum*, reconstrucción torácica, instrumentaciones de columna torácica anterior).
- b) Cirugía de pleura, bronquios y pulmón, como serían, decorticaciones neumonectomías, lobectomías, reconstrucción, trasplante pulmonar, trasplante cardíaco, y todos los tipos de cirugía con derivación cardiopulmonar.

- c) De mediastino que envuelve a corazón, grandes vasos, esófago, timo, tiroides, simpatectomías, esofagectomías.
- d) Aquellas que involucran la parte superior del aparato digestivo, incluyendo al diafragma (plicatura del diafragma, funduplicaturas, diverticulosis esofágica, miotomías esofágicas, hernias esofágicas) y se han aumentado a estas cirugías los procedimientos diagnósticos y quirúrgicos como las broncoscopias, cirugías endoscópicas y, mínima invasivas (mediastinoscopias, toracoscopias, stents de tráquea).

Un motivo de preocupación, nos comenta el autor, son lo que llama cirugías con algún tipo de patología particular, o con alguna técnica específica en donde puede existir el riesgo de irritabilidad cardíaca durante la hipotermia (fibrilación), por la presencia de vasos sanguíneos ingurgitados y dilatados y en otras situaciones el uso del electrocauterio, etcétera.

Pero las técnicas en anestesia han experimentado una evolución exponencial en los últimos años, basándose en el mejor conocimiento de la fisiología, fisiopatología, así como de los cambios que Adriani consideraba y que serían los derivados por la posición del paciente y el abordaje quirúrgico, la manipulación de órganos que pudieran dar origen a reflejos autonómicos indeseables (Adriani, 1969) sino también el conocimiento actual de la farmacología de las drogas usadas, y su efecto en los diferentes aparatos y sistemas como son:

- Problemas de intercambio gaseoso.
- Alteraciones del flujo sanguíneo.
- Distribución de la ventilación.
- Posición del paciente.
- Profundidad anestésica.
- Estado de relajación.
- Equilibrio acido-base. (Ojeda *et al.*, 2013)

RIESGO ANESTÉSICO QUIRÚRGICO EN CIRUGÍA DE TÓRAX

Hoy en día, el riesgo que corre un paciente que se somete a una cirugía o procedimiento diagnóstico bajo técnicas anestésicas, en especial del área torácica, no es el que enfrentaba en la época de Adriani, como era la presencia de gases anestésicos flamables, que impedían la utilización de cauterios (Adriani, 1969). Los nuevos anestésicos no flamables, dan la posibilidad del uso de estos y un mejor control de los sangrados. Otro riesgo grande es la posibilidad de secreciones bronquiales y de hemorragia (Adriani, 1969). Aunque no deja de ser un riesgo con la utilización de tubos orotraqueales especiales, de los que hablaremos, que es una complicación menor.

Prácticamente los riesgos determinan basándose en:

a) Tipo de intervención:

1. Acto técnico quirúrgico (naturaleza y extensión).
2. Técnica anestésica.
3. Transfusiones y balance de líquidos.

b) Estado del paciente:

1. Enfermedades previas concomitantes (pulmón, cardiovascular, hepática, renal).
2. Edad.
3. Toxicomanías.
4. Estado nutricional, inmunológico y funcional.
5. Urgencia o electiva.

Los índices de riesgo anestésico quirúrgicos se basan actualmente en:

- ASA (American Society of Anesthesiologists), clasificación del estado funcional perioperatorio.
- Goldman clasifica riesgos en área cardíaca.
- PRI (pulmonary risk index), índices de riesgo pulmonar.

- ThRCRI (thoracic revised cardiac risk index), índice de riesgo cardíaco revisado en cirugía de tórax.
- PARF (predictors of acute renal failure) los predictores de falla renal aguda.

MEDICAMENTOS EN ANESTESIA

Ya desde mediados del siglo XX, como señala Adriani, se dividían a los anestésicos en locales y generales y dentro de los generales en inhalatorios e intravenosos (Adriani, 1969).

ENDOVENOSOS

BARBITÚRICOS. Derivados del ácido barbitúrico con efectos sedante suave, anestesia total, ansiolítico, hipnótico, anticonvulsivante y, con poco efecto analgésico. Adriani, no los consideraba como un anestésico único por sus efectos pobres en la analgesia y sus efectos sobre los reflejos autonómicos. Los más usados fueron el tiopental y el pentobarbital y, con mucha frecuencia se utilizaron como inductores de la anestesia (Adriani, 1969), pero dados los efectos colaterales que frecuentemente se presentaban sobre el sistema cardiovascular hipotensión, vasodilatación, depresión cardíaca, taquicardia arritmias se han ido sustituyendo por nuevos medicamentos con menores efectos colaterales, quedando casi fuera del arsenal anestesiológico (Rodríguez Carranza, 2015). Para Adriani, se preveía la utilización de combinaciones de anestésicos inhalados y barbitúricos, para sumar los efectos de cada uno y disminuir los efectos colaterales (Adriani, 1969).

ETOMIDATO. (R(+)-etil-1H-imidazol-5-carboxilato) se introdujo en la clínica en 1972. Entre sus características principales destaca la estabilidad hemodinámica, con mínima depresión respiratoria, protección cerebral, hipnótico de acción rápida (5-15 segundos) y corta duración (5-9 min.), sin efecto analgésico y con inhibición de la síntesis de esteroides. Puede ser usado como dosis única o en infusión, solo que esta última

puede ocasionar inhibición de la síntesis suprarrenal. En la ventilación tiene un efecto menor, que otros inductores, disminuye la respuesta respiratoria al dióxido de carbono, con un periodo de hiperventilación, seguido de un corto periodo de apnea.

En la hemodinamia, se encuentra estabilidad que se debe a la inactividad sobre el sistema nervioso simpático, así como en los baroreceptores, conservando la demanda y consumo de oxígeno del miocardio. Se recomienda combinarlo con un opiáceo, para evitar alteraciones hemodinámicas secundarias a la presencia de dolor por estímulos, pudiendo presentar incremento en la frecuencia cardíaca, por lo que es un medicamento útil en presencia de coronariopatías, miocardiopatías, hipovolemia y, enfermedad vascular cerebral.

Dentro de los efectos colaterales, se encuentra la inhibición de la síntesis de esteroides (cortisol), aunque puede ser reversible dependiendo de la dosis, su poder inhibitorio de la síntesis de esteroides es mayor que su efecto sedante e hipnótico; otro efecto es la actividad mioclónica, que puede minimizarse con uso de benzodiazepinas o narcóticos (Hernández de la Fuente, 2021).

PROPOFOL. Inductor con una vida media más corta que la de los barbitúricos y muy parecido al etomidato. Se trata de una emulsión de lípidos muy dolorosa en el sitio de la aplicación, por lo que en ocasiones se aplica previo a su uso una pequeña dosis de lidocaína. Dentro de sus efectos cardiovasculares, se presenta estabilidad con mínima depresión miocárdica y rápida recuperación sin soporte inotrópico. Cuando se combina con un narcótico, da excelente estabilidad hemodinámica, pudiéndose asociar también con agentes inhalados, estos últimos pueden potenciar la posibilidad de isquemia. Puede ser usado como inductor de la anestesia, en bolos o en infusión continua siendo esta última vía la que provee mayor estabilidad. Entre los efectos secundarios se encuentra que disminuye el flujo sanguíneo cerebral, la tensión arterial por vasodilatación y depresión cardíaca de la contractilidad, el reflejo baroreceptor y, la actividad simpática. Dependiendo de la dosis, puede provocar depresión respiratoria, por lo que debe vigilarse la oxigenación y la ventilación. Tiene una potente acción antiemética, con mínimo efecto anafiláctico. Por su corta duración

se ha encontrado una recuperación más rápida que permite la aplicación de la técnica de “fast track” en la cirugía de corazón con derivación cardio pulmonar, reduciendo la estancia del paciente en la unidad de cuidados postoperatorios, También hay una presentación acuosa el fosfopropofol, que carece del efecto secundario del dolor en el sitio de aplicación, con un tiempo de inducción poco más prolongado, pero con características similares al propofol (Hernández de la Fuente, 2021).

KETAMINA. Es un anestésico general, con propiedades hipnóticas, analgésicas y amnésicas de corta duración, derivado de la fenciclidina, (N-metil-D-aspartato- receptor antagonista) y sintetizada por Stephens en 1963. Produce disociación entre el limbo y la corteza (anestesia disociativa), así como una inhibición de la liberación de dopamina, provocando un efecto simpaticomimético (norepinefrina y epinefrina), con incremento de la frecuencia cardíaca, la tensión arterial y el gasto cardíaco, con un aumento del consumo de oxígeno miocárdico. Hay reportes que hablan de depresión miocárdica a grandes dosis y aplicación rápida, por lo que no se considera ideal para los pacientes con coronariopatías, así como tampoco en pacientes con baja reserva del ventrículo derecho, por presentar aumento de la resistencia vascular pulmonar. Sin embargo, su uso se encuentra principalmente en aquellos pacientes con riesgo de hipotensión, broncoespasmo, tamponade y pericarditis constrictiva, a nivel respiratorio hay una disminución leve y transitoria de la ventilación minuto y, un aumento de los cortos circuitos pulmonares, pero puede ser una alternativa en la cirugía de un solo pulmón, con función pulmonar dañada, pues conserva el reflejo vasoconstrictor a la hipoxia.

Hay algunos efectos secundarios que limitan su uso sistemático: el estado cataléptico, acción simpaticomimética indirecta, nistagmos con dilatación pupilar, salivación y lagrimeo, incremento del tono muscular, aumento del flujo sanguíneo cerebral y de la presión intracraneal, alterando el metabolismo cerebral, así como delirio al despertar (alucinaciones, sueños vívidos, ideas delirantes). Algunos de estos efectos se pueden controlar con una premedicación con benzodiazepinas y anticolinérgicos (Hernández de la Fuente, 2021).

BENZODIACEPINAS. Son moléculas de bajo peso molecular con alta liposolubilidad, permitiendo un paso acelerado al tejido cerebral en su mayoría, favoreciendo la apertura del canal de cloro por el ácido gama amino butírico (GABA), inhibiendo así la transmisión del impulso nervioso en algunas partes del cerebro. La intensidad de su efecto se relaciona con el grado de afinidad por los receptores benzodiazepínicos y la dosis administrada; dichos receptores se encuentran con alta densidad en el bulbo olfatorio, corteza cerebral, cerebelo, hipocampo, sustancia negra y, colículo inferior, sin embargo, la mayor densidad se encuentra en el cuerpo estriado, tallo cerebral inferior y médula espinal. Los efectos ansiolíticos, anticonvulsivantes y sobre la relajación muscular están mediados por los receptores GABA, mientras la hipnosis, puede ser mediada por alteraciones dependientes del potencial de flujo de ion calcio; otro efecto encontrado es la amnesia anterógrada. La benzodiazepina más usada es el midazolam, seguida por el diazepam y el lorazepam, estos últimos se encuentran disueltos en propilenglicol, mientras que el midazolam es hidrosoluble, por lo cual produce menor irritación, flebitis y dolor en el sitio de la inyección. Este último suele administrarse por vía endovenosa, oral, nasal, intramuscular y rectal. Intravenoso tiene un tiempo de comienzo rápido (2 min.), así como una duración corta (30 min.). Su metabolismo es hepático con depuración más rápida que el diazepam y el lorazepam, y se elimina por riñón. Entre sus efectos esta la disminución del flujo sanguíneo cerebral y del metabolismo del mismo, con efecto anticonvulsivante, disminuye la presión arterial en forma transitoria. En pacientes con estenosis aórtica severa se presenta hipovolemia severa; mientras que en pacientes con incremento en la presión de llenado del ventrículo izquierdo, puede bajar la presión de llenado e incrementar el gasto cardíaco, en forma similar a la nitroglicerina. Deprime también en forma moderada la respiración, sin embargo a dosis altas puede llegar a la apnea, al igual que con las combinaciones con analgésicos narcóticos incrementándose la depresión respiratoria. El disponer de un revertidor de los efectos de estos productos, como es el flumazenil, permite tener un mejor control de los efectos adversos y la posibilidad de recuperación del paciente posterior al uso de las benzodiazepinas (Hernández de la Fuente, 2021).

El remimazolam es la benzodiacepina más reciente (aprobada por la FDA 2020) y de duración ultracorta, dado a su eliminación por esterases plasmáticas. Esta combina las propiedades del midazolam y remifentaniolo. Las reacciones adversas comunes (>10%) incluyen hipotensión, hipertensión diastólica, hipertensión sistólica, hipoxia e hipotensión diastólica teniendo un futuro prometedor en procedimientos cortos (Goodman y Gilman, 2003).

ANTAGONISTAS ADRENÉRGICOS ALFA 2 AGONISTAS

DEXMEDETOMIDINA. Es un sedante poderoso, con efectos analgésicos, poca depresión respiratoria, así como un descenso tolerable en la presión arterial y la frecuencia cardíaca, se puede usar como suplemento de la anestesia. Sus efectos colaterales puede ser hipotensión y bradicardia por disminución de catecolaminas, por activación del receptor alfa2A en el tejido periférico, así como en el sistema nervioso central, puede ser causante de náuseas y xerostomía (Goodman y Gilman, 2003).

DERIVADOS DEL OPIO. entre los alcaloides naturales, que se unen a los receptores opioides, se encuentran la morfina, codeína y tebaína. La morfina, se usó como premedicación por Barnard (1869). Para 1938, se empezó a utilizar en anestesia balanceada, siendo Neff y asociados en 1947, los que usan una combinación de meperidina-óxido nitroso-barbitúricos. Para 1958 se utilizó meperidina con oxígeno en cirugía cardíaca, presentando alta inestabilidad hemodinámica, con taquicardia y depresión del miocardio. Más tarde aparecen los agonistas-antagonistas como la pentazocina, butorfanol y buprenorfina (Goodman y Gilman, 2003).

El sistema opioide está compuesto por péptidos opioides endógenos y receptores opioides. Este sistema tiene varias funciones, siendo las más conocidas la modulación sensorial nociceptiva se encuentra dentro del sistema nervioso central (SNC), detectándose concentraciones altas en el núcleo arqueado, que continua hacia las áreas límbicas, el tallo encefálico y la médula espinal. La dinorfina y la encefalina (péptidos opiáceos) se encuentran distribuidos por todo el SNC y, en muchos casos, se las encuentra juntos. Se vinculan con la percepción del dolor y la modulación

de la conducta afectiva, distribuyéndose en las siguientes estructuras: amígdala, hipocampo, locus cerúleo y corteza, implicadas en la regulación del control motor (núcleo caudado y globo pálido). Se distribuyen y participan también en la regulación del sistema nervioso autónomo en el bulbo raquídeo y en la eminencia media, modulando funciones neuro-endocrinas (Villarejo-Díaz, 2000, p. 110).

Aun así, estos efectos pueden tratarse con facilidad, siendo menos frecuentes cuando son administrados en forma sistémica, que, en forma intrarraquídea, o por la vía oral. En algunos casos, especialmente los sedantes, desarrollan tolerancia, cuando se repite la administración, puede presentarse depresión respiratoria, euforia, sedación, analgesia e hipotensión.

No parece existir tolerancia para la miosis o el estreñimiento. Las reacciones adversas más habituales que ocurren tras el uso agudo de un agonista Mu, que incluyen náuseas y vómitos (20-60%), somnolencia, sensación de mareo e inestabilidad y, confusión. Además, pueden causar depresión respiratoria, retención urinaria, sequedad bucal, diaforesis, prurito, hipertonia muscular, mioclonías y euforia. La depresión respiratoria constituye el efecto secundario más preocupante, aunque también es el más inusual tras el consumo del fármaco por vía oral.

La depresión respiratoria constituye el efecto secundario más preocupante, aunque también es el más inusual tras el consumo del fármaco por vía oral. El abuso, la tolerancia, la abstinencia y la dependencia deben ser considerados también efectos indeseables.

Los efectos cardiovasculares aparecen después de dosis elevadas y, fundamentalmente, con opioides que provocan la liberación de histamina. Causan bradicardia sinusal secundaria a la estimulación parasimpática central, reversible con atropina. La mayoría de los opioides disminuyen el tono simpático y aumentan el tono vagal (parasimpático), sobre todo cuando se administran en bolo y a dosis elevadas. Estas dosis hipotensoras y su acción no se revierten con la liberación de catecolaminas o la administración de un anticolinérgico como la atropina. La morfina y algunos opioides producen una descarga de histamina, que puede ser de vital importancia en la hipotensión.

Todos los analgésicos opioides tienen efectos sobre la ventilación, deprimen la respiración, en parte por ejercer un efecto directo sobre los centros respiratorios del tallo encefálico. La depresión respiratoria es incluso a dosis pequeñas y se incrementa al aumentar la dosis. El principal mecanismo de la depresión respiratoria consiste en una reducción de la capacidad de reacción al CO₂ de los centros respiratorios del tallo encefálico. Los analgésicos opioides deprimen también los centros bulbares que participan en la regulación del ritmo respiratorio, reducen el estímulo respiratorio hipóxico, y eliminan o atenúan el funcionamiento de los quimiorreceptores del cuerpo carotídeo (Aliaga, 1995).

FENTANILO (1960). Agonista puro de los receptores Mu más potente que la morfina de 100 a 300 veces, mayor seguridad y menores efectos adversos, con mayor índice terapéutico que la morfina y la meperidina por su gran liposolubilidad, lo que le permite atravesar las membranas biológicas con suma facilidad, atravesando en forma muy rápida la barrera hematoencefálica, distribuyéndose por el cerebro, el corazón, los pulmones, los riñones y el bazo, así como más lentamente por los músculos y el tejido adiposo. Tiene un metabolismo hepático con una eliminación renal, y a través de las heces.

Su uso se popularizó por De Castro y Mundeleer, quienes desarrollaron el concepto de neurolepto-anestesia, a través de la combinación de un tranquilizante mayor del tipo del droperidol, con un opioide como el fentanilo, adicionando con óxido nítrico, que dio posteriormente la anestesia intravenosa total (TIVA). En los años 70 del siglo pasado, se empezó a utilizar en la anestesia para cirugía cardíaca por su gran potencia y pocos efectos colaterales, a grandes dosis, en especial los relacionados a la histamina, se han seguido desarrollando nuevos compuestos como serían el sufentanil, (a mediados de los 70), siendo 7 a 10 veces más potente que el fentanilo, con un menor tiempo de duración; el alfentanilo (finales de los 70), siendo menos potente que el fentanilo en aproximadamente 50%, pero de más corta acción, con un efecto pico de 1 min, el remifentanilo con metabolismo extra hepático, a través de esterasas sanguíneas no específicas, que le dan una extremada acción ultracorta, pero con menor potencia que el fentanilo, muy semejante al alfentanilo. Otros

con menos suerte son: carfentanilo, lofentanilo y trefentanilo, con los mismos efectos adversos de los anteriores, pueden tener efecto cronotrópico negativo, en algunos pacientes, se ha descrito que promueven la estabilidad cardiovascular, pudiendo también presentarse la hipotensión como resultado de su efecto sobre los músculos vasculares o, reducción del tono simpático con algún grado de depresión del músculo cardíaco, en especial cuando se usa meperidina, así como en la administración conjunta con otra droga anestésica, ya sea endovenosa o inhalatoria. En los pacientes con buena función del ventrículo izquierdo se presentan más frecuentemente episodios de hipertensión. Todos los receptores Mu agonistas, producen depresión respiratoria dosis dependiente, principalmente por efecto en el centro respiratorio medular, menor respuesta del centro respiratorio a la presencia de bióxido de carbono, no incrementándose el volumen respiratorio minuto, desplazándose a la derecha, pudiendo ocasionar acidosis respiratoria; aumentan también el intervalo respiratorio, con respiración irregular o lenta, pudiendo presentarse apnea sin inconciencia (Isla *et al.*, 2007).

BLOQUEADORES NEUROMUSCULARES

Las dos subunidades alfa al igual que la acetilcolina, estimulan inicialmente los canales de sodio y calcio produciendo contracciones conocidas como fasciculaciones, pero como estas drogas no son afectadas por la acetilcolinesterasa ocupan estas subunidades por mucho más tiempo causando despolarización y, posteriormente, el bloqueo neuromuscular. Dentro de este grupo se encuentra la succinilcolina, es la única droga no despolarizante disponible en la actualidad en el arsenal anestesiológico, posee una estructura similar a la de dos moléculas de acetilcolina. Con un inicio de acción rápido, alrededor de un minuto y su duración es corta 8 a 17 minutos, por las características de la succinilcolina, utilizada para intubaciones traqueales rápidas lo que es esencial si se quiere disminuir el riesgo de aspiración gástrica. Los efectos colaterales son clínicamente importantes, entre ellos destacan el dolor muscular, la hipercalemia y el aumento de las presiones intraoculares e intragástrica.

Las drogas No despolarizantes compiten con la acetilcolina para ocupar una subunidad alfa por lo menos, inhibición competitiva, lo que causa que no haya apertura del canal iónico, no se despolarizará la membrana y el músculo quedará flácido

A mediados del siglo XX no se le consideraba de importancia en la cirugía de tórax, considerándose solo de utilidad durante la derivación cardiopulmonar, con el riesgo por la duración de estos, de presentarse durante la recuperación, un paciente despierto, pero con relajación residual, con hipoventilación, tos superficial, no efectiva (Adriani, 1969). Después de la introducción del curare como bloqueador neuromuscular, provocando su estudio y el descubrimiento de nuevos bloqueadores neuromusculares que ayudaban al mantenimiento de condiciones adecuadas del paciente sometido a un procedimiento quirúrgico, durante la anestesia. A partir de esto, se consideró como una parte esencial de la anestesia balanceada.

Dentro del grupo de amino esteroides esta, el bromuro de pancuronio, primer bloqueador neuromuscular sintético usado en la práctica clínica sintetizado en 1964, con actividad vago líticas (gangliopléjico) puede llevar a vasodilatación, hipotensión y taquicardia compensadora, por esto y su larga duración, se hacía necesaria la investigación en otros productos de más corta acción. En los años setenta y ochenta, se inicia el uso de vecuronio de acción intermedia, que lo hacía más predictivo en la recuperación de la relajación, también aparecieron el bromuro de pipecuronio y rapacuronio, de larga acción y sin efectos cardiovasculares colaterales siendo usado a principios de noventa en los Estado Unidos, más reciente se empezó a usar el rocuronio de acción intermedia y más rápido en su inicio de acción.

Entre las benzoquinonas, aparece el atracurio al cual se le invocó en su principio una eliminación, a través del efecto Hofmann, sin embargo posteriores investigaciones hablan de un metabolismo del 60% a nivel de órganos, y del 40%, más de la mitad se elimina por enzimas (hidrolisis ester) en sangre que produce un grado de liberación histamínica; en la búsqueda de menor efecto histaminogénico como son vasodilatación, hipotensión y taquicardia la mayoría de estos efectos ocurren con los compuestos bencilquinolínicos, en especial en el atracurio, aunque están ausentes

en los amino esteroide, por esta situación se investigó y se encontró un medicamento isómero, el besilato de cisatracurio, que se metaboliza por colinesterasas plasmáticas, con inicio similar pero de duración intermedia sin los efectos histaminogénicos sobre el sistema cardiovascular.

El atracurio, el cisatracurio y el vecuronio no poseen efectos cardiovasculares directos, las drogas nuevas según fueron creadas, evitaban presentar estos efectos colaterales, aunque el rocuronio tiene aún un efecto vago lítico.

Gantacurio, derivado del ácido clorofumárico, de la familia tetrahidroisoquinolinas, bloqueador no despolarizante de acción ultracorta en investigación, su inicio de acción a los 1.5 minutos con recuperación menor a 10 minutos, sufre degradación no enzimática a metabolitos inactivos por el amonio L-cisteína plasmática, puede ser antagonizado con atropina o quizás con cisteína y/o sugammadex, podría reemplazar a la succinilcolina para la intubación orotraqueal.

ANESTÉSICOS INHALATORIOS

El primer uso de óxido nitroso para extraer piezas dentarias, en 1844, se atribuye a Horace Wells, dentista de Connecticut. Su colega William Morton demostró, en 1846, la eficacia del éter como anestésico general y, en 1847, Simpson aplicó el cloroformo en los partos. John Snow, considerado primer especialista en anestesia, utilizó el cloroformo en el parto de la reina Victoria, que le nombró “Sir” en agradecimiento. El éter se utilizó hasta mediados del siglo XX, considerado por Adriani (1969) como un anestésico inhalado muy útil, por no ser flamable, cuando se descubrieron otros agentes inhalatorios más potentes, de más fácil manejo y menos efectos secundarios, como el halotano, (Ojeda *et al.*, 2013; Carrillo-Esper, 2007).

Los anestésicos inhalatorios son un grupo de drogas sin relación en su estructura química y su actividad, pero siendo capaces de ejercer una acción farmacológica definida, como es la de producir anestesia. Dichas drogas tienen una serie de ventajas en su uso clínico como: control de la profundidad anestésica, buena relación dosis efecto, potencia predecible. Efectos farmacodinámicos deseables (ej. disminución de los

requerimientos celulares de oxígeno). Suave emergencia post anestésica. Se sabe que las potentes drogas anestésicas halogenadas son capaces de deprimir temporalmente ciertas funciones celulares, efecto que se refleja en una disminución de la función cardiovascular y en una depresión inmunológica. Estas acciones son aceptadas en el transcurso de su administración, debido a que las mismas son temporarias predecibles y desaparecen rápidamente al interrumpirse la administración de los anestésicos. Dentro de los anestésicos volátiles recomendados están el isoflurano, el sevoflurano y el desflurano.

Actualmente el Colegio Americano de Cardiología (ACC) y la Asociación Americana del Corazón (AHA) recomiendan en sus guías de manejo el uso de agentes halogenados para el mantenimiento anestésico durante la cirugía no cardíaca en pacientes con riesgo cardiovascular a fin de lograr una protección cardíaca. Se han demostrado beneficios cardioprotectores con el uso de anestésicos volátiles en la cirugía cardíaca y no cardíaca como son la menor liberación de troponina I y creatinquinasa-MB, así como la disminución en la liberación de péptido natriurético cerebral, mayor preservación de la función ventricular y menor evidencia de daño miocárdico postoperatorio. El isoflurano y el desflurano son agentes anestésicos con propiedades fisicoquímicas distintas, pero con niveles de pre-acondicionamiento cardíaco similares.

A mediados del siglo XX, se pensaba que los anestésicos inhalados, no se metabolizaban en el organismo, aunque en la actualidad se sabe que hay productos de degradación, en ese momento se iniciaba el conocimiento de que el halotano podía tener efectos cardio y hepatotóxicos (Adriani, 1969).

HALOTANO (1956). Muy usado en los últimos años del siglo pasado. Adriani (1969) lo considera como el único anestésico satisfactorio, combinado con el óxido nitroso, o con barbitúricos, con experiencias varias, sin embargo, solo hablaremos de algunos efectos sistémicos especiales, como: disminución de la función cardíaca, con presencia de hipotensión (20 a 25%), depresión miocárdica, bradicardia por atenuación de los reflejos baroreceptores, también pueden presentarse ritmos auriculo ventriculares, por depresión directa del nodo sinoauricular, sensibiliza al miocardio a efectos arritmogénicos provocados por adrenalina y noradrenalina, pudiendo llegar

a extrasístoles ventriculares y hasta taquicardias ventriculares sostenidas. A nivel respiratorio se presenta en su inicio respiración espontánea rápida y superficial, con elevación del bióxido de carbono entre 40 y 50mmHg. Suele existir un reflejo compensador por depresión de quimiorreceptores centrales, así como periféricos, a la hipoxemia arterial, por lo que es necesario la monitorización de la oximetría. A nivel del sistema nervioso central produce vasodilatación de la vasculatura cerebral, con incremento en el flujo y volumen sanguíneo pudiendo ocasionar hipertensión intracraneal. También produce relajación muscular por depresión central, potenciando a los relajantes musculares. A nivel renal disminuye el gasto urinario por reducción del flujo sanguíneo.

Su uso ha decrecido en forma sustancial, por la introducción de nuevos gases más recientes y con mejor farmacocinética, y menos efectos colaterales. Sin embargo, para los años 1950, se le considera como el impulsor de la cirugía torácica, por su potencia y características de no inflamable y la posibilidad de combinación con óxido nitroso y agentes intravenosos como barbitúricos y narcóticos (Adriani, 1969).

ISOFLURANO (finales de los 1970). Con un coeficiente de partición sangre-gas mucho más bajo que el del halotano o trifluoroetano, por lo que la inducción de la anestesia es más rápida y más fácil de modificar los planos anestésicos, 99% se elimina por pulmón sin cambios, 0.2% se metaboliza, pudiendo provocar daño renal y hepático; fue el anestésico inhalado más usado en todo el mundo, tiene olor muy penetrante por lo que se usa como mantenimiento, secundario a la inducción con otros medicamentos. Dentro de sus efectos colaterales esta la disminución de la tensión arterial, pero conserva el gasto cardíaco, siendo su efecto a través de vasodilatación, predominantemente en piel y músculo; también tiene efecto de vasodilatación coronaria con disminución del consumo de oxígeno, se ha invocado secundario a su aplicación el llamado “robo coronario”, presenta un aumento de la frecuencia cardíaca compensadora. A nivel respiratorio, hay depresión respiratoria secundaria a la disminución del volumen respiratorio, conservando la frecuencia, pero aumentando la presencia de bióxido de carbono, tiene un efecto broncodilatador. A nivel del sistema nervioso central, hay vasodilatación con

aumento del flujo sanguíneo y leve hipertensión intracraneal. Disminuye el consumo de oxígeno, esta vasodilatación puede revertirse a través de una hiperventilación. A nivel muscular potencializa a los relajantes, disminuye la tasa de filtrado glomerular.

ENFLURANO (1966). Halogenado de inducción y recuperación lenta, que al igual que los otros halogenados se metaboliza en un grado moderado en el hígado, sin alcanzar concentraciones tóxicas; al igual que los otros, se potencializa con los narcóticos y el óxido nitroso. Con el advenimiento de los nuevos agentes inhalados ha caído en desuso. Entre sus efectos cardiovasculares, hay una caída de la tensión arterial por depresión de la contractilidad cardíaca, vasodilatación periférica, sin alterar la frecuencia cardíaca, con iguales efectos del aparato respiratorio que el halotano, produce vasodilatación vascular cerebral con aumento moderado de la presión intracraneal, disminuye el consumo de oxígeno cerebral y, puede provocar actividad convulsiva eléctrica, presenta una importante relajación del músculo estriado y liso, potencializando el efecto de los relajantes musculares, reduce el flujo sanguíneo renal, disminuyendo como consecuencia el filtrado glomerular. Hay notificaciones de prolongación del intervalo QT, asociado con Torsade de Pointes con riesgo de prolongación del intervalo QT (por ejemplo, pacientes con síndrome de QT largo congénito o pacientes que toman fármacos que pueden prolongar el intervalo QT).

DESFLURANO. Aprobado por la FDA (18/09/1992), pertenece a la familia de los metiletíteres halogenados que se administran por inhalación y producen una pérdida de la conciencia y de la sensación de dolor, supresión de la actividad motora voluntaria, reducción de los reflejos autónomos, sedación de la respiración y del sistema cardiovascular. La intensidad de su efecto está relacionada con la dosis y es reversible. Otras sustancias de este grupo son el enflurano y su isómero, el isoflurano, los cuales están halogenados con cloro y con flúor.

El desflurano está halogenado exclusivamente con flúor dando un reducido coeficiente de partición sangre/gas del (0,42) es más bajo que el de otros anestésicos inhalatorios, como el isoflurano e incluso más bajo que el del óxido nitroso (0,46). Esto explica la razón de la rápida recuperación de

la anestesia con desflurano y permite una mayor flexibilidad en el ajuste, es similar su perfil cardio-respiratorio al isoflurano. No se observaron signos de efectos epileptogénicos ni otros efectos adversos sobre el EEG durante la anestesia con desflurano, no está recomendado para la inducción de la anestesia general con mascarilla, por su alta incidencia de laringoespasma, aumento de las secreciones, apnea y tos.

Exige el uso de vaporizadores especiales, se elimina en más de 99% por vía respiratoria; son necesarias concentraciones altas del desflurano para mantenimiento 6-8%, pudiéndose llegar hasta 11% con pocos efectos de depresión miocárdica y de vasodilatación, por lo que se prefiere la potencialización con opioides u óxido nitroso. Dentro de los efectos colaterales se encuentran, disminución de la tensión arterial, por su efecto inotrópico negativo, y disminución de las resistencias vasculares sistémicas preservando el gasto sanguíneo en los lechos orgánicos mayores como serían coronario, cerebral, renal y esplácnico, aumenta la frecuencia cardíaca en forma transitoria, por estimulación simpática. A nivel respiratorio es similar a otros agentes inhalados, atiene efecto irritativo en las vías respiratorias.

SEVOFLURANO (1994). Es un anestésico de baja solubilidad sangre/gas lo que ha demostrado, desde el inicio de su uso en clínica, que se asocia con una inducción de la anestesia, así como una recuperación rápida, mayor que la de cualquier agente endovenoso. En cuanto al flujo sanguíneo cerebral se ha demostrado que, con sevoflurano, se mantiene constante, a diferencia del desflurano que lo aumenta, lo mismo que la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Se ha visto que el desflurano provoca la pérdida de la autorregulación cerebral con menores concentraciones, que con sevoflurano.

Los efectos cardiovasculares al igual que con otros fármacos inhalatorios, deprime la función cardiovascular en un grado dependiente de la dosis. Produciendo una reducción de la presión arterial media, sin alteración en la frecuencia cardíaca, no altera las concentraciones plasmáticas de noradrenalina aumento del bióxido de carbono, siendo un broncodilatador potente. En pacientes con una presión intracraneal normal (PIC), el sevoflurano mostró un efecto mínimo en la PIC y mantuvo la sensibilidad al

CO₂. No se ha investigado su seguridad en pacientes con una PIC elevada. En los pacientes con riesgo de aumento de la PIC, debe administrarse con precaución y, en asociación con maniobras para reducirla. Se han notificado raramente casos de convulsiones en asociación con el sevoflurano. Los productos de degradación de sevoflurano (metanol, formaldehído, monóxido de carbono, y compuestos A, B, C y D). El sevoflurano produce una sensibilización del miocardio, al efecto arritmogénico de la epinefrina administrada exógenamente, similar a la producida por el isoflurano. También se habla de un pre-acondicionamiento cardíaco a la isquemia y efectos de esta. A nivel respiratorio el sevoflurano disminuye el volumen de ventilación pulmonar con aumento de la frecuencia respiratoria, no suficiente para compensar la disminución del volumen pulmonar. Finalmente, ante la controversia sobre el potencial de nefrotoxicidad del compuesto A, la FDA recomienda administrarlo con flujos frescos de por lo menos 2L/min para minimizar la acumulación del compuesto A.

ÓXIDO NITROSO

El óxido nitroso es un gas anestésico que se ha utilizado durante más de 160 años para inducir la anestesia y mantener a los pacientes anestesiados durante toda la cirugía. También se le conoce como “gas hilarante”. Gas incoloro, no inflamable, con olor y gusto agradables, algo dulce. Su bajo costo y toxicidad hicieron del óxido nitroso el anestésico general utilizado con más frecuencia (Sun *et al.*, 2015). Se presenta el riesgo de atelectasia pulmonar. Muy insoluble en la sangre y otros tejidos, produciendo un equilibrio rápido de la concentración alveolar, provocando inducción de la anestesia rápida, presentando un efecto de segundo gas que acelera la inducción con otro gas anestésico; si no se administra mezclado con oxígeno a concentraciones altas, puede provocar hipoxia por difusión a la emersión al suspender el óxido nitroso; puede provocar aumento de la presión en cavidades, al entrar más rápido de lo que sale el nitrógeno, al que sustituye, por lo que se encuentra contraindicado en: neumotórax, embolias gaseosas, bulas pulmonares y, otras afectaciones en las que pueda aumentar la presión de cavidades cerradas. Es un inotrópico negativo,

estimula el sistema nervioso simpático, aumenta el tono venoso periférico y pulmonar, por lo que tampoco se usa en pacientes con hipertensión pulmonar con aumento de la frecuencia cardíaca. Aumenta la frecuencia cardíaca, disminuye el volumen ventilatorio, disminuye la respuesta a la hipoxia, lo que hace necesario el uso de oxímetros para su detección. Aumenta el flujo sanguíneo cerebral y la presión intra craneana.

XENÓN

El xenón (Xe) es un gas inerte descubierto en 1898 por Ramsay y Travers como residuo de la evaporación de los componentes del aire líquido. Se encuentra en muy baja concentración en la atmósfera, por lo que su obtención es muy costosa (Carrillo-Esper, 2007).

En 1951 se utilizó por primera vez como anestésico, es el que tiene el coeficiente de partición sangre/gas más bajo de todos los agentes anestésicos inhalados que se conocen, con inducción y recuperación muy rápida de la anestesia, es un agente inhalatorio con efecto analgésico y anestésico. No se metaboliza en el organismo y su eliminación es por vía pulmonar. Hacen de este gas, un agente anestésico inhalado muy prometedor en procedimientos anestésicos en el futuro. La anestesia con Xe produce estabilidad cardiovascular y cambios poco significativos en la contractilidad miocárdica y no altera la frecuencia cardíaca, la conducción atrio ventricular, el flujo coronario, la presión isovolumétrica del ventrículo izquierdo, la extracción del porcentaje de oxígeno, el consumo de oxígeno miocárdico, ni la eficiencia del trabajo cardíaco. No ejerce efectos inhibitorios en los canales iónicos cardíacos (Na, Ca, K). El Xe produce un alto flujo sanguíneo en cerebro, hígado, riñones e intestino delgado. Con el Xe, la depresión respiratoria central causa disminución en la frecuencia respiratoria con aumento compensatorio en el volumen corriente que puede progresar a apnea, aumentan la presión y resistencia de la vía aérea, debido probablemente a su alta densidad y viscosidad. Aumenta el flujo sanguíneo cerebral en las regiones neocorticales cerebrales, en un periodo corto de exposición, mientras que, lo disminuye si la inhalación de Xe continua (Paladino *et al.*, 2003).

En tanto que los anestésicos inhalados más usados en 1969 eran el halotano, el ciclopropano, y el óxido nitroso, por sus efectos indeseables, solo queda en la práctica actual el óxido nitroso por su efecto de segundo gas.

MONITOREO

En la época del Dr. Gibbon, el monitoreo se realizaba solo a través de pulso, toma de presión no invasiva y estetoscopio, ya sea precordial, y esofágico, solo cuando se trataba de cirugía cardíaca, se implementaba el osciloscopio, E.E.G durante la derivación cardio pulmonar, temperatura y en forma esporádica la determinación de gases y electrolitos (Adriani, 1969).

En la actualidad los monitores de anestesia proveen al anesthesiólogo una herramienta más para individualizar la dosis de anestésicos, se ha asociado con una menor dosis de anestesia y una disminución en el tiempo de emersión, lo que minimiza los efectos adversos de los agentes anestésicos, como el delirio postquirúrgico y el deterioro a largo plazo de la capacidad cognitiva. Dadas las ventajas que los monitores de anestesia brindan, diversos organismos internacionales alientan su uso, principalmente en pacientes con alto riesgo anestésico; recomiendan como monitorización la evaluación de la oxigenación, ventilación, circulación, temperatura, además de la monitorización del bloqueo neuromuscular, de la profundidad anestésica y de las concentraciones del agente inhalatorio según corresponda al caso clínico (Gallardo Hernández, 2016).

El monitoreo puede ser invasivo y no invasivo, basándose en: oximetría de pulso, electrocardiograma de cinco derivaciones, baumanómetro digital, termómetro digital, capnografía, espirometría, índice bispectral (BIS), tren de cuatro (TOF), presión arterial invasiva, presión venosa central, gasto cardíaco (GC), índice cardíaco (IC) y volumen sistólico mediante equipo no invasivo NICO2.

OXIMETRÍA DE PULSO. Se recomienda la medición de oxigenación de la hemoglobina en todo procedimiento anestésico mediante la utilización de un oxímetro de pulso que entregue la onda de pulso para confirmar la presencia de la onda de latido.

OXIMETRÍA EN LÍNEA. Se recomienda el uso de un sensor de oxígeno continuo en la máquina de anestesia, con un sistema de ventilación. Este sistema permite monitorizar la concentración de oxígeno inspirado y espirado de manera continua.

CAPNOGRAFÍA. Se recomienda en anestesia general o sedación moderada y profunda, el monitoreo continuo del CO₂ en la inspiración y espiración, es importante comprobar tanto la presencia como el valor de la EtCO₂. Esta monitorización debe estar presente desde la inducción hasta la extubación, retiro del dispositivo supraglótico o tras la superficialización de la sedación. Además, es importante destacar que no solo permite la evaluación de la ventilación, sino que también aporta información sobre el gasto cardíaco.

PRESIÓN ARTERIAL. Se aconseja la monitorización intermitente de la presión arterial en todo paciente bajo una anestesia general, regional, sedación o un cuidado anestésico monitorizado. El intervalo de medición no debe ser mayor a los cinco minutos, así como la presión arterial invasiva en casos de cirugía cardíaca, o de alto riesgo (Egaña-Tomic *et al.*, 2017).

PRESIÓN DE ARTERIA PULMONAR Y GASTO CARDÍACO. Durante varios años, el principal método para la determinación del gasto cardíaco ha sido la termo dilución intermitente mediante la inserción de un catéter en la arteria pulmonar (catéter de Swan-Ganz), que, a pesar de tratarse de un método preciso, hoy en día, debido a su invasividad, ha sido sustituido en la práctica clínica por otras herramientas más modernas y simplificadas (Santiago-López *et al.*, 2017).

El monitor Vigileo con el sensor FloTrac y el catéter venoso central de oximetría PreSep, y el Volumen View, han sido ampliamente utilizados, ya que constituyen una tecnología de monitorización mínimamente invasiva, que proporciona parámetros de flujo claves como: el gasto cardíaco (GC), el índice cardíaco (IC), el volumen sistólico (VS), el índice de volumen sistólico (IVS), resistencias vasculares sistémicas (RVS), presión arterial media (PAM) y la oximetría venosa mixta (SvO₂), así como el índice de agua pulmonar extravascular con el fin de guiar el manejo anestésico de pacientes sometidos a cirugía cardíaca y pulmonar. Provocando una disminución en el uso del catéter en la arteria pulmonar.

Otro monitoreo más específico para ciertos casos son: la ecocardiografía, eco-2D, Doppler pulsado y Doppler color, la integración de todas ellas en la sonda de ecocardiografía transesofágica hacen que la técnica se extienda y se posibilite su utilización en el área quirúrgica, en especial en los pacientes de alto riesgo o con grave deterioro de la función cardíaca. La ecocardiografía transesofágica nos permite la monitorización de la función cardíaca permitiendo evaluar de una manera continua la función global y segmentaria y, por tanto, la detección de anomalías de la contracción como dato de isquemia miocárdica. En un intento para dar respuesta a una serie de hipótesis que engloban conceptos alternativos de monitoreo hemodinámico, aparecen las aplicaciones médicas para teléfonos móviles. Entre estas encontramos Capstesia (Galenic App®, Vitoria-Gasteiz) que es una nueva aplicación de Android™/iOS™ para smartphones que, tras efectuar una fotografía de la pantalla del monitor del paciente, digitaliza las curvas de presión arterial invasiva que figuran en el monitor (Santiago-López *et al.*, 2017).

La señal ideal para conocer el plano anestésico en el cual se encuentra el paciente, es el electroencefalograma (EEG), ya que se altera significativamente durante la administración de agentes anestésicos; sin embargo, es difícil que el anestesiólogo realice un análisis de la señal durante una cirugía, por lo que se realiza un análisis automatizado, lo que resultó en el desarrollo de monitores de anestesia, los cuales utilizan diversas técnicas de análisis de señales para correlacionar el EEG con el estado hipnótico del paciente.

El primer monitor comercial que se diseñó fue el BIS, su funcionamiento se basa en el análisis biespectral de la señal de EEG, despliega como resultado un número del 0 al 100, donde los números más altos se consideran un estado de vigilia, y en 0 a la línea isoelectrica del EEG. El rango recomendado para cirugía con anestesia general es de 40 a 60, siendo 50 el nivel óptimo. El monitor BIS también mide la electromiografía (EMG) de la frente para que el anestesiólogo pueda valorar si el tono muscular está afectando el nivel de BIS y el estado anestésico del paciente (Carmona, 2020). El monitor de entropía genera dos valores: el índice de entropía de estado (ES) y el índice de entropía de respuesta (ER), este monitor incluye

EMG para identificar algunos estímulos externos como el dolor producido por el procedimiento quirúrgico, la ES tiene una escala adimensional de 0 a 91 y la ER 0 a 100 y el valor para anestesia general recomendado es de 40 a 60. El BIS también mide, la electromiografía (EMG) de la frente. (National Institute for Health and Care Excellence [NICE], 2012).

Otros procedimientos de monitoreo cerebral incluyen los potenciales evocados, oximetría venosa del bulbo yugular, la función metabólica cerebral NIRS (near-infrared spectroscopy) (Smith, 2013).

Temperatura: ya sea a nivel cutánea, esofágica, timpánica, nasofaríngea, vesical, arterial y de la arteria pulmonar dependiendo del tipo de cirugía, de los riesgos de hipotermia que se presente, y de la preferencia del anesthesiólogo.

Monitorización del bloqueo neuromuscular: en 1958 se inició el uso de un neuro estimulador como una herramienta en el diagnóstico de la apnea prolongada después del uso de un bloqueante neuromuscular, los cuales se han ido modificando tanto en el sitio del estímulo como en el tipo de estímulo, y así encontramos desde el que mide la relajación muscular, en la respuesta del músculo aductor del pulgar por estimulación del nervio cubital (TOF), el que se realiza a nivel del nervio facial para detectar la contracción en el músculo de la ceja (ToFscan), el estímulo tetánico, para relajación profunda (TET), el Post Tetanic Count (PTC) al que le llaman double burst stimulation (DBS) para valoración de la relajación residual.

El uso de ventiladores durante el siglo XX, se fue dando cada vez con mayor frecuencia, desde un empleo muy restringido por sus limitaciones en cuanto al monitoreo, como a sus dificultades en cuanto a su control de funciones las cuales eran muy rudimentarias (Adriani, 1969); así, en el transcurso de la segunda mitad del siglo XX, se evolucionó en los ventiladores, y en el control por monitoreo de estos, encontrándose en la actualidad, monitores controlados electromecánicamente, ya sea por volumen, presión o frecuencia, dando un giro de 180 grados el concepto del uso de ventiladores, haciéndolos más seguros y de fácil manejo.

Medición de presión de vía aérea: es importante la monitorización de la presión de vía aérea en todo paciente bajo anestesia general, con el fin de evitar el baro trauma pulmonar.

El uso del analizador de gases para un control del equilibrio acido-base y de los parámetros respiratorios y metabólicos del paciente sometido a cirugía de tórax, inicio su uso, aunque en forma no rutinaria durante los principios de la cirugía torácica, dada la frecuencia en que los pacientes presentaban acidosis respiratoria, debido a la respiración espontánea que era costumbre (Adriani, 1969).

MANEJO ANESTÉSICO DE LA CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA

Otras aportaciones que han venido a ayudar en el manejo fisiopatológico causado por la enfermedad primaria, o bien por el acto anestésico quirúrgico de la cirugía cardiotorácica, han sido la presencia de nuevas formas de mantener la ventilación aun con compromiso de la misma por el procedimiento quirúrgico, entre estos están: el aislamiento de cada pulmón a través de intubación endobronquial con tubos de un solo lumen, otra es la aparición de los tubos de doble lumen, pudiendo tener variedades derecha o izquierda y, el uso de bloqueadores bronquiales de diferentes variedades, que separan a cada pulmón, pudiéndose obtener la ventilación adecuada para cada pulmón, dependiendo de la técnica quirúrgica y, usando la monitorización descrita. La indicación original de separación de los pulmones fue la prevención de la diseminación de secreciones y de infecciones de un pulmón a otro. Además de la protección de la contaminación (Adriani, 1969), existen otras razones clínicas para separar los pulmones, como: la fístula broncopleural, lavado broncopulmonar, drenaje de empiema, control de hemorragia bronquial, cirugía de bulas gigantes y toracoscopias asistidas por video (Ojeda-González, 2013).

ANESTÉSICOS INHALATORIOS

La anestesia general con ventilación mecánica es el método más usado para los pacientes sometidos a este tipo de cirugía. Puede utilizarse una gran variedad de técnicas de administración de anestesia general, pero se recomienda emplear los anestésicos halogenados, por varias razones: tienen efecto benéfico sobre la irritabilidad de las vías aéreas, bloquean formas específicas de bronco-constricción, con un efecto broncodilatador inespecífico relacionado con la profundidad anestésica, deprime los reflejos de las vías respiratorias en pacientes con hiperactividad de la vía aérea, con la opción de suministrar una FiO₂ alta sin perder por ello profundidad de la anestesia. Como los anestésicos halogenados volátiles pueden ser eliminados con rapidez, disminuyen los problemas de hipoventilación postoperatorios en los pacientes extubados. A la dosis clínica habitual, los anestésicos halogenados proporcionan un grado razonable de estabilidad cardiovascular. No produce disminuciones mayores de la PaO₂ que los anestésicos inhalatorios (Miller *et al.*, 2023).

ANESTESIA BALANCEADA

Dada la disminución parcial de la actividad refleja, no se recomendaban los anestésicos endovenosos solos sino en combinación con agentes inhalados, iniciando la anestesia balanceada, con base en barbitúricos y narcóticos del tipo de morfina y meperidina, estas últimas por sus propiedades analgésicas e hipnóticas, aunque se consideraba que podría llevar a un “desastre” (Adriani, 1969).

En la actualidad se realiza una combinación de dos o más drogas anestésicas para obtener un plano anestésico quirúrgico adecuado, tratando de minimizar los efectos adversos de cada uno de los elementos, al disminuir las dosis de cada uno de ellos, entre los más usados, encontramos: opiáceos, especialmente el fentanilo y sus derivados, no provoca efectos hemodinámicos adversos de importancia y por lo tanto son útiles en los pacientes con cardiopatías, permitiendo al paciente intubado una transición suave de la situación operatoria al periodo postoperatorio, disminuyen la cantidad de

anestésicos halogenados necesarios para alcanzar planos quirúrgicos en la anestesia, así como una dosis moderada o altas de opiáceos junto con halogenados permiten el empleo de una FiO₂ alta sin perder por ello la profundidad anestésica, con la ventaja de que no disminuyen la vasoconstricción pulmonar hipóxica (VPH) regional, por lo cual deberán permitir el logro de una oxigenación óptima durante la ventilación a un solo pulmón, en combinación con un relajante muscular, y en ocasiones también el uso del Propofol u otros medicamentos hipnóticos, que potencializan los efectos de los demás medicamentos utilizados. También se ha utilizado la ketamina, aunque habitualmente no se emplea en cirugías electivas, es útil para la inducción de la anestesia general en pacientes en estado crítico sometidos a intervención urgente de cirugía torácica, por sus propiedades simpaticomiméticas, es de comienzo de acción rápida. No altera la oxigenación arterial durante la ventilación a un solo pulmón, quizás debido a la falta de efectos sobre la VPH (hipertensión veno pulmonar) (Ojeda-González,2013).

TIVA (ANESTESIA TOTAL INTRAVENOSA)

Los anestesistas del inicio de la segunda mitad del siglo XX, pensaban que las drogas no volátiles solo producían anestesia incompleta, con depresión y amnesia, por lo que no era popular (Adriani, 1969).

En la actualidad se trata de una técnica que envuelve la inducción y el mantenimiento solo con drogas endovenosas, obteniéndose inconciencia, amnesia, analgesia, control del sistema nervioso simpático y relajación muscular, obtenidos todos estos efectos a través de diferentes medicamentos que se combinan, pudiendo ser barbitúricos, benzodiazepinas, propofol, ketamina, narcóticos, relajantes musculares, etc., teniendo un control más estricto de la duración en el efecto de cada droga. La atenuación de la respuesta neurohormonal al estrés quirúrgico ha sido uno de los focos fundamentales de la anestesia cardiotorácica y, por tal motivo, las técnicas basadas en altas dosis de opioides han prevalecido desde sus comienzos. Tanto el uso de fentanilo como de remifentanilo a dosis adecuadas posee la potencia para atenuar la respuesta neuroendocrina y puede ofrecer estabilidad hemodinámica con marcadas ventajas farmacocinéticas

y cardioprotectores, facilitando la rápida recuperación del paciente, es así como se ha terminado de consolidar la era del fast-track en cirugía cardíaca.

Por otro lado, se le atribuye al propofol cierto efecto cardioprotector por sus propiedades antioxidantes y ser un barrador de radicales libres. Hay muchos estudios controversiales sobre el uso de una técnica u otra, por lo que se hacen necesarios más estudios para definir si el uso de halogenados tiene alguna ventaja sobre la TIVA como cardioprotector (Ramírez-Paesano, 2013).

OTROS MÉTODOS USADOS

La anestesia regional en 1969 se consideraba como la mejor opción para la cirugía (Adriani, 1969), sin embargo, en la actualidad se le considera solo para algunos casos especiales.

La analgesia epidural torácica es ahora uno de los métodos más utilizados por las unidades de tratamiento del dolor agudo para el manejo del dolor postoperatorio de la cirugía torácica y abdominal mayor, asociada a una anestesia general durante la cirugía abierta de tórax y de abdomen superior y, en el tratamiento del dolor postoperatorio. Ha mantenido una gran popularidad debido a las ventajas que se le atribuyen, entre las cuales las más importantes son la mejor analgesia y la disminución de las complicaciones postoperatorias.

La anestesia moderna, incluye la aplicación de varias drogas en forma simultánea, incluyendo combinaciones de agentes inhalados y endovenosos, lo que hace más segura la anestesia, que el uso de una o dos drogas solas (Espinoza, 2011).

No hay anestesia ideal o perfecta, así podemos concluir que el mejor método anestésico aún está en el futuro próximo. La investigación farmacológica, así como la ingeniería biomédica, nos están ayudando para encontrar el método más adecuado para cada paciente, por el momento creemos que la anestesia que se aproxima más a lo ideal es la combinación de medicamentos que puedan potencializar ventajas y minimizar sus desventajas dándonos un modo de manejo más simple y una duración controlada, siempre ayudados del monitoreo, de los efectos de estas drogas, en el paciente sometido al acto anestésico-quirúrgico.

REFERENCIAS

- Adriani, J. (1969). Anesthesia for Thoracic Surgery. En J. H. Gibbon, D. C. Sabiston y F. C. Spencer (Eds.). *Surgery of the Chest* (2ª ed., cap. 8, pp. 117-137). W. B. Saunders Company.
- Aliaga, L., Baños, J. E., Barutell de, C., & Molet, J. (2002). Farmacología de los analgésicos opioides. En *Tratamiento del dolor. Teoría y práctica* (2 ed., pp. 85-109).
- Carrillo Esper, R., Castelazo Arredondo, J. A. (2007). *Neuroanestesiología y cuidados intensivos neurológicos*. Editorial Alfil.
- Espinoza, U. A., y Brunet, L. (2011). Analgesia peridural torácica para cirugía torácica y abdominal mayor. *Revista Chilena de Anestesia*, 40(3), 272-282.
- Gallardo-Hernández, A. G., Hernández-Pérez, A. L., Sánchez-López, J. A., Ordoñez-Espinoza, G. Islas-Andrade, S. y Revilla-Monsalve, C. (2016). Monitores de profundidad anestésica. *Revista mexicana de anestesiología*, 39(3). 201-204. <https://www.medi-graphic.com/pdfs/rma/cma-2016/cma163f.pdf?>
- Hernández de la Fuente, F. L., Rabanal Llevot, J. M. (s. f.). Clínica Quirúrgica. Tema 1.5. Hipnóticos: propofol, etomidato, ketamine, tiopental. Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Universidad de Cantabria. https://ocw.unican.es/pluginfile.php/569/course/section/255/tema_1.5.pdf
- Isla, A., Mozas, M., y Cortázar, J. F. (2007). Avances en el tratamiento farmacológico del dolor crónico. Opioides. *Gaceta Médica de Bilbao*, 104, 141-147. <https://www.elsevier.es/es-revista-gaceta-medica-bilbao-316-pdf-S0304485807745948>
- Goodman, L. S., Gilman, A., Gilman, A. G., Brunton, L. L., Hilal-Dandan, R. Knollmann, B. C. (2019). *Las bases farmacológicas de la terapéutica*. 13th ed., McGraw-Hill.
- Luna Ortiz. P. (2013). *Anestesia Cardiovascular*. Editorial Alfil
- Miller, A. L., Theodore, D., y Widrich, J. (2023). *Inhalational Anesthetic*. StatPearls Publishing.
- Ojeda-González, J., Paret-Correa, N., y Ojeda-Delgado, L. (2013). Consideraciones sobre anestesia en cirugía torácica. *Medisur*, 11(5), 577-598. <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/2568>
- Paladino, M. A. y Acosta, A. P. (2003). El xenón, ¿será el anestésico del siglo XXI? *Revista Argentina de Anestesiología*, 61(4), 244-251.
- Philip, B. K., Kallar, S. K., Bogetz, M. S., Scheller, M. S., & Wetchler, B. V. (1996). A Multicenter Comparison of Maintenance and Recovery with Sevoflurane or Isoflurane for Adult Ambulatory Anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*, 83(2), 314-319. <https://doi.org/10.1097/00000539-199608000-00019>
- Rodríguez Carranza, R. (2015). Tiopental sódico: Anestésicos generales. *Vademécum Académico de Medicamentos*. McGraw Hill
- Ronald D. Miller, et al. (2010). *Miller Anestesia*. (2010). Elsevier
- Smith, J. D. (2013). Certainty and uncertainty: NICE guidance on 'depth of anaesthesia' monitoring. *Anaesthesia*, 68(10), 1000-1005.
- Sun, R., Jia, W., Zhang, P., Yang, K., Jin Hui Tian, Ma, B., Ya Li Liu, Jia, R. H., Xiao, L., & Kuriyama, A. (2015). Nitrous oxide-based techniques versus nitrous oxide-free techniques for general anaesthesia. The Cochrane Library, (11). <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008984.pub2>
- Villarejo, M., Murillo-Zaragoza, J. R., Alvarado-Hernández, H. (2000). Farmacología de los agonistas y antagonistas de los receptores opioides. *Educación e Investigación Clínica*, 1(2), 106-137.

INCISIONES TORÁCICAS

ABEL ARCHUNDIA GARCÍA

Las incisiones clásicas que llevaron al desarrollo de la cirugía permanecen sin modificaciones y se pueden consultar en miles de publicaciones, de modo que no es el objetivo en esta ocasión el repetir lo que está bien establecido, ya que por estas rutas ha ascendido la cirugía cardiorácica por más de cien años y son del dominio cotidiano del cirujano, más bien se trata de comentar algunas etapas en la evolución de las incisiones que iniciaron con grandes toracotomías y han llegado, en la actualidad, a ser un amplio abanico de opciones.

Mucho ha evolucionado la cirugía desde que se publicó la primera edición de la obra de Gibbon; el abordaje quirúrgico al tórax ha progresado en la medida en que se ha conseguido la seguridad en la anestesia y en las áreas de terapia intensiva, gracias a ello se desarrollaron técnicas quirúrgicas antes insospechadas, en las que la primera condición fue la exposición amplia de los órganos y por décadas se repitió la frase que predicaba que las grandes incisiones eran de los grandes cirujanos y, efectivamente, la cirugía cardio torácica se desarrolló a nivel mundial en pocos años, haciendo operaciones cada vez más audaces gracias a la tecnología de apoyo y a la comunicación internacional que la fomentaron, llegando incluso a la edad insospechada de los trasplantes del corazón, pulmones y el trasplante del bloque cardiopulmonar, la cirugía del esófago y la columna vertebral, todas ellas exigen de incisiones que conocemos como convencionales.

El criterio se modificó rápidamente al evolucionar la cirugía hacia los procedimientos mínimamente invasivos que surgieron a finales del siglo veinte (Patiño, 1997). La pleuroscopía y la toracoscopía permanecieron algún tiempo siendo aplicadas en forma restringida a la exploración y

limitadas a la obtención de biopsias o resecciones en cuña y bulectomías apicales. Sin embargo, inspiraron la innovación que llevó a ejecutar intervenciones mayores por incisiones pequeñas y se extendió a las cirugías del pulmón, esófago y mediastino, incluyendo aorta y el corazón.

De hecho, la historia reciente de la cirugía torácica general puede verse como un desarrollo gradual e inexorable a la cirugía de mínima invasión (MIS, por las siglas en inglés). El concepto moderno se popularizó a principios de la década de 1980, después de la aparición de los procedimientos asistidos por video, interpretado como “cirugía por el ojo de la cerradura” y pronto fueron adoptados por los cirujanos torácicos en la década de 1990. Estas innovaciones han modificado profundamente la metodología del abordaje quirúrgico del tórax, están estandarizadas y son de uso común en todas las latitudes (González-Rivas *et al.*, 2016).

En este contexto y por ser el cambio más destacado, se comentan las incisiones en técnicas de abordaje al tórax por los procedimientos de mínima invasión, que básicamente se apoya en la idea de minimizar el trauma quirúrgico a los tejidos, y con ello se persigue igualmente lograr mejores resultados terapéuticos, que de ningún modo han desplazado a las incisiones convencionales que continúan siendo las de mayor uso y que conforman la cirugía contemporánea de la que se espera todavía más evolución en el futuro próximo.

PRINCIPIOS GENERALES

Sin depender del tamaño de las incisiones, los principios generales para el abordaje quirúrgico del tórax permanecen tan inamovibles como los principios fisiológicos y anatómicos enunciados en el trabajo precursor de Gibbon en 1953, que, tomados de esa obra, hoy vale la pena repetir casi como un enunciado del comportamiento y actitudes del cirujano cuando va a intervenir en el tórax.

1. El cirujano torácico debe dominar y estar familiarizado con cada una de las incisiones conocidas, de modo que pueda planear la operación adecuada a las condiciones anatómicas y fisiológicas de su paciente. Una incisión mal elegida, o mal diseñada, puede hacer la operación difícil y frustrar un procedimiento.
2. Es esencial colocar al paciente en la posición correcta para hacer la intervención que se planea, esta posición debe ser segura y estable para exponer con amplitud el área operatoria y ofrecer al cirujano el acceso adecuado. Además, debe permitir el libre actuar del equipo anestesiológico y exponer los puntos de acceso vascular y de los sitios donde se pretenda procurar los injertos vasculares necesarios o de implantación de los sistemas de soporte circulatorio y la inserción de puertos para mínima invasión y/o cirugía robótica.
3. Cumpliendo estos requisitos se debe proteger el trayecto de los paquetes neuro vasculares y evitar zonas de presión sobre las salientes óseas para evitar la formación de escaras en los sitios expuestos a presión por tiempo prolongado. La posición debe permitir la libre excursión de los movimientos respiratorios y no interferir la función cardiovascular.
4. Una vez fija y segura la posición, se hace la preparación de la piel y para ello existen distintas técnicas, pero es importante tener la seguridad de que no existan signos inflamatorios o de infección cutánea activa, el cirujano debe estar seguro que no exista sepsis en el sitio en donde va a efectuar la incisión, aunque parezca de menor grado.
5. La incisión de la piel debe ser de longitud suficiente para dar una correcta exposición, así como de las vías de acceso vascular a los sitios en donde se abordan los vasos periféricos ya sea arteriales o venosos. La selección del espacio intercostal en el que se va a trabajar también tiene importancia crítica ya que puede llevar a una exposición inadecuada, la incisión debe ser de la suficiente longitud para evitar tensión en los tejidos al colocar los instrumentos de separación. Sin embargo, las técnicas asistidas por video disminuyen de longitud de las incisiones y los cirujanos se sienten más cómodos al centrarse en el objetivo anatómico de la operación.

6. El uso sensato del electrocauterio y de la tecnología ultrasónica evitarán siempre la destrucción de los tejidos y, es esencial obtener hemostasia óptima, así como el cierre de todos los espacios muertos al concluir el procedimiento. Los tubos de drenaje deben sacarse a través de la piel en una posición anterior, que sea suficiente para evitar que al regresar al paciente a la posición supina colapse los tubos de drenaje.
7. La cirugía del corazón se hace regularmente por toracotomías y esternotomías que exponen con amplitud los órganos del mediastino y los grandes vasos, así se da acceso suficiente para la instalación de los sistemas de circulación extracorpórea.
8. Debido al número de pacientes en edad avanzada que requieren cirugía o que siendo jóvenes son portadores de múltiples comorbilidades, se ha buscado minimizar las incisiones con el fin de reducir el trauma operatorio. En forma paralela, las nuevas opciones para tratar por una punción percutánea la enfermedad valvular cardíaca, la cardiopatía congénita, patología de los grandes vasos y la cardiopatía isquémica dan atractivas opciones quirúrgicas.
9. La posición del paciente y el orden de la sala de operaciones debe darse en coordinación con el equipo de enfermería, anestesiología, perfusión, ingeniería y técnico(a)s de quirófano que son los integrantes contemporáneos del personal en las áreas de quirófanos.
10. La seguridad eléctrica en los quirófanos debe cumplir con las normas técnicas aprobadas a nivel internacional para garantizar la salud de pacientes y personal de quirófano. Se insiste en ello debido a la mayor presencia de equipos electro médicos, que multiplican las posibilidades de lesiones o de interferencia en su función.

TORACOSCOPIA

Los procedimientos que inspiraron el interés por el abordaje quirúrgico del tórax a través de pequeñas incisiones son la toracoscopia y la videoscopia. La técnica de inserción del toracoscopio y de los puertos auxiliares de acceso son del todo similares para este tipo de cirugía. Se insiste en que, a pesar

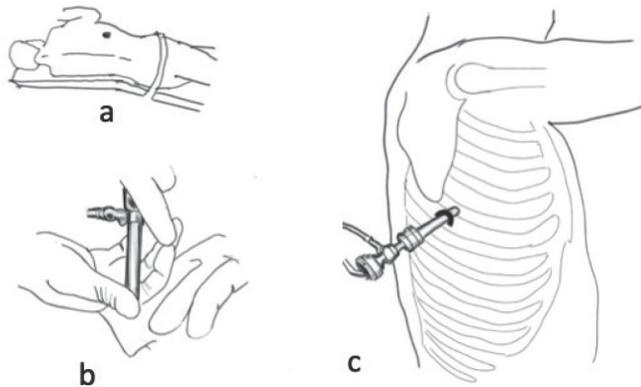


Figura 1. Toracoscopía a) posición del paciente y la incisión; b) introducción del trocar; c) toracoscopio en posición. Elaboración propia.

de la pequeñez de los orificios, involucra las alteraciones consecuentes con el hecho de abrir la cavidad pleural a la atmósfera (figura 1).

El procedimiento consiste en perforar la pleura en el espacio intercostal seleccionado con una incisión de la pared torácica, y siempre respetando el paquete intercostal, se introduce un trocar y el equipo videoscópico para hacer la exploración del espacio pleural. A esta incisión y acceso se le conoce como “puerto de acceso”, por el que se examina la pleura parietal, la visceral, los tejidos y órganos subyacentes (Archundia, 2013). Toda la cavidad torácica es accesible al examen videoscópico y se usa ampliamente en el diagnóstico de las enfermedades de la periferia del pulmón, así como en el manejo diagnóstico y terapéutico de los nódulos pulmonares, el empiema crónico y en la patología tumoral benigna y maligna. Es posible hacer biopsias de las superficies del diafragma, del pericardio y de masas o nódulos mediastinales. Por esta vía se llega a la columna dorsal, al simpático torácico y se hacen resecciones pericárdicas y movilizaciones del esófago, entre otros muchos procedimientos de la patología pleuropulmonar.

La toracoscopía tiene la particularidad de no requerir obligadamente la insuflación de gas gracias a la elasticidad de los pulmones y a la firmeza de la pared, así se conforma una fisiología diferente con la del neumoperitoneo (Archundia, 2013).

Al introducir el puerto, la presión negativa del interior de la pleura se equilibra con la presión del ambiente y el pulmón se colapsa. Esta apertura del espacio pleural es tan útil para el abordaje que rara vez se necesita insuflar bióxido de carbono, y cuando no ocurre el esperado colapso, se debe atribuir a la existencia de adherencias pleurales, a errores de la intubación o a patología pulmonar intrínseca que lo impide. Cuando se llega a insuflar el CO², aumenta la presión intratorácica, se bascula el mediastino, se reduce el retorno venoso al corazón derecho y todo esto abate el gasto cardíaco propiciando acidosis respiratoria.

Otra particularidad es que la mayor parte de las intervenciones necesitan de la intubación selectiva del bronquio contralateral y ventilación de un solo pulmón, o ventilación parcial del ipsilateral y, esto tiene repercusiones, entre ellas las siguientes:

- Suspender temporalmente la ventilación de un pulmón aumenta la proporción de la sangre no oxigenada en el gasto cardíaco debido a la sangre insaturada que regresa del pulmón colapsado, esto se refleja en un problema de saturación que suele responder con lentitud al aumento de la fracción inspirada de oxígeno por el anestesiólogo; la cirugía, en su caso se debe iniciar solo hasta que la saturación de oxígeno alcanza 90%.
- El decúbito lateral, cuando es necesario en la intervención torácica, hace que el peso del mediastino reduzca la capacidad funcional residual del pulmón del otro lado y las fuerzas gravitacionales pueden angular el bronquio principal, acarreando hiperinflación al impedir el vaciamiento e hipoventilación.
- El síndrome de hipoxia e hipotensión es más frecuente cuando el paciente cursa con patología pulmonar intrínseca, en especial en la cirugía de reducción de volumen. (Archundia, 2013)

CIRUGÍA PULMONAR Y TORACOSCOPIA

Prácticamente toda la cirugía de los pulmones es susceptible de llevarse a cabo por videoscopia, pero el principal objetivo en la actualidad es el tratamiento del cáncer pulmonar que sigue en evolución y permanece en el estándar de abordaje por la toracotomía posterolateral, sin embargo, el abordaje por mínima invasión ha demostrado ser seguro y efectivo en las etapas tempranas de cáncer pulmonar. La lobectomía toracoscópica está diseñada para lograr los resultados oncológicos convencionales de la lobectomía clásica y por esta vía se puede hacer la disección completa del hilio y el control individual de los vasos. Con la ventaja adicional de ocupar menos estancia hospitalaria, mejor control del dolor y preservar la función pulmonar (Daniels *et al.*, 2002; Marty-Ané *et al.*, 2013; Burfeind y D'Amico, 2004).

Una vez realizada la broncoscopia reglamentaria y la mediastinoscopia preoperatorias, se hace la intubación de la tráquea con tubo de doble lumen y se coloca al paciente en decúbito lateral con ligera flexión de la mesa a nivel de la cadera a modo de espaciar los espacios intercostales para permitir el ingreso de los equipos de videoscopia. Antes de la antisepsia y de la colocación de campos estériles, con el paciente monitorizado se hacen marcas en la piel señalando los puntos de abordaje.

Algunos cirujanos hacen tres o cuatro incisiones, pero generalmente basta con dos de ellas. La primera incisión de 10mm de longitud se hace en el séptimo o en el octavo espacio intercostal sobre la línea axilar media y está destinado a la introducción del puerto del toracoscopio. La segunda incisión, de 5cm de longitud sigue la dirección del quinto espacio intercostal sobre la línea medio axilar, que es el espacio más amplio entre costillas, aquí se coloca el puerto de acceso a la disección del hilio pulmonar para hacer la lobectomía y la extracción de la pieza o piezas. Se aclara que los puertos de acceso al tórax son específicos para esta cirugía. Los puertos auxiliares tienen el propósito de introducir separadores y facilitar la visualización. (Figura 2)

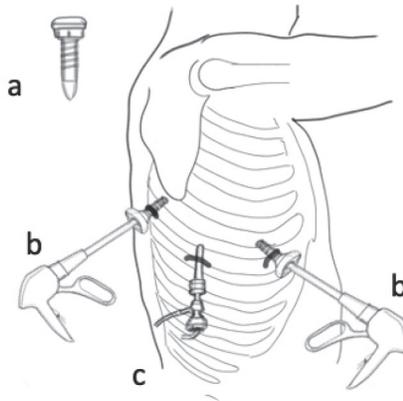


Figura 2. Cirugía toracoscópica: a) Modelo de trocar y puerto de acceso; b) puertos de trabajo; c) el toracoscopio. Elaboración propia.

MINI TORACOTOMÍA Y REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA

Cirujanos vanguardistas de diversas partes de mundo abrieron una nueva era en la cirugía de los vasos coronarios al hacerla con procedimientos de mínima invasión, sin bomba y con el corazón latiendo, esto sobre el argumento de evitar la circulación extracorpórea que consiste en una invasión sistémica y demostraron que, en casos seleccionados, sin comprometer la eficacia y seguridad es factible igualar los resultados de la cirugía.

Destacaron en ello los iniciadores que hoy son ampliamente reconocidos y se recuerdan los nombres de Subramanian, Buffolo, Beneti, Pfister y Calafiori entre otros muchos autores. La significancia de estos aportes es que expandieron el uso de conductos arteriales preferentemente y algunos de ellos lograron revascularización completa en intervenciones muy laboriosas.

Todos ellos preconizaron el uso de una toracotomía anterolateral izquierda de pequeñas dimensiones (figura 3) por la que se hace la procuración de la arteria torácica interna, o una arteria radial y se anastomosa a la arteria descendente anterior en una porción distal a los segmentos enfermos, esto

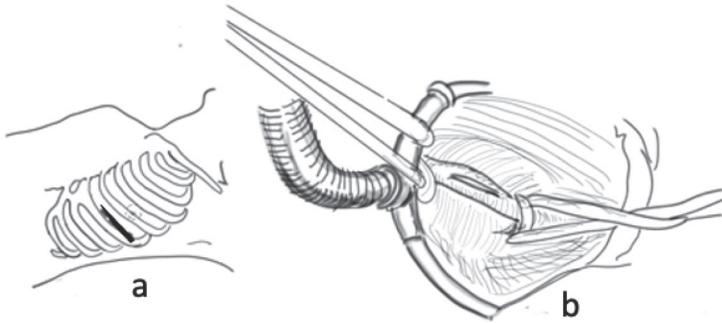


Figura 3. a) Incisión de mini toracotomía izquierda; b) separador y estabilizador para revascularización sin bomba. Elaboración propia.

basado en el argumento de que la revascularización de este vaso es determinante en el tratamiento de la cardiopatía isquémica (Ascione *et al.*, 1999).

La selección de los pacientes es decisiva para los resultados y se hace cumpliendo un protocolo preciso que ha popularizado esta vía de abordaje, misma que ahora se expande a otras indicaciones. La incisión difiere poco de la toracotomía anterolateral clásica. Dado que esta cirugía se lleva a cabo con el corazón latiendo, las características físicas del paciente y la conducción anestésica tienen requerimientos y control muy riguroso y reglamentado.

El paciente se coloca en decúbito dorsal con una elevación de 30 grados del hemitórax izquierdo colocando un bulto bajo el hombro para rotar el tórax aproximadamente 30 grados. La incisión, que es sub mamaria, se hace en el cuarto espacio intercostal izquierdo con una longitud de 10 cm siguiendo la curvatura del arco costal y seccionando los planos con hemostasia rigurosa, se respeta el paquete intercostal y se abre la pleura. A partir de este punto se utilizan separadores, especialmente diseñados por los cirujanos, que suspenden el arco costal para diseccionar la arteria torácica interna izquierda que será utilizada para anastomosarse a la arteria descendente anterior que se aísla y se sujeta con un aparato estabilizador que permite la anastomosis mientras la actividad miocárdica se lentifica por medios farmacológicos. Terminado el procedimiento

se instala un tubo pleural conectado a un sello de agua y se reconstruye la herida por planos. Esta misma vía con algunas modificaciones y con apoyo tecnológico variado se utiliza para hacer el procedimiento con apoyo robótico. Como se describirá más adelante (Buffolo *et al.*, 1996; Calafiore *et al.*, 1996).

MINI ESTERNOTOMÍA EN CIRUGÍA

La cirugía de las válvulas cardíacas y de los vasos coronarios ha dominado el terreno de la cirugía cardíaca desde sus principios; se hace tradicionalmente por esternotomía media longitudinal y con el auxilio de la circulación extracorpórea, que permite suspender temporalmente la actividad cardíaca y trabajar en el interior de las cavidades del corazón (Archundia, 2013). Todo ello requiere de una de las técnicas quirúrgicas más invasivas que se hacen en la actualidad; no solo en lo que se refiere a la vía de acceso y a la exposición de las serosas pleurales y el pericardio, sino al manejo directo del corazón al que se detiene en sus funciones temporalmente; la invasión sistémica es más extensa por la anticoagulación total del sujeto, la derivación de la sangre a la máquina corazón-pulmón que abandona su interface fisiológica con el endotelio vascular para entrar en contacto con la tubería de material sintético e intercambiar sus gases a través de membranas semi-permeables, y todavía regresar impelida por sistemas de presión que lastiman a los elementos figurados de la sangre y afectan sus proteínas circulantes, se sostiene así durante la cirugía un estado fisiológico anormal que algunos autores identifican como un estado de choque controlado. La respuesta humoral, celular y metabólica es intensa (Archundia, 2013). en algunos casos se debe llegar a interrumpir totalmente la circulación e inducir un paro circulatorio total en hipotermia controlada por periodos superiores a una hora, acarreado cambios fisiológicos temporales controlados hasta la rehabilitación de los pacientes en uno de los mayores alardes de la medicina contemporánea.

En este contexto, la cirugía de tórax busca con afán modalidades de tratamiento que minimicen el traumatismo y que ofrezcan alternativas

menos invasivas. Se mencionan a continuación las opciones que actualmente se usan con éxito siguiendo este propósito.

Una de las primeras alternativas, y la más simplista, es disminuir las dimensiones de las toracotomías, considerando que una pequeña ventana de acceso genera menor traumatismo y, buscando evitar la esternotomía media longitudinal. Así, en todo el mundo surgieron equipos de cirujanos que diseñaron sus propios procedimientos siguiendo esta línea. Lo primero que se intentó hacer fueron los cambios valvulares aórticos por esternotomías parciales, o incisiones para esternales, sin seccionar todo el esternón, lo llamaron mini toracotomía, de esta manera se perfeccionaron los pequeños abordajes hasta hacerlos seguros, efectivos y reproducibles; se recomendaron especialmente útiles en pacientes de edad avanzada (Archundia, 2013). Desde entonces se reportó, por distintos autores, que los abordajes mínimos son de resultados cosméticos superiores, reducen el dolor postoperatorio, se acompañan de una recuperación temprana y al preservar la estructura del esternón la función respiratoria resulta menos afectada, sin elevar la mortalidad o la morbilidad y, siempre con la posibilidad de convertir la toracotomía a una de dimensiones estándar en caso de dificultad técnica. Los cuidados anestesiológicos, la monitorización y la instrumentación evolucionaron en forma paralela.

Las incisiones en uso para la cirugía cardíaca en la modalidad de mínima invasión evolucionan con tal rapidez en las últimas décadas, que ha sido complicado sostener una actualización constante. Las primeras operaciones de este tipo se hicieron para la sustitución de la válvula aórtica y actualmente tienen otras aplicaciones (Cohn, 1998).

Se trata de una incisión vertical en los planos superficiales sobre la línea media, que se inicia en la horquilla esternal y se prolonga hacia abajo hasta la altura del tercer espacio intercostal, para terminar en una prolongación oblicua hacia la derecha en forma de palo de Jockey. La incisión se continúa con una esternotomía parcial en la línea sagital con sierra eléctrica, hasta llegar al tercer o al cuarto espacio en donde se dirige a la derecha poniendo atención en proteger y no lesionar la arteria torácica interna y las venas que le acompañan. Se debe verificar que no está lesionado ese paquete, en caso de duda aplicar doble ligadura, ya que el sangrado de

estos vasos en el postoperatorio traería graves consecuencias. Se instala el separador esternal, con la cremallera en la porción cefálica para facilitar las maniobras en el interior del pericardio. La circulación extracorpórea se instala en forma percutánea en los vasos femorales y se procede al procedimiento en la aorta y válvula aórtica en forma convencional (figura 4). Incluso la mitral se puede trabajar por la esternotomía parcial alta manejando instrumentos largos diseñados para la cirugía endoscópica, sin embargo, para este propósito se utiliza con más frecuencia la toracotomía por esternotomía parcial baja. En ella la incisión de los planos superficiales es de aproximadamente 8cm, situada en la parte baja del esternón y se detiene al rebasar el apéndice xifoides. El apéndice xifoides se conserva y la esternotomía media asciende hasta el tercer espacio intercostal en donde se desvía a la derecha para hacer el corte parcial del esternón. Se debe poner especial atención en dirigir el corte precisamente sobre la línea sagital y aquí se insiste enfáticamente en la hemostasia rigurosa con el control y protección de la arteria torácica interna y de sus venas. Una vez instalado el separador automático y abierto el pericardio se puede hacer la canulación completa a través de la esternotomía mínima para instalar la circulación extracorpórea y llevar a cabo la intervención programada.

VIDEOASISTENCIA (VATS Y VACS)

El éxito de la cirugía laparoscópica asistida, que se practica cotidianamente en todo el mundo, se expandió con rapidez a otras especialidades como distintivo de innovación y actualidad, creando una industria de apoyo con desarrollo tecnológico e industrial sin precedentes en la historia de la cirugía.

Al aplicarse al tórax se desarrolló en el mismo sentido y se difunden actualmente diversos métodos como son la cirugía torácica la video asistida (VATS de Video Assisted Thoracic Surgery, en inglés), la cirugía cardíaca video asistida (VACS), todas ellas por incisiones pequeñas, con menos trauma a los tejidos y que persiguen resultados equivalentes a los que se obtienen con la cirugía convencional. Se hacen a través de una

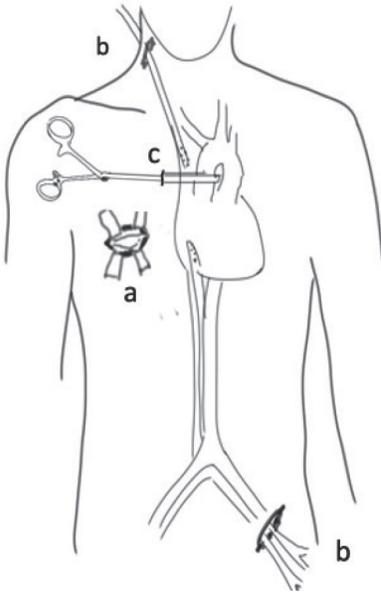


Figura 4. a) Incisión de mini toracotomía derecha; b) incisiones para instalar circulación extracorpórea; c) incisión para oclusión aórtica con clamp de Chitwood. Elaboración propia.

incisión no mayor de 8cm que será el puerto principal de trabajo, el videoscopio se puede introducir por otro puerto y proporciona iluminación brillante, imágenes agrandadas de las estructuras, visión del campo operatorio a todo el equipo y registro de las acciones.

Tiene algunas diferencias con la cirugía tradicional:

- 1) En el actual equipo laparoscópico y toracoscópico el instrumento no manda a las manos del cirujano la sensación del tacto con los tejidos ni la respuesta a la fuerza y presión.
- 2) Las imágenes en un monitor de video solo son bidimensionales y se pierde la impresión de profundidad al faltar la tercera dimensión, de modo que la coordinación de los movimientos de los instrumentos es solo intuitiva y, hacer la correcta coordinación de la vista con la acción del instrumento requiere entrenamiento prolongado especial.
- 3) La mayoría de los instrumentos de cirugía video asistida tienen cuatro grados de movimiento, mientras que la muñeca humana y mano tienen siete grados de movimiento.

- 4) Finalmente, el tremor fisiológico de las manos del cirujano se transmite a lo largo de los instrumentos rígidos (Archundia, 2013).

Con preparación y entrenamiento de los equipos contemporáneos, prácticamente toda la cirugía pleuropulmonar es susceptible de hacerse por videoscopia incluyendo esófago, timo y mediastino. Los procedimientos por VATS son los métodos de elección en la cirugía torácica a menos de que la extensión de los tumores sea incompatible con una incisión mínima. Ha llegado incluso a considerarse como cirugía ambulatoria, en algunos casos no requiere drenaje pleural y se hace por un solo puerto permitiendo la manipulación con múltiples instrumentos por el portal de una sola incisión. La cirugía del cáncer pulmonar se indica en forma personalizada de acuerdo con las características y su extensión (Montagne *et al.*, 2021).

Del mismo modo, la cirugía cardíaca se hace a través de toracotomías laterales cada vez más pequeñas; con el recurso técnico de la videoscopia se hacen los procedimientos reconstructivos de la cardiopatía congénita y de las estructuras valvulares y el reemplazo de las válvulas nativas por prótesis mecánicas y biológicas (Archundia, 2013).

La cirugía cardíaca en el interior de las cavidades (VACS) requiere de educación básica dirigida desde la primera formación del cirujano o de una fase de adiestramiento específico para trabajar con destreza y familiaridad con la visión de las imágenes en solo dos dimensiones y sin sensación táctil, además requiere instrumental especializado y desde luego que no elimina la necesidad de circulación extracorpórea. Todo ello implica una educación quirúrgica certificada y personal de anestesiología y quirófano debidamente coordinados. La instalación de la derivación cardiopulmonar se hace en los vasos periféricos por vía percutánea o por pequeñas incisiones. Aunque el campo operatorio en el interior del tórax es mínimo, la tubería de la circulación extracorpórea instalada por otras incisiones no obstaculiza las maniobras y para administrar la cardioplegia, la aorta ascendente se ocluye con un clamp introducido por otro espacio intercostal (Chitwood *et al.*, 1997).

Sin embargo, se insiste en que a pesar de los espectaculares refinamientos de la instrumentación, el trabajo quirúrgico en el interior del corazón requiere el uso de la máquina corazón pulmón (Archundia, 2013).

PUERTO ÚNICO DE ACCESO EN CIRUGÍA TORÁCICA

En la búsqueda de reducir las incisiones, algunas escuelas quirúrgicas hacen sus procedimientos por un solo puerto introducido por una incisión no mayor de 8cm en la piel y se le conoce como puerto único. En este concepto, se introduce un protector de la herida y un separador automático que exponen el interior y, a través de un solo orificio se tiene acceso a gran parte de la cirugía del tórax y la posibilidad de introducir e implantar dispositivos y prótesis dentro de las cavidades cardíacas. Sin embargo, tratándose de cirugía intracardiaca se tiene que hacer necesariamente con apoyo de circulación extracorpórea, misma que se instala en forma percutánea o por pequeñas incisiones y para administrar la cardiología se ocluye la aorta por un balón intraluminal o por otra incisión por la que se hace el pinzamiento de la aorta ascendente (Onaitis *et al.*, 2006).

CIRUGÍA ROBÓTICA

En un avance espectacular de la tecnología, la cirugía en tele comando conocida como robótica, o cirugía asistida por robot, comparte las ventajas de la mínima invasión, reduce el trauma a los tejidos y persigue ofrecer resultados equivalentes a los que se obtienen con la cirugía convencional (Lanfranco *et al.*, 2004).

Su mayor ventaja sobre la simple video asistencia consiste en que ofrece visión tridimensional al operador y ha culminado la evolución de las grandes incisiones que con estos procedimientos de mínima invasión se redujeron primero a 8cm y ahora han llegado a 8mm, aunque sean múltiples.

Tiene el inconveniente de requerir una curva de aprendizaje certificada para afinar la coordinación motora necesaria para manejar el sistema

robótico que se emplea; sin duda, significa un cambio de paradigma profundo y presagia el surgimiento de eventos importantes en el desarrollo de la cirugía. Comparte las ventajas de la cirugía mínimamente invasiva, muy difundida entre los cirujanos, pacientes y compañías de seguros: las incisiones son más pequeñas, el riesgo de infección es menor, la estancia en el hospital es más corta y se reduce significativamente la convalecencia. Junto con esto, el menor estímulo a la respuesta inmune hace a esta cirugía tan atractiva como la mínimamente invasiva (Archundia, 2013). La seguridad de la cirugía robótica ha sido demostrada en numerosas publicaciones, aunque están pendientes de demostrar científicamente sus beneficios y la evolución tecnológica hace esperar mejoría en el futuro próximo (Chiu y Chen, 2014).

Vale la pena mencionar las ventajas de estos sistemas robóticos que mejoran la destreza quirúrgica de varias maneras:

- 1) Los instrumentos tienen mayor grado de libertad y mejoran de manera considerable la capacidad del cirujano para manipular instrumentos y tejidos.
- 2) Están diseñados para que el temblor o tremor fisiológico de los cirujanos pueda compensarse o eliminarse con el movimiento efector final a través de filtros de software y hardware apropiado. El operador trabaja lejos del paciente, sentado a distancia y maniobra desde una consola equipada con tele comandos ergonómicos.
- 3) Todavía más, son capaces de modular los movimientos que se hacen en los tele comandos, ya que pueden ser transformados en movimientos micrométricos.
- 4) La vista tridimensional con percepción de profundidad es una notable mejora sobre las vistas que se obtienen con la cámara laparoscópica convencional.
- 5) Quizá el avance más apreciado es que traduce al operador la sensación táctil y la sensación de contacto y presión del instrumento al contacto con los tejidos. (Archundia, 2013).

COMENTARIO

Al hacer un balance en la cirugía de tórax hemos asistido a la evolución de las incisiones en uso cotidiano desde que se publicó el texto primero de Gibbon; en la actualidad es predominante la tendencia casi obsesiva por reducir el tamaño de las incisiones y se soslaya que el acto quirúrgico no tiene como principal objetivo el no dejar cicatriz, sino restituir la salud, y en el curso del siglo XXI hemos visto reducir las dimensiones desde las grandes toracolaparotomías a incisiones de 8cm y después a 8mm e, incluso la cirugía endovascular por punción de los vasos periféricos y quizá la nano robótica. Los criterios habrán de sedimentarse siempre en beneficio de los pacientes que nos dan su confianza.

REFERENCIAS

- Archundia García, A. (Ed.). (2013). *Cirugía 2*. McGraw Hill. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1434§ionid=94944541>
- Ascione, R., Lloyd, C. T., Underwood, M. J., Lotto, A. A., Pitsis, A. A., & Angelini, G. D. (1999). Economic outcome of off-pump coronary artery bypass surgery: a prospective randomized study. *The Annals of thoracic surgery*, 68(6), 2237–2242. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(99\)01123-6](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(99)01123-6)
- Buffolo, E., de Andrade, C. S., Branco, J. N., Teles, C. A., Aguiar, L. F., & Gomes, W. J. (1996). Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *The Annals of thoracic surgery*, 61(1), 63–66. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(95\)00840-3](https://doi.org/10.1016/0003-4975(95)00840-3)
- Burfeind, W. R., & D'Amico, T. A. (2004). Thoracoscopic Lobectomy. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 9(2), 98–114. <https://doi.org/10.1053/j.optechstcvs.2004.05.002>
- Calafiore, A. M., Giammarco, G. D., Teodori, G., Bosco, G., D'Annunzio, E., Barsotti, A., Maddestra, N., Paloscia, L., Vitolla, G., Sciarra, A., Fino, C., & Contini, M. (1996). Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *The Annals of thoracic surgery*, 61(6), 1658–1665. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(96\)00187-7](https://doi.org/10.1016/0003-4975(96)00187-7)
- Chitwood, W. R., Jr, Elbeery, J. R., Chapman, W. H., Moran, J. M., Lust, R. L., Wooden, W. A., & Deaton, D. H. (1997). Video-assisted minimally invasive mitral valve surgery: the “micro-mitral” operation. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 113(2), 413–414. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(97\)70341-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(97)70341-6)

- Chiu, K. M., & Chen, R. J. (2014). Videoscope-assisted cardiac surgery. *Journal of thoracic disease*, 6(1), 22–30. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2014.01.04>
- Cohn L. H. (1998). Minimally invasive aortic valve surgery: technical considerations and results with the parasternal approach. *Journal of cardiac surgery*, 13(4), 302–305. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.1998.tb01073.x>
- Daniels, L. J., Balderson, S. S., Onaitis, M. W., & D'Amico, T. A. (2002). Thoracoscopic lobectomy: a safe and effective strategy for patients with stage I lung cancer. *The Annals of thoracic surgery*, 74(3), 860–864. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(02\)03764-5](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(02)03764-5)
- Gonzalez-Rivas, D., Damico, T. A., Jiang, G., & Sihoe, A. (2016). Uniportal video-assisted thoracic surgery: a call for better evidence, not just more evidence. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 50(3), 416–417. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw187>
- Lanfranco, A. R., Castellanos, A. E., Desai, J. P., & Meyers, W. C. (2004). Robotic surgery: a current perspective. *Annals of surgery*, 239(1), 14–21. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000103020.19595.7d>
- Marty-Ané, C. H., Canaud, L., Solovei, L., Alric, P., & Berthet, J. P. (2013). Video-assisted thoracoscopic lobectomy: an unavoidable trend? A retrospective single-institution series of 410 cases. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 17(1), 36–43. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivt146>
- Montagne, F., Guisier, F., Venissac, N., & Baste, J. M. (2021). The Role of Surgery in Lung Cancer Treatment: Present Indications and Future Perspectives-State of the Art. *Cancers*, 13(15), 3711. <https://doi.org/10.3390/cancers13153711>
- Onaitis, M. W., Petersen, R. P., Balderson, S. S., Toloza, E., Burfeind, W. R., Harpole, D. H., Jr, & D'Amico, T. A. (2006). Thoracoscopic lobectomy is a safe and versatile procedure: experience with 500 consecutive patients. *Annals of surgery*, 244(3), 420–425. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000234892.79056.63>
- Patiño, J. F. (1997). Cirugía de invasión mínima: una nueva teoría quirúrgica. En *Cirugía laparoscópica y toracoscópica*. Eds. Cervantes McGraw-Hill Interamericana.

PARO CARDÍACO Y REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR Y CEREBRAL: VIGENCIA Y OBSOLESCENCIA DEL CLÁSICO DE 1962 *SURGERY OF THE CHEST* DE JOHN H. GIBBON

JORGE ANTONIO ALDRETE VELASCO
ANTONIO HERNÁNDEZ BASTIDA

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN CONCEPTUAL

Aun cuando Frank Gerbode –autor del capítulo correspondiente en el clásico *Surgery of the Chest* de 1962– no emite una definición formal del paro cardíaco alude en diferentes momentos de su exposición a la desaparición súbita de la actividad contráctil del corazón definitoria de este evento (Zamarripa, 2007).

El autor también puntualiza la necesidad de restablecimiento de la actividad cardíaca para, con ello, normalizar un flujo sanguíneo tal que satisfaga la demanda tisular de oxígeno (Escobar, 2012).

Es decir, en su exposición cita elementos suficientes para la caracterización de lo que hoy en día se entiende no solo como un compromiso cardíaco, sino además como uno de tipo respiratorio con implicaciones neurológicas, bajo la denominación conceptual, hoy vigente, de paro cardiopulmonar o paro cardiorrespiratorio (PCR) (Medina-Ruiz, 2020)

Dado que el capítulo de Gerbode se inscribe en un tratado de *cirugía torácica*, ya desde el primer párrafo enfoca su atención exclusivamente en los PCR ocurridos dentro del ámbito intrahospitalario durante la realización de maniobras transoperatorias (cirugía intervencionista de tórax) o exploratorias (tras la inyección de sustancias radio opacas durante un procedimiento radiológico, o durante el trascurso de una cateterización); en el capítulo, en consecuencia, se omite sistemáticamente la mención de los PCR ocurridos fuera del hospital (Gerbode, 1962).

El *incipit* del capítulo 11 asignado a Gerbode es especialmente significativo; en apenas una veintena de líneas breves, el autor puntualiza conceptos en torno al PCR que –a sesenta años de la primera publicación del tratado clásico– conservan hoy plena vigencia:

1. El PCR representa la principal urgencia cardiovascular.
2. Exige un tratamiento inmediato, puesto que las posibilidades de recuperación del paciente dependen del tiempo de inicio de las estrategias conducentes a una reanimación cardiopulmonar (RCP) exitosa por debajo del umbral de isquemia, sobre todo de la cerebral y de la muerte neuronal derivada de esta.
3. Resulta indispensable que todo médico se halle lo suficientemente familiarizado con los procedimientos diagnósticos y las estrategias inmediatas de tratamiento de esta emergencia, sin menoscabo de las mediatas durante el seguimiento posterior al evento agudo.

EPIDEMIOLOGÍA

En el clásico de 1962, se citan estudios publicados a mediados de la década 1950-59 en los que la prevalencia de PCR ocurridos en el ámbito transoperatorio oscila entre 14.2 y 20.0%, en forma dependiente de la edad del paciente, con una mortalidad asociada de hasta 50% (Gerbode, 1962). Los análisis históricos recientes muestran que la incidencia de PCR relacionados con intervenciones quirúrgicas comenzaron a reducirse radicalmente a principios de la década 1990-99 respecto de los registros correspondientes al periodo 1950-1959 (de 6.0 a 0.5 por cada 10,000 cirugías), al igual que la mortalidad relacionada con ellos (de 68 a 25%) (Hernández, 2002) en gran medida debido al gradual fortalecimiento de una *cultura de prevención del PCR* ajena al horizonte epistemológico del autor clásico, basada en principios como los siguientes (Luna, 2015):

- Monitoreo más estrecho del paciente, lo cual conduce a un PCR “presenciado en tiempo real” por el personal médico y a tasas de supervivencia más favorables.
- Práctica de estrategias intrahospitalarias específicas para la prevención del PCR.
- Respuesta más rápida dentro del hospital para el inicio de la RCP, en comparación con los casos de PCR atendidos fuera del hospital.
- Disponibilidad de instrumentos para la valoración perioperatoria del paciente (por ejemplo, en función de los grados de riesgo I a VI establecidos por la American Society of Anesthesiologists, ASA) (Sepúlveda, 2013).
- Uso de estrategias procedimentales estandarizadas para la abolición, en la medida de lo posible, del error humano (entre ellas, las *cadena de supervivencia* para la recuperación del paciente ante un PCR dentro y fuera del hospital de la American Heart Association, AHA) (AHA, 2020).

ETIOLOGÍA

HIPOXIA MIOCÁRDICA. Aunque el autor de 1962 especifica diferentes mecanismos desencadenantes de PCR, argumenta que en la inmensa mayoría de ellos la causa subyacente es una deficiente oxigenación del miocardio, derivada de obstrucción respiratoria durante la anestesia o de aspiración mientras se induce esta, o bien de ventilación inadecuada o de la administración de bajas concentraciones de oxígeno durante el procedimiento (Gerbode, 1962). En conjunto, estas alteraciones conducen a fibrilación ventricular, reconocida en 1962 como una de las causas de PCR, y comprendida en la actualidad entre las causas desfibrilables primordiales de este (Gerbode, 1962; Acuña, 2020).

HIPOXIA Y REFLEJO VASOCAGAL. Estos factores –citados por Gerbode hace 60 años entre los que intervienen en la producción del PCR– siguen considerándose como tales en la actualidad, aunque integrados a la serie etiológica de las “ocho H” desencadenantes de este evento: hidrogeniones (acidosis), hiper- o hipopotasemia, hipertermia maligna o hipotermia, hipoglucemia o hipocalcemia, e hipovolemia (Molina, 2006).

En la perspectiva del autor, estos dos factores de Hipoxia son un efecto directo de la anestesia *per se* o de maniobras transoperatorias cuyo origen subyacente es la anestesia, las cuales a su vez pueden incrementar el riesgo de desarrollo de fibrilación ventricular, tanto por hipersensibilidad del paciente ante el agente anestésico empleado como por efectos secundarios directa o indirectamente producidos por este (por ejemplo, hiperpotasemia o retención de dióxido de carbono) (Gerbode, 1962).

Pese a que incluso hoy es innegable el papel de tales factores en tanto mediadores entre la anestesia y la PCR (y, en última instancia, de la mortalidad asociada con PCR), el panorama ha cambiado radicalmente en el transcurso de seis décadas, puesto que hoy se considera que, cuando la etiología del PCR es el uso de anestesia, resulta más favorable el pronóstico de sobrevivida en función de las bases de la actual *cultura de prevención del PCR* citadas previamente (Luna, 2015).

USO DE FÁRMACOS. A la luz de los conocimientos actuales, uno de los puntos más polémicos es el papel que el autor del texto clásico atribuye a la adrenalina: tanto afirma que esta hormona posee una especial capacidad para producir fibrilación ventricular –y, por tanto, PCR– como apunta que, con frecuencia, se le utiliza para promover el aumento de la fibrilación antes de proceder a la desfibrilación (Gerbode, 1962).

Hoy en día, el uso de adrenalina durante la RCP es una práctica rutinaria y preferencial en pacientes con PCR y/o en posPCR, tanto para inducir vasoconstricción periférica –y redistribución del flujo sanguíneo hacia órganos vitales– como para elevar y regularizar la presión arterial, y está indicada para cualquier tipo de PCR que curse con ritmo sin pulso, en forma lo más temprana posible en cuadros no-desfibrilables, o luego del fracaso de la desfibrilación en cuadros aparentemente desfibrilables (Principado de Asturias, 2006).

Después del episodio agudo de PCR, conforme con las estrategias actuales, frecuentemente el paciente requiere de la administración de adrenalina con el propósito de lograr y mantener una presión arterial sistólica ≥ 90 mmHg para, con ello, asegurar la perfusión sanguínea en órganos vitales durante la etapa de restablecimiento (Jackson, 2016).

En relación con el uso de fármacos, destacan dos omisiones en el texto clásico, solo justificables en vista del enfoque preferencial del autor en los PCR transoperatorios: la relativa al PCR producido por sobredosis de opioides –que en la RCP exige tratamiento individualizado y uso de naloxona, para la regularización de la función respiratoria en pacientes sin actividad contráctil cardíaca espontánea– (AHA,2020) y el PCR resultante de los efectos del metabolito cocaetileno –en pacientes que combinan el consumo de cocaína y de bebidas con contenido alcohólico–, el cual ensancha el segmento QRS, prologa drásticamente el QT y bloquea de modo severo los canales de sodio (Salazar, 2011).

ISQUEMIA CORONARIA AGUDA Y EMBOLISMO AÉREO. En relación con la isquemia coronaria aguda, Frank Gerbode establece una cadena causal entre el infarto agudo de miocardio (IAM), la fibrilación ventricular, la hipoxia miocárdica (producto del desbalance en el aporte de oxígeno a las diversas regiones del tejido miocárdico), el PCR y las posibilidades de “resucitación” (RCP) de este último evento (Medina, 2020).

En términos generales, esta cadena fisiopatológica continúa vigente, aunque habría que agregar a ella el papel que desempeña la enfermedad aterosclerótica en el desarrollo de coronariopatía y, el mayor riesgo de arritmias que podrían evolucionar hasta PCR, en pacientes con historial de IAM, derivadas –a su vez–, de la posibilidad de cortocircuitos eléctricos en derredor del tejido cicatricial remanente después de un IAM (Mayo Clinic, 2022).

Gerbode describe, en su texto, dos disfunciones generadoras de PCR mediadas por el embolismo aéreo: el llenado con aire del ventrículo derecho que obstaculiza la circulación hacia los pulmones y, la masa aérea que bloquea las arterias coronarias con rápida evolución hacia fibrilación y PCR (Gerbode, 1962).

Hoy, está suficientemente definido que el embolismo aéreo cardíaco es una entidad poco frecuente –y a menudo infradiagnosticada–, cuyo mecanismo de inicio es el ingreso de aire o de gases desde el campo quirúrgico o desde otra comunicación hacia el exterior del organismo, primero hacia la vasculatura venosa y finalmente hacia el sistema venoso central (Nápoles, 2015).

FISIOPATOLOGÍA

El texto de Gibbon resume la presentación fisiopatológica del PCR en dos tipos, la asistolia cardíaca y la fibrilación ventricular, detectables ambas mediante electrocardiograma cuando este se encuentra disponible; de acuerdo con el autor, en el examen directo el corazón asistólico adopta una apariencia relajada, blanda y de color azulado, con las arterias coronarias planas y las venas prominentes (Gerbode, 1962).

Más que describir la fisiopatología del PCR, el autor se extiende en la descripción de la apariencia física de los tejidos ante un PCR o una RCP exitosa, y agrega en una apostilla breve que la fibrilación reduce las concentraciones de potasio en la circulación coronaria y que, el aporte exógeno de este mineral “puede detener el corazón si está en fibrilación ventricular o en ritmo sinusal normal” (Gerbode, 1962).

En contraparte, de acuerdo con la explicación actual de la fisiopatología del PCR, se producen las siguientes alteraciones celulares y moleculares (O'Connor, 2020).

- Existe una estrecha relación entre la isquemia inducida por el PCR, las lesiones celulares/tisulares directas y la producción de edema.
- En el nivel encefálico, incluso un edema leve incrementa la presión intracraneana durante el PCR y disminuye la perfusión cerebral después de la RCP.
- De ahí el alto porcentaje de pacientes sobrevivientes a un PCR que, en el corto o el largo plazos, desarrollan disfunciones cerebrales que van desde el estatus confusional hasta el coma o los episodios de convulsiones.
- En la frontera entre las alteraciones celulares/tisulares y las moleculares, el debilitamiento de las membranas celulares –por reducción en la síntesis de adenosintrifosfato (ATP)–, desequilibra el flujo iónico, puesto que favorece el egreso de potasio y el ingreso de calcio y de sodio.
- El exceso en las concentraciones de estos dos últimos iones perpetúa un círculo vicioso en el que:

- Se produce edema celular ante el exceso de sodio.
- El alto flujo de calcio genera simultáneamente efectos deletéreos múltiples entre los que destacan el daño mitocondrial que reduce la síntesis de ATP, la mayor síntesis de óxido nítrico que facilita la producción de radicales libres, y la activación de proteasas que multiplican el daño celular.
- Adicionalmente, el desequilibrio en el flujo iónico despolariza las neuronas y promueve la liberación de neurotransmisores (entre ellos, el glutamato, que activa canales específicos de calcio e incrementa aún más las concentraciones intracelulares de este ion).
- Los procesos descritos en los párrafos previos, se acompañan de incremento en la síntesis de moléculas proinflamatorias con alto potencial para el desarrollo de trombosis microvascular, anulación de la integridad vascular, edema e incluso apoptosis.

PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS

En el texto de Gibbon, el diagnóstico de PCR transoperatorio queda establecido a partir de signos tales como la ausencia de ruidos cardíacos o la desaparición del pulso carotídeo ante el estímulo de un anestésico, el registro de depresión del segmento ST o de bradicardia en el electrocardiograma, el cese de la hemorragia o el cambio en el color de la sangre (de rojo a azulado) advertidos por el cirujano o por el anestesiólogo durante la intervención invasiva (Gerbode, 1962).

En la actualidad, el diagnóstico de PCR se establece a partir de una semiología consistente en (Texas Heart Institute, 2021):

- Cianosis.
- Ausencia de conciencia.
- Ausencia de pulso palpable en una arteria de gran calibre, como la carotídea o la femoral, o de presión arterial utilizando métodos no invasivos.
- Ausencia de ruidos cardíacos en la auscultación.

- Ausencia de ventilación traqueal espontánea, o presencia de apnea/disnea o de evidente dificultad respiratoria o de respiración agónica.
- Ausencia de respuesta pupilar (midriasis).

La clínica puede complementarse con electrocardiografía, con el fin de precisar la naturaleza específica del PCR: actividad eléctrica sin pulso, asistolia, fibrilación ventricular, taquicardia ventricular sin pulso (Nodal, 2006).

OPCIONES DE MANEJO (1962)

Las opciones de manejo del PCR establecidas en 1962 por el autor del capítulo correspondiente en el manual clásico *Surgery of the Chest* son las indicadas a continuación (Gerbode, 1962).

COMPRESIÓN CARDÍACA RÍTMICA. Para aplicarla, el profesional encargado de la reanimación practica una incisión submamaria desde el esternón hasta la mitad de la axila, separa las fibras musculares intercostales y las costillas para evitar daños al pulmón, introduce la mano en la cavidad torácica y efectúa con el puño compresiones cardíacas rítmicas (60 a 80 por minuto) desde el pericardio hacia el esternón; si este recurso es insuficiente, abre rápidamente el saco pericárdico para facilitar una compresión manual vigorosa. Si la medida no es eficaz en un lapso breve, el autor prescribe la inyección de cloruro de calcio en el ventrículo izquierdo antes de repetir la maniobra. En un corazón asistólico, el fracaso de la compresión cardíaca rítmica es indicativo de la necesidad de inyección de hidrocloreuro de adrenalina.

VENTILACIÓN PULMONAR. La opción de emergencia para la práctica de esta medida es la respiración boca-a-boca; la ventilación mediante mascarilla de oxígeno a 100% es la opción preferencial cuando se dispone del dispositivo y, de acuerdo con el autor, en algunos casos será necesaria la intubación endotraqueal.

MEDIDAS DE “RESUCITACIÓN” CARDÍACA DEFINITIVAS. Para el autor, si las medidas anteriores son exitosas, después de restablecer el ritmo sinusal normal deberá restablecerse la circulación hacia el cerebro

comprimiendo la aorta contra la columna vertebral; este procedimiento puede complementarse con la infusión intravenosa de solución fisiológica salina, o preferencialmente de sangre si esta se encuentra disponible.

DEFIBRILACIÓN. Para el manejo de la fibrilación ventricular, el autor describe la aplicación directa en el corazón (en los ventrículos) de los electrodos, cubriendo éstos con sacos embebidos en solución salina, con el fin de proteger al epicardio de probables quemaduras.

OPCIONES DE MANEJO (ESTADO ACTUAL DEL ARTE)

Las opciones de manejo del PCR descritas en 1962 continúan vigentes, pese a no hallarse articuladas en una estrategia secuencial unitaria, racional y continua tendiente al logro de un objetivo general alimentado por el logro de objetivos parciales, tal y como ocurre hoy en día con las cadenas de la supervivencia de la AHA (Cuadro 1), cuya ejecución secuencial y estandarizada mejora el manejo agudo y posagudo –y el pronóstico– del paciente con PCR, permite la priorización de tareas específicas y la asignación de estas a cada uno de los integrantes de la RCP, y contribuye con la minimización de los posibles errores humanos durante las tareas de reanimación (AHA, 2020).

Además, en el texto clásico se da por sentado que la RCP debe necesariamente aplicarse en la medida en la que ello sea factible; actualmente, se han postulado indicaciones y contraindicaciones específicas para la aplicación de la RCP en pacientes con PCR, tomando como base aspectos clínicos específicos, conforme con las guías de manejo de la AHA, el American College of Cardiology (ACC) y la World Medical Association (WMA) (Pérez, 2009; AHA, 2020).

INDICACIONES PARA LA RCP. Inicio de la RCP en pacientes inconscientes, sin ventilación espontánea y sin pulso carotídeo o femoral palpable; dadas la presentación súbita usual del PCR y la dificultad para la certificación de la presencia de pulso en esta situación de emergencia, si en 10 segundos no se comprueba pulso debe iniciarse la RCP como si este no estuviera presente.

Cuadro 1. Cadenas de supervivencia para la reanimación cardiopulmonar (RCP: tratamiento agudo y posagudo) del paciente con paro cardiorrespiratorio (PCR) intrahospitalario (PCR-H) o extrahospitalario (PCR-noH)

| | | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|--|----------------|----------------|----------------------|-----------------|--------------|
| | 1→ | 2→ | 3→ | 4→ | | 6→ | 7 |
| PCR-H | Identificación temprana y prevención | Activación de la respuesta de emergencia | RCP de calidad | Desfibrilación | | Manejo posagudo | Recuperación |
| | | 2→ | 3→ | 4→ | 5→ | 6→ | 7 |
| PCR-noH | | Activación de la respuesta de emergencia | RCP de calidad | Desfibrilación | Reanimación avanzada | Manejo posagudo | Recuperación |

Fuente: American Heart Association, 2020.

CONTRAINDICACIONES PARA LA RCP. PCR producto de una enfermedad irreversible; paciente con signos evidentes de muerte biológica (frialidad, lividez, rigidez); paciente con >10 minutos en PCR sin inicio de RCP, excepto en situaciones asociadas con mayor tolerancia cerebral a la isquemia (ahogamiento, hipotermia, intoxicación por barbitúricos); contraindicación explícita para la RCP por parte del médico tratante en función de un pronóstico particularmente desfavorable para el paciente; duda razonable acerca de las posibilidades de recuperación y mejoría del paciente, con buena calidad de vida, en el corto y en el largo plazos.

MANEJO POSAGUDO

Válidas todavía hoy, el autor de 1962 puntualiza algunas medidas generales para esta etapa del manejo –aplicables o no, dependiendo de las necesidades específicas de cada paciente–: apoyo ventilatorio si es necesario, empleo preferencial de dispositivos simples dependiendo del estatus clínico del enfermo (por ejemplo, ventilación con mascarilla en lugar de con dispositivos invasivos y aun mediante traqueostomía) (Gerbode, 1962).

Uno de los aspectos clave de su exposición –también vigente hoy en día– es la necesidad de prevención de daños neurológicos en función del grado de isquemia cerebral que hubiera enfrentado el paciente; para la prevención del edema cerebral posPCR, preconiza la administración intravenosa de soluciones hipertónicas de glucosa o de urea, e incluso la restricción de líquidos dependiendo de la capacidad de excreción del paciente (Gerbode, 1962).

En su texto, describe una estrategia novedosa en su época para la reducción de la tasa metabólica cerebral de oxígeno (TMCO): la hipotermia inducida de grado moderado –manteniendo la temperatura del paciente entre 32 y 34 °C durante 12 a 24 horas–, la cual en la actualidad es el estándar de oro para la disminución de la TMCO, combinada con la intervención percutánea coronaria con el propósito de actuar favorablemente en los diferentes puntos de la cascada isquémica; esta estrategia se ha complementado hoy en día con la mejoría de la microcirculación utilizando anticoagulantes o agentes reológicos (Leal, 2014).

PRONÓSTICO

En forma coincidente con lo que ocurre hoy en día, el autor del texto clásico sostiene que el pronóstico del paciente que ha respondido a la RCP depende de la magnitud del daño neurológico, lo cual a su vez es el resultado del tiempo de isquemia cerebral durante el PCR (Gerbode, 1962; Escobar, 2012).

Hoy y hace 60 años, es claro el concepto de acuerdo con el cual es imperativo efectuar la RCP por debajo del umbral de isquemia, mediante el logro lo más rápido posible de flujos circulatorios efectivos tanto para el corazón como para el cerebro, por medio del masaje cardíaco externo oportuno, utilizando en forma temprana la desfibrilación en ritmos desfibrilables y una PCR inmediata y eficaz ante los ritmos no-desfibrilables, aunque teniendo siempre en mente que es más desfavorable el pronóstico del paciente que, aun tras sobrevivir al PCR, requiere soporte circulatorio artificial mecánico, y que prácticamente todo sobreviviente a un PCR

presenta algún daño neurológico en la etapa posaguda, en algunos casos severo (Kaji, 2020).

CONCLUSIONES Y PUNTOS DESTACADOS

DEFINICIÓN Y UBICACIÓN CONCEPTUAL. El paro cardiorrespiratorio (PCR) es la principal urgencia cardiovascular y requiere de un tratamiento inmediato por medio de una reanimación cardiopulmonar (RCP) exitosa por debajo del umbral de isquemia, sobre todo de la cerebral.

EPIDEMIOLOGÍA. La prevalencia de los PCR intrahospitalarios se ha reducido radicalmente en los últimos treinta años, como resultado de la puesta en práctica de una cultura de prevención del PCR basada en un estrecho monitoreo del paciente y una respuesta médica más rápida y mejor organizada en función de protocolos estandarizados para la valoración del riesgo y la atención oportuna (ambas, “en tiempo real”).

ETIOLOGÍA. Aun cuando la cascada de efectos desencadenantes de PCR asociados con la anestesia postulada hace sesenta años continúa ejerciendo un importante impacto patológico, hoy en día se considera que, cuando la etiología del PCR es el uso de anestesia, resulta más favorable el pronóstico de sobrevida conforme con las bases de la actual cultura de prevención del PCR citada previamente.

FISIOPATOLOGÍA. En la actualidad, se cuenta con conceptos claros acerca de las alteraciones celulares y moleculares inducidas por el PCR, a diferencia de lo que ocurría hace sesenta años, en una etapa en la que la descripción de las alteraciones en órganos y tejidos asociadas con el PCR era precisa y correcta, aunque insuficiente, en la medida en que no ahondaba en los mecanismos subyacentes de dichas alteraciones.

PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS. Los establecidos en 1962 son aún vigentes, aunque hoy en día se les ha complementado con una semiología mucho más específica: la sensibilidad de los procedimientos diagnósticos de antaño se mantiene, aunque alimentada ahora por una mayor especificidad.

OPCIONES DE MANEJO. Las opciones de manejo del PCR descritas en 1962 continúan vigentes, pese a no hallarse articuladas en una estrategia secuencial unitaria, racional y continua tendiente al logro de un objetivo general alimentado por el logro de objetivos parciales, tal y como ocurre hoy en día con las cadenas de supervivencia de la American Heart Association (AHA), cuya ejecución secuencial y estandarizada mejora el manejo agudo y posagudo –y el pronóstico– del paciente con PCR, permite la priorización de tareas específicas y la asignación de estas a cada uno de los integrantes de la RCP, y contribuye con la minimización de los posibles errores humanos durante las tareas de reanimación.

MANEJO POSAGUDO Y PRONÓSTICO. Tanto en 1962 como en la actualidad, resulta indispensable la prevención de daños neurológicos en función del grado de isquemia cerebral que hubiera enfrentado el paciente, teniendo siempre en mente que es más desfavorable el pronóstico de aquel que, tras sobrevivir al PCR, requiere soporte circulatorio artificial mecánico, y que prácticamente todo sobreviviente a un PCR presenta algún daño neurológico en la etapa posaguda, en algunos casos severos.

En el cuadro 2, se presenta un recuento histórico breve de la reanimación cardiopulmonar en el medio hospitalario entre 1962 y 2020.

Cuadro 2. Recuento histórico breve de la reanimación cardiopulmonar en el medio hospitalario entre 1962 y 2020

| Periodo | Estado de alerta | Vía aérea | Ventilación | Reanimación | Novedad |
|-------------|---|--|---|--|--|
| 1962 a 1980 | Verificar estado de alerta estimulando al paciente | Hiperextensión | Ventilación boca-a-boca o con unidad de ventilación manual (resucitador Ambu), intubación directa | Compresiones cardíacas, adrenalina intracardiaca o toracotomía para compresiones directas | |
| 1981 a 1990 | Verificar estado de alerta y pulso | Posición neutra con control cervical; en caso de trauma, aporte de oxígeno | Ventilaciones de rescate, ventilaciones cicladas con las compresiones | Ciclos de compresión torácica alternando con ventilaciones, intercalando compresiones con uno y dos rescatadores | Control cervical, dispositivos de apertura de vía aérea, maniobra de Heimlich para adultos y niños; múltiples variables de compresiones torácicas y toracoabdominales |
| 1991 a 2000 | Verificar estado de alerta; maniobra VES (ver, escuchar y sentir); las recomendaciones del <i>European Resuscitation Council</i> (ERC) de 1998 ya no resaltaban la comprobación del pulso para los reanimadores no profesionales y recomendaban comprobar los signos de circulación o los signos de vida tras administrar dos ventilaciones iniciales | Posición neutra con control cervical; en caso de trauma, aporte de oxígeno | Ventilaciones de rescate, ventilaciones cicladas con las compresiones | Ciclos de compresión torácica alternando con ventilaciones, intercalando compresiones con uno y dos rescatadores | Inicio de cursos de Soporte Vital Cardiovascular Avanzado (ACLS, por las siglas en inglés); incorporación de técnicas de liberación de vía aérea; nuevas técnicas en niños y lactantes Recomendación de una frecuencia de compresiones de 100/min y una secuencia de 15 compresiones/2 ventilaciones, en lugar de 5:1, como se recomendaba hasta entonces cuando la realizaban dos reanimadores |

PARO CARDÍACO Y REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR Y CEREBRAL...

| | | | | | |
|------------------------|--|---|--|--|---|
| <p>2001 a 2010</p> | <p>Verificar estado de alerta; maniobra VES</p> | <p>Posición neutra con control cervical; en caso de trauma, aporte de oxígeno</p> | <p>Ventilación boca-a-boca o boca-mascarilla, bolsa-válvula mascarilla</p> | <p>Empieza transición de ciclos cortos por ciclos largos 15:2/30:2; en pacientes intubados, continuar ventilación con compresiones continuas</p> | <p>Activación de cadena de vida; incorporación de antiarrítmicos y vasopresina; técnicas invasivas para vía aérea; técnicas de RCP en embarazadas; desfibrilación temprana; neuroprotección como parte de RCP</p> |
| <p>2011 a 2020</p> | <p>Verificar estado de alerta; la búsqueda de pulso rápido pasa a un segundo término</p> | | <p>Ventilación estricta con bolsa-válvula-mascarilla; vía aérea invasiva</p> | | <p>Aval de la recomendación del ILCOR (<i>International Liaison Committee on Resuscitation</i>) de 2003 sobre la utilización de desfibrilador externo automático (DEA) en niños de 1 a 8 años de edad (y mayores)</p> <p>Aplicar primero compresiones y después ventilaciones; detección de ritmos desfibrilables; DEA</p> <p>El acceso intravenoso (IV) es la vía preferida para la administración del medicamento durante la reanimación avanzada</p> <p>El acceso intraóseo (IO) es aceptable si el acceso IV no está disponible</p> <p>Agregado de un sexto eslabón (Recuperación) a las cadenas de supervivencia del paro cardíaco intrahospitalario y extrahospitalario</p> |

Fuente: American Heart Association, 2020.

REFERENCIAS

- Acuña, A., & Gana, N. (2020). *Manual de RCP básico y avanzado*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- American Heart Association (2020). *2020 AHA Guidelines for CPR and ECC: adult basic and advanced life support*. <https://canadiem.org/2020-american-heart-association-guidelines-for-adult-basic-and-advanced-life-support/>.
- American Heart Association (2020). *Highlights of the 2020 AHA Guidelines por CPR and ECC*. https://cpr.heart.org/-/media/CPR-Files/CPR-Guidelines-Files/Highlights/Hghlghts_2020_ECC_Guidelines_English.pdf.
- Cassiani-Miranda, C. A., Pérez-Aníbal, E., Vargas-Hernández, M. C., Castro-Reyes, E. D. & Osorio, A. F. (2013). Lesión cerebral posterior a paro cardiorrespiratorio. *Acta Neurológica Colombiana*, 29(4), 255-265. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87482013000400005&lng=en&lng=es
- Escobar, J. (2012). Fisiopatología del paro cardiorrespiratorio; fisiología de la reanimación cardiopulmonar. *Revista Chilena de Anestesiología*, 41, 18-22.
- Gerbode, F. (1962). Cardiac arrest and resuscitation. En J. H. Gibbon (Ed.), *Surgery of the Chest* (pp. 166-176). W B Saunders Company.
- Gress-Mendoza, A. E. (2018). Protocolo de detección y tratamiento del embolismo aéreo. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 41(Supl. 1), S81-S82.
- Hernández, Y. I. (2002). Paro cardíaco transoperatorio. *Revista Colombiana de Anestesiología*, XXX(2). www.redalyc.org/articulo.oa?id=195118154006.
- Jackson, J. E., & Grigan, A. S. (2016). Código azul (llamada al equipo de respuesta rápida): ¿sabes qué hacer? *Nursing*, 33(1), 20-25.
- Kaji, A. H. (2020). Paro cardíaco. En *Manual MSD, versión para público general*. www.msmanuals.com/es-mx/hogar/traumatismos-&envenenamientos/primeros-auxilios/paro-cardiaco.
- Leal-Forero, L. C., Martínez-Malo, L. C. & Navarro-Vargas, J. R. (2014). La reanimación cerebrocardiopulmonar: estado del arte. *Revista de la Facultad de Medicina*, 62(1), 149-155. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v62n1.43784>
- Luna-Ortiz, P. (2015). El paro cardíaco en anestesiología. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 38(4), 224-226.
- Mayo Clinic (2022). Sudden cardiac arrest. www.mayoclinic.org/diseases-conditions/sudden-cardiac-arrest/symptoms-causes/syc-20350634.
- Medina-Ruiz, J., & Torres-Huicochea B. Y. (2020). *Manual para el taller de RCP*. ENEO UNAM.
- Molina-Méndez, F. J. (2006). Paro cardíaco y anestesia. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 29(Supl. 1), S189-S192.

- Nodal-Leyva, P. E., López-Héctor, J. G., & De la Llera-Domínguez, G. (2006). Paro cardio-respiratorio (PCR): etiología, diagnóstico, tratamiento. *Revista Cubana de Cirugía*, 45(3-4). <http://scielo.sld.cu/pdf/cir/v45n3-4/cir19306.pdf>.
- Nápoles-Méndez, C. D. (2015). El embolismo aéreo venoso en la paciente obstétrica. *ME-DISAN*, 19(2), 242-251.
- O'Connor, R. E. (2020). Paro cardíaco. En *Manual MSD, versión para profesionales*. www.msmanuals.com/es-mx/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/paro-card%C3%ADaco-&-rcp/paro-card%C3%ADaco#.
- Pacheco, J. A., & Henríquez-Espinal, J. R. (2000). Paro cardíaco y resucitación cardiopulmonar dentro del hospital. *Revista Médica Hondureña*, 68(2), 61-65.
- Pérez-Castellano, N. (2009). La resucitación cardíaca. En López-Farré, A. & Macaya-Miguel, C. (Eds.), *Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y la Fundación BBVA* (pp. 427-433). Editorial Nerea.
- Salazar, L., Palacio, A. C., & Rodríguez, J. R. (2011). Mecanismos de cardiotoxicidad: anti-neoplásicos, anti-inflamatorios no esteroideos, antipsicóticos, cocaetileno & simpaticomiméticos. *Revista Colombiana de Cardiología*, 18, 100-110.
- Sepúlveda, P. O. (2013). ¿Qué entendemos por la clasificación ASA-PS? *Gastroenterol Latinoam*, 24(1), 38-43.
- Servicio de Salud del Principado de Asturias, Hospital Universitario Central de Asturias (2006). *Fármacos en cardiología*. www.hca.es/luca/web/contenidos/servicios/cardiologia/colgarweb/farmacos.pdf.
- Texas Heart Institute (2021). Paro cardíaco súbito. www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/paro-cardiaco-subito/.
- Torrieri, A. (2005). Esquemas para la reanimación cerebral. En Jegier, M. A., & Leone, F. J. (Eds.), *Esquema y conceptos para la práctica de la anestesia* (pp. 265-276). Corpus.
- Zamarripa-Mottu, J. (2007). Reanimación cardiopulmonar. En Leiva-Pons, J.L., Gaxiola-López, E., Muñiz-García, A., Nájjar-López, S. & Saucedo-Mátar, J. (Eds.), *Manual de urgencias cardiovasculares* (pp. 3-13). McGraw-Hill Interamericana.

MANEJO DE LA LESIONES DE LA PARED TORÁCICA Y ESTERNÓN

HÉCTOR FAUSTINO NOYOLA VILLALOBOS
LUIS MANUEL GARCÍA NÚÑEZ
EDGAR FERNANDO HERNÁNDEZ GARCÍA
LUIS MANUEL GARCÍA ESPINO

Las lesiones de la pared torácica son comunes y contribuyen a la morbilidad y mortalidad de hasta una cuarta parte de los pacientes críticamente traumatizados. Por eso, la identificación temprana de los traumatismos de alto índice de gravedad anatómica es esencial, ya que estos daños afectan significativamente el funcionamiento de los sistemas cardiovascular y respiratorio (Klei *et al.*, 2009).

El manejo inicial de estas lesiones se delinea por los protocolos del ATLS® (Advance Trauma Life Support) del Colegio Americano de Cirujanos®, reanimando al paciente e identificando las condiciones que ponen en riesgo la vida de forma inmediata (Jordan *et al.*, 2008). Después, es posible particularizar el manejo de las estructuras de la pared torácica con estrategias avanzadas de control del dolor, manejo de la disfunción pulmonar por métodos no invasivos e invasivos, y en algunos casos, con técnicas quirúrgicas de remodelación muscular o de tejidos blandos y de fijación esternocostal (De-Moya *et al.*, 2017).

Múltiples estudios han demostrado que los pacientes con traumatismos que desarticulan la estructura de la pared torácica se benefician sustancialmente en lo que se refiere a la duración de la estancia en la unidad de cuidados intensivos y de la ventilación mecánica, así como en el grado y duración de la deficiencia de la función y el pronóstico funcional pulmonar a largo plazo, cuando se sujetan oportunamente a estos procedimientos quirúrgicos reconstructivos

CINEMÁTICA DE LAS LESIONES DE LA PARED TORÁCICA Y ESTERNÓN

Las lesiones de la pared torácica pueden deberse a trauma penetrante o contuso. Por lo habitual, para que estas lesiones se presenten debe transmitirse una gran cantidad de energía, causando una disrupción anatómica y fisiológica significativa. Clínicamente, los pacientes pueden arribar a Urgencias con estabilidad hemodinámica plena o en colapso cardiovascular (Schultz *et al.*, 2018).

En el aspecto anatómico, hallazgos frecuentes son las equimosis, deformidades visibles del contorno anatómico normal, defectos tisulares, crepitación ósea o de tejidos blandos y desacoplamiento funcional de la pared del tórax (Livingston *et al.*, 2016). Puede haber signos también de neumopleuropatía traumática, como hemotórax y neumotórax. Los datos de dificultad o insuficiencia respiratoria son comunes y deben alertar al operador acerca de la presencia de daños orgánicos importantes o de etapas avanzadas de la disfunción cardiopulmonar (Jerónimo-Zalpa & García-Núñez, 2012).

ABORDAJE INICIAL DIAGNÓSTICO Y TERAPÉUTICO

El abordaje inicial de los pacientes se desarrolla sobre las bases del ATLS® del Colegio Americano de Cirujanos®, ya que estos casos comparten la triada clásica del trauma torácico: hipercapnia, hipoxemia y acidosis; condiciones que pueden conducir rápidamente hacia la muerte. Se debe proporcionar oxígeno suplementario y analgesia efectiva; incluso algunos pacientes pueden llegar a requerir pronta intubación endotraqueal en el departamento de Urgencias. En los pacientes que arriban *in extremis*, está recomendada sólidamente la toracotomía. En otros pacientes es necesario instituir la fluidoterapia avanzada y la hemoterapia temprana y protocolizada, para mantener su estabilidad hemodinámica y una oxidinamia en suficiencia (Bonne & Sheikh, 2021).

De esta forma, la sospecha de que el paciente es portador de una lesión de la pared torácica o del esternón, surge cuando en el contexto clínico adecuado, se encuentran equimosis en distintas etapas evolutivas, deformidades o movimientos torácicos anormales o paradójicos, así como excoriaciones o laceraciones en los tejidos blandos del tórax (Livingston *et al.*, 2016). Por su gravedad estos traumatismos deben evaluarse con diversos medios diagnósticos, donde figuran las radiografías torácicas (Pines *et al.*, 2020) que son recursos con amplia disponibilidad y donde es posible observar fracturas costales, deformidad la pared torácica y pleuroneumopatía traumática. Sin embargo, la tomografía computada (TC) ha revolucionado el abordaje de estos pacientes, pues define la anatomía patológica de la lesión y detecta condiciones asociadas (figura 1). Además, con la reconstrucción tridimensional (3D) que la tecnología actual pone a disposición del personal de salud, el operador obtiene un mapa preoperatorio altamente preciso de la lesión (Çelik *et al.*, 2015).

El ultrasonido-puntual hacia el foco de cuidado (POCUS®, Point-of-Care Ultrasound®) es útil para detectar fracturas esternales y costales en la bahía de trauma, sin interferir con las maniobras de reanimación, pero su utilidad es en verdad limitada (Khalil *et al.*, 2021). El gamagrama define la presencia de pequeñas fracturas costales en pacientes estables y usualmente se emplea durante la evaluación terciaria (Collins, 2000). Sin embargo, cuando son discretas, estas lesiones no repercuten significativamente en la fisiología cardiorrespiratoria y pueden ser manejadas no operatoriamente, por lo que la obligatoriedad de su detección es tema de debate.

En las víctimas de fracturas esternales, la radiografía torácica es de escaso valor (Knobloch *et al.*, 2008). La TC se perfila aquí como el recurso diagnóstico de primera línea, pues define la anatomopatología de la lesión y al igual que en los casos de fracturas costales, se obtiene un mapa preoperatorio de alta precisión, incluso con una perspectiva 3D. El papel diagnóstico del POCUS y de la gamagrafía se posiciona en el mismo nivel de utilidad que para las fracturas costales (Knobloch *et al.*, 2008).

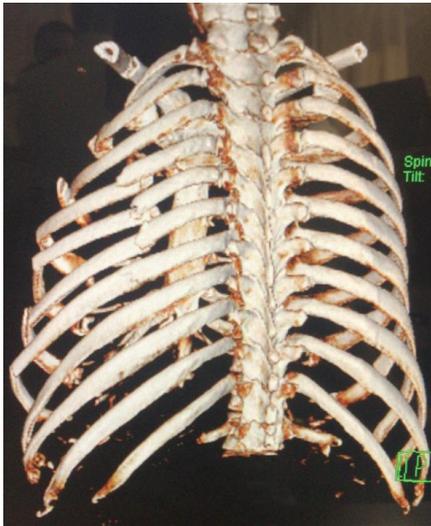


Figura 1. Prótesis valvular "Jaula-Bola". TC de tórax con reconstrucción tridimensional, donde se observan fracturas costales múltiples y cabalgamiento de los extremos, lo cual permite planear preoperatoriamente la estrategia terapéutica. Imagen con marca registrada, CENCAT 2012, con permiso.

CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES

La escala AAST-OIS (American Association for the Surgery of Trauma-Organ Injury Scale), es una clasificación de las lesiones de la pared torácica que contempla traumatismos penetrantes y contusos, así como de tejidos blandos y estructuras óseas (Moore *et al.*, 1992). Las lesiones se clasifican en orden creciente de gravedad anatómica, que va del grado I al V. Aunque no se encuentra validada como herramienta de pronóstico, ni como directriz terapéutica, se utiliza como un recurso de comunicación interinstitucional, como herramienta de investigación clínica y para buscar áreas de oportunidad, a fin de mejorar la calidad de la atención médica.

La clasificación AAST-OIS es la siguiente: 1) Grado I. Contusión de cualquier tipo; laceración de piel y tejido subcutáneo; fracturas de <3 costillas o de clavícula, cerradas, no desplazadas; 2) Grado II. Laceración de piel, tejido subcutáneo y músculo; fractura de ≥ 3 costillas adyacentes, cerradas; fractura de clavícula expuesta o desplazada; fractura esternal cerrada no desplazada; fractura escapular, cerrada o expuesta; 3) Grado III. Laceración de espesor total de la pared torácica (incluyendo penetración pleural); fractura abierta o desplazada del esternón; esternón inestable;

tórax inestable unilateral (=3 costillas); 4) Grado IV. Avulsión de los tejidos blandos de la pared del tórax con fracturas asociadas; tórax inestable unilateral (>3 costillas) y 5) Grado V. Tórax inestable bilateral (≥ 3 costillas en ambos lados) (Moore *et al.*, 1992).

TRATAMIENTO OPERATORIO

Cuando es necesario intervenir operatoriamente a estos pacientes se deben evaluar primero los tejidos blandos. Si hay lesiones en este punto, se debe efectuar la limpieza quirúrgica y el cierre operatorio de los defectos tisulares; algunas veces conviene utilizar dispositivos de terapia de presión negativa de la herida (TPNH). Es obligado definir si hay compromiso cavitario y colocar drenajes o tubos pleurales. No se deben olvidar los antibióticos, la analgesia y en casos seleccionados, la terapia con oxígeno hiperbárico (Šafránek, 2015).

En los casos de neumotórax abierto es imprescindible evitar la insuficiencia respiratoria, sellando primero los orificios succionantes con dispositivos improvisados o comerciales de flujo aéreo unidireccional, sellando herméticamente la herida y colocando un tubo pleural. Como se comentó previamente, los dispositivos de TPNH promueven el mantenimiento del sello pleural y ofrecen grandes ventajas en el manejo secuencial de defectos externos de la pared torácica (Klei, 2021).

Cuando un paciente presenta fracturas costales, esternales o fracturas-luxaciones esternocostales, puede llegar a requerir el restablecimiento de la anatomía torácica con diversos recursos (Šafránek *et al.*, 2015). Aunque en el mercado están disponibles varias alternativas técnicas para la fijación costal (Gooseman *et al.*, 2018) (ej. Sistemas de osteosíntesis intramedular con el sistema Synthes®), en el Hospital Central Militar de la Ciudad de México, el grupo de trauma referencia al sistema StraCos® (FR Medical™, S. A. de C. V., Ciudad de México) como el recurso técnico de excelencia. Este recurso es un sistema de osteosíntesis bicortical constituido por grapas de titanio, que no requiere de tornillos o alambres para su sujeción, se ajusta a presión de forma rápida y devuelve eficazmente

la configuración anatómica de las costillas fracturadas (figura 2). El operador debe observar las recomendaciones bajo las cuales opera la metodología del procedimiento quirúrgico para la fijación costal.

Estas recomendaciones se dividen en (Balogh, 2021):

- I. Sólidas a favor: 1) >5 costillas fracturadas en un paciente con tórax inestable (TI) bajo ventilación mecánica (VM); 2) Pseudoartrosis sintomática; 3) Desplazamiento significativo encontrado en una toracotomía; 4) >3 costillas fracturadas altamente sintomáticas.
- II. Condicionadas a favor: 1) >3 costillas fracturadas en un paciente con tórax inestable (TI) sin ventilación mecánica (VM); 2) >3 costillas fracturadas con desplazamiento bicortical; 3) >3 costillas fracturadas con desplazamiento leve a moderado y reducción esperada de la capacidad vital forzada >50% a pesar de la analgesia efectiva.
- III. Condicionadas en contra: 1) Contusión pulmonar significativa o lesión medular alta en un paciente con TI bajo VM.
- IV. Sólidamente en contra: 1) Campo contaminado.

Recientemente, la literatura ha apuntado a la reducción de la capacidad vital radiológica >25% para la capacidad predicha para el individuo en pacientes sin asistencia ventilatoria mecánica, como una recomendación condicionada a favor de la intervención quirúrgica (Wiese *et al.*, 2015).

Para desarrollar la técnica quirúrgica, las incisiones se trazan contextualmente, tanto en amplitud como en localización, en correspondencia a la anatomía fracturaría, (Greiffenstein *et al.*, 2019) a fin de favorecer la fijación planificada. En casos seleccionados, es posible realizar la fijación costal con técnicas de mínima invasión, haciendo uso de equipo de videoscopia, lo cual facilita la recuperación del paciente al evitar las secciones o separaciones musculares amplias (Zhang *et al.*, 2021). Para colocar el sistema se localiza la fractura y el arco costal fracturado se disecciona locamente con cauterio y disección roma con cucharilla, para retirar el callo óseo y el tejido inflamatorio, evitando disecar en exceso para respetar el periostio y el paquete neurovascular y no causar necrosis ósea, hemorragia o dolor

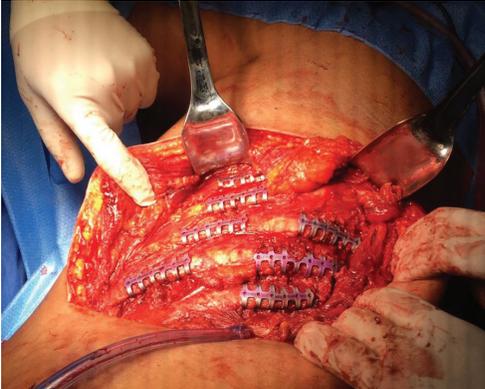


Figura 2. Fotografía donde se muestra la utilización del sistema StraCos® (FR Medical™, S.A. de C.V., Cd. Méx., México). En la imagen, se observan las grapas de titanio colocadas y ajustadas sobre las fracturas costales, para su estabilización. Imagen con marca registrada, CENCAT 2012, con permiso.

neuropático secundario. Luego se elige la grapa del tamaño adecuado, se moldea de acuerdo con la curvatura costal y se asegura instrumentalmente con pinzas que hacen presión sobre la misma, para fijarla en el sitio seleccionado, asegurando que las dos corticales queden incluidas en el mecanismo de fijación. Después, se colocan los drenajes correspondientes y se cierra la herida en forma convencional (Balogh, 2021).

Hay casos donde existe pérdida de la sustancia ósea. En ellos, el sistema dispone de grapas modificadas sujetadoras de barras, que mantienen la longitud del arco costal afectado, preservando las capacidades y volúmenes anatómicos (figura 3) (Wiese *et al.*, 2015).

Si en un portador de una fractura esternal existe una recomendación de intervención quirúrgica, se debe efectuar la corrección operatoria conforme a una metodología prevista (Córcoles-Padilla *et al.*, 2015). El grupo de trauma del Hospital Central Militar de la Ciudad de México recomienda ampliamente a la comunidad científica, como recurso de uso preferencial al sistema Tritium® (FR Medical™, S.A. de C.V., Ciudad de México), de osteosíntesis unicortical conformado por grapas y placas de titanio de forma y longitud variable, que se fijan con tornillos y cintas de material sintético.

Para operar la metodología orientada al tratamiento quirúrgico de las fracturas esternales, el cirujano debe atender a las recomendaciones sólidas a favor, condicionadas a favor, sólidamente en contra y condicionadas en contra, las cuales son las siguientes (Choke *et al.*, 2019):



Figura 3. Fotografía donde se muestra la utilización de las grapas sujetadoras de barras, para mantener la longitud costal en casos de pérdida de sustancia, mismas que forman parte del sistema StraCos® (FR Medical™, S.A. de C.V., Cd. Méx.) (Imagen con marca registrada, CENCAT 2012, con permiso).

- I. Recomendaciones sólidas a favor: 1) Inestabilidad anterior; 2) Pseudoartrosis sintomática; 3) Desplazamiento significativo encontrado en una toracotomía; 4) Fractura esternal altamente sintomática.
- II. Recomendaciones condicionadas a favor: 1) Esternotomía post-toracotomía; 2) Fractura esternal desplazada; 3) Fractura esternal inestable (trazo oblicuo largo [$>35^\circ$] en cualquier eje).
- III. Recomendaciones condicionadas en contra: 1) Contusión pulmonar significativa o lesión medular alta en un paciente con fractura esternal, con recomendación sólida o condicionada a favor, bajo VM.
- IV. Recomendaciones sólidamente en contra: 1) Campo contaminado.

De la misma forma que para las víctimas de fracturas costales, la reducción en la capacidad vital radiológica $>25\%$ de aquella predicha para el individuo, en el paciente sin VM, es una recomendación condicionada a favor para la intervención quirúrgica (Wiese *et al.*, 2015).

El abordaje quirúrgico se efectúa con incisiones contextuales, se identifica el trazo fracturario y se disecciona con electrocauterio y cucharilla, sin profundizarse en el mediastino ni intruir entre los cartílagos esternocostales, ya que se corre el peligro de lesionar las arterias mamarias internas,

un vaso torácico mayor o incluso el corazón. Luego se elige la placa o la grapa adecuada para estabilizar el trazo fracturario, se fija con tornillos y la herida se cierra de forma convencional (figura 4). Si hay luxación o fractura esternocostal, los dispositivos en T permiten un manejo eficaz de la lesión, ya que el componente longitudinal se puede fijar con tornillos al esternón siguiendo su eje mayor, mientras el componente transverso se fija al cartílago esternocostal o la costilla a través de un tornillo y una cinta sintética, que estabilizan firmemente la unión (Greiffenstein *et al.*, 2019).

El empleo de estos sistemas ofrece beneficios palpables, en donde se destacan la disminución de la duración de la asistencia ventilatoria mecánica y en casos seleccionados, el decremento de las necesidades de analgesia –debido al control efectivo del dolor–, la prevención del dolor crónico, la inestabilidad ósea y la pseudoartrosis, evitando con ello las consecuencias restrictivas sobre los volúmenes respiratorios (Peek *et al.*, 2021).

Estas técnicas no están exentas de complicaciones, sin embargo, la tasa de morbilidad es muy baja en manos de cirujanos con experiencia. Están descritas complicaciones como el rechazo del material de sutura o de osteosíntesis; mala unión; infección en el lecho quirúrgico o del material metálico; dolor crónico de origen osteopático o neuropático y proyección con deformidad o extrusión del sistema de osteosíntesis (Krüger *et al.*, 2013). Por otro lado, la tasa de muerte relacionada con la fijación esternocostal no es significativa y la morbimortalidad por lo general se asocia a la agudización de fallas orgánicas o laceraciones iatrogenias transoperatorias. Ambas causas son evitables con una adecuada selección del momento de la intervención y con una técnica quirúrgica precisa y meticulosa (Flagel *et al.*, 2005).

En los casos operatorios, el seguimiento habitualmente se realiza por radiología torácica simple, para verificar el posicionamiento del sistema. En casos especiales, el seguimiento con TC para evaluar la capacidad vital radiológica es esencial (figura 5) (Savetamal & Livingston, 2008).



Figura 4. Fijación de una fractura esternal con el sistema Tritium® (FR Medical™, S.A. de C.V., Cd. Méx.). Imagen con marca registrada, CENCAT 2012, con permiso.

PRONÓSTICO

En los pacientes con trauma de la pared torácica y del esternón, la supervivencia depende primordialmente del mecanismo de lesión, puntuación en la escala cardiovascular respiratoria (CVRS, de las siglas en inglés CardioVascular Respiratory Score) al arribo, la necesidad de Toracotomía en Urgencias y el número de lesiones asociadas. A un mayor número de factores traductores de la exposición de la víctima a mecanismos de lesión de alta transmisión de energía, se incrementa la posibilidad de complicaciones y muerte (Uluşan & Karakurt, 2018).

Recientemente, el número de costillas fracturadas se ha propuesto como un factor relacionado con el pronóstico o de predicción del curso clínico (Flagel *et al.*, 2005). Es indiscutible que un gran número de fracturas costales disminuya efectivamente la capacidad vital radiológica, los volúmenes funcionales y afecte la fisiología cardiovascular del paciente, al ocasionar dolor significativo. Sin embargo, un gran número de costillas fracturadas también es un traductor clínico confiable de la exposición a un mecanismo de alta transmisión de energía, por lo que es necesario considerar esta propuesta dentro del marco clínico que le corresponde al paciente.



Figura 5. Control radiológico donde se aprecia una reconstrucción esternocostal compleja haciendo uso de los sistemas Tritium® y StraCos® (FR Medical™, S.A. de C.V., Cd. Méx.). Imagen con marca registrada, CENCAT 2012, con permiso.

CONCLUSIONES

El trauma de la pared torácica obedece a varios mecanismos de lesión y comparte la triada característica del trauma torácico. El principio terapéutico básico consiste en mantener las presiones y los volúmenes del tórax, restituyendo el contorno y la estabilidad ósea, así como la configuración de los tejidos blandos. El manejo de estas lesiones está al alcance del cirujano general, mientras se mantenga al tanto de las innovaciones teóricas y prácticas en la materia.

Los puntos críticos que el operador debe tomar en cuenta para atender este tipo de pacientes son:

- El trauma de tórax es muy común y todos los cirujanos deben estar en condiciones de atenderlo, al menos en sus etapas iniciales. Por fortuna, la mayoría de los casos pueden tratarse de forma no operatoria o empleando maniobras quirúrgicas muy sencillas, como la colocación de un drenaje pleural.
- Es importante que el cirujano defina con gran precisión la anatomía patológica de las lesiones torácicas. La TC con reconstrucción

3D permite delinear un mapa preoperatorio de las lesiones para planificar adecuadamente el tratamiento. Con objeto de conservar la fisiología respiratoria y cardiovascular, el propósito primario de la reconstrucción de la pared torácica –y que el cirujano no debe perder de vista en ningún momento–, es la reconstitución de la configuración anatómica del tórax y de los volúmenes torácicos, por lo que este criterio debe normar la conducta quirúrgica en el curso de la intervención.

- Los recursos para reconstruir la pared torácica son hoy en día, accesibles al operador y le permiten practicarla haciendo de uso de técnicas reproductibles y muy rápidas. Aunque los sistemas de fijación intramedular son muy eficaces, los sistemas Tritium® (FR Medical™, S.A. de C.V., Cd. Méx.) y StraCos® (FR Medical™, S.A. de C.V., Cd. Méx.) ofrecen soluciones verdaderamente convenientes, incluso para operadores con poca experiencia.

COMENTARIO FINAL

El tratamiento de las fracturas esternocostales ha sufrido una evolución en los últimos años. Atrás quedaron las propuestas terapéuticas carentes de sentido anatómico y fisiológico, como los corsés de yeso y la tracción ósea con pesas para intentar restituir la longitud y conformación de las costillas y del esternón, a costa de gran morbimortalidad y sufrimiento extremo. Luego, se debatió la postura de Voggenreiter *et al.*, quienes recomendaban operar selectivamente a las víctimas de lesiones fracturarias esternocostales, acotando la intervención hacia un reducido grupo de casos (Voggenreiter *et al.*, 1998). Hoy en día, además de tomar liberalmente en cuenta los factores que integran el panorama general del paciente, se consideran parámetros oxidinámicos y anatómicos muy precisos, dentro de los cuales la estimación de la capacidad vital radiológica está adquiriendo una importancia capital. Actualmente, es posible calcular dicha capacidad con elementos como la TC, facilitando la toma de decisiones por parte del operador. Este mismo adelanto tecnológico, mapea con alta

definición tridimensional la anatomía fracturaria y permite la planificación preoperatoria meticulosa de la actuación del cirujano.

En adición, la tecnología de diseño y fabricación de los recursos para la fijación ósea también ha mejorado el escenario terapéutico en estos pacientes. La osteosíntesis con alambre ha quedado restringida a ambientes austeros, mientras que los sistemas de fijación intramedular y *screwless* actualmente rigen la práctica quirúrgica. Con fundamento en la experiencia desarrollada en nuestro centro, recomendamos ampliamente la práctica de la fijación esternocostal con los sistemas Tritium® y StraCos® (FR Medical™, S.A. de C.V., Ciudad de México) por la facilidad y reproductibilidad de la técnica, contribuyendo a la reducción de los tiempos operatorios.

REFERENCIAS

- Balogh, Z. J. (2021). Rib fracture fixation: where and what is the baseline? *Injury*, 52(6), 1239-1240.
- Bonne, S., & Sheikh, F. (2021). Controversies in surgery: trauma. *Surgical Clinics of North America*, 101(6), 1111-1121.
- Çelik, A., Akoglu, H., Omercikoglu, S., Bugdayci, O., Karacabey, S., Kabaroglu, K. A., Onur, O., & Denizbasi, A. (2015). The ribs unfolded - a CT visualization algorithm for fast detection of rib fractures: effect on sensitivity and specificity in trauma patients. *European Radiology*, 25(7), 1865-1874.
- Choke, A., Wong, Y. R., & Joethy, J. V. (2019). Biomechanical comparison of monocortical and bicortical plate fixation for rib fractures in a cadaveric model using a locking plate system. *Journal of Thoracic Diseases*, 11(12), 4966-4971.
- Collins, J. (2000). Chest wall trauma. *Thoracic Imaging*, 15(2), 112-119.
- Córcoles-Padilla, J. M., Bolufer-Nadal, S., Kurowski, K., Gálvez-Muñoz, C., & Rodríguez-Paniagua, J. M. (2014). Use and versatility of titanium for the reconstruction of the thoracic wall. *Cirugía Española*, 92(2), 89-94.
- De-Moya, M., Nirula, R., & Biffi, W. (2017). Rib fixation: who, what, when? *Trauma Surgery and Acute Care Open*, 2(1), e000059. <https://doi.org/10.1136/tsaco-2016-000059>
- Flagel, B. T., Luchette, F. A., Reed, R. L., Esposito, T. J., Davis, K. A., Santaniello, J. M., & Gamelli, R. L. (2005). Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality. *Surgery*, 138(4), 717-725.
- Gooseman, M. R., Cooper, G. J., & Edwards, J. G. (2018). Elastic-stable chest repair: costal plate fixation for sternotomy nonunion. *Annals of Thoracic Surgery*, 105(4), 175-176.

- Greiffenstein, P., Tran, M. Q., & Campeau, L. (2019). Three common exposures of the chest wall for rib fixation: anatomical considerations. *Journal of Thoracic Diseases*, 11(S8), 1034-1043.
- Jerónimo-Zalpa, E., & García-Núñez, L. M. (2012). Número de costillas fracturadas como factor relacionado con la mortalidad en pacientes con tórax inestable. *Revista de Sanidad Militar*, 66(2), 64-70.
- Jordan, A., Weinberg, J. A., & Croce, M. A. (2008). Chapter 33. Chest wall injuries. En L. Flint, J. W. Meredith, C. W. Schwab, D. D. Trunkey, L. W. Rue, & P. A. Taheri. (Eds.), *Trauma. Contemporary Principles and Therapy*, (pp.357-360). Wolters Kluwer – Williams & Wilkins.
- Khalil, P. A., Benton, C., & Toney, A. G. (2021). Point-of-Care Ultrasound used to diagnose sternal fractures missed by conventional imaging. *Pediatric Emergency Care*, 37(2), 106-107.
- Klei, D. S., de Jong, M. B., Öner, F.C., Leenen, L. P. H., & van Wessel, K. J. P. (2009). Epidemiology of sternal fractures. *American Surgeon*, 75(5), 401-404.
- Klei, D. S., Öner, F. C., Leenen, L. P. H., & Van-Wessel, K. J. P. (2021). Current treatment and outcomes of traumatic sternovertebral fractures: a systematic review. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 47(4), 991-1001.
- Knobloch, K., Wagner, S., Haasper, C., Probst, C., Krettek, C., Vogt, P. M., Otte, D., & Richter, M. (2008). Sternal fractures are frequent among polytraumatized patients following high deceleration velocities in a severe vehicle crash. *Injury*, 39(1), 36-43.
- Krüger, M., Zinne, N., Zhang, R., Schneider, J. P., Heckmann, A., Haverich, A., & Petersen, C. (2013). Multidirectional thoracic wall stabilization: a new device on the scene. *Annals of Thoracic Surgery*, 96(5), 1846-1849.
- Livingston, D. H., & Hauser, C. J. (2008). Chapter 26. Chest wall and lung. En D.V. Feliciano, E. E. Moore, & K. L. Mattox. (Eds.), *Trauma* (6th Edition, pp. 525-552). McGraw-Hill.
- Livingston, D. H., Hauser, C. J., Salliant, N., & Anjaria, D. J. (2016). Thoracic wall injuries: ribs, sternal, and scapular fractures; hemothoraces and pneumothoraces. En J. A. Asensio, & D. D. Trunkey (Eds.), *Current Therapy of Trauma and Surgical Critical Care* (2nd Edition, pp. 229-238). Elsevier.
- Moore, E. E., Cogbill, T. H., Jurkovich, G. J., McAninch, J. W., Champion, H. R., Gennarelli, T. A., Malangoni, M. A., Shackford, S. R., & Trafton, P. G. (1992). Organ injury scaling. III: Chest wall, abdominal vascular, ureter, bladder, and urethra. *The Journal of Trauma*, 33(3), 337-339.
- Peek, J., Beks, R. B., Kremo, V., van-Veelen, N., Leiser, A., Houwert, R. M., Link, B. C., Knoebe, M., Babst, R. H., & Beeres, F. J. P. (2021). The evaluation of pulmonary function after rib fixation for multiple rib fractures and flail chest: a retrospective study

- and systematic review of the current evidence. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 47(4), 1105-1114.
- Pines, G., Gotler, Y., Lazar, L. O., & Lin, G. (2020). Clinical significance of rib fractures and anatomical patterns. *Injury*, 51(8), 1812-1816.
- Šafránek J. V. (2015). Sternal fractures and their surgical treatment. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca*, 82(1), 76-79.
- Savetamal, A., & Livingston, D.H. (2008). Thoracic wall injuries: ribs, sternal, and scapular fractures; hemothoraces and pneumothoraces. En J. A. Asensio, & D. D. Trunkey (Eds.), *Current Therapy of Trauma and Surgical Critical Care* (pp. 252-260). Elsevier.
- Schulz-Drost, S., Ekkernkamp, A., & Stengel, D. (2018). Epidemiology, injury entities and treatment practice for chest wall injuries: current scientific knowledge and treatment recommendations. *Der Unfallchirurg*, 121(8), 605–614. <https://doi.org/10.1007/s00113-018-0532-5>
- Uluşan, A., Karakurt, Ö. (2018). Cardiac findings of sternal fractures due to thoracic trauma: a five-year retrospective study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 24(3), 249-254.
- Voggenreiter, G., Neudeck, F., Aufmkolk, M., Obertacke, U., & Schmit-Neuerburg, K. (1998). Operative chest wall stabilization in flail chest – outcomes of patients with or without pulmonary contusion. *Journal of the American College of Surgeons*, 187(2), 130-138.
- Wiese, M. N., Kawel-Boehm, N., Moreno de la Santa, P., Al-Shahrabani, F., Toffel, M., Rosenthal, R., Schäfer, J., Tamm, M., Bremerich, J., & Lardinois, D. (2015). Functional results after chest wall stabilization with a new screwless fixation device. *European Journal of Cardiothoracic Surgery*, 47(5), 868-875.
- Zhang, D., Zhou, X., Yang, Y., Xie, Z., Chen, M., Liang, Z., & Zhang, G. (2021). Minimally invasive surgery rib fractures fixation based on location and anatomical landmarks. *European Journal of Trauma & Emergency Surgery*, 75(1), 15-20.

ENFERMEDADES SUPURATIVAS Y MICÓTICAS PULMONARES

OCTAVIO NARVÁEZ PORRAS

En el capítulo 2 del libro *Historia del tiempo*, el conocido físico teórico Stephen W Hawking enuncia: “Cada observador debe tener su propia medida del tiempo...” (Hawking, 2002, p. 246), hago referencia a esa afirmación, ya que cuando recibí la invitación a colaborar en este libro, fue imprescindible colocarme en el espacio-tiempo transcurrido en los últimos 60 años respecto a la historia de la cirugía de tórax, con su ilustre pasado que precede a esta especialidad y al fascinante futuro, que sin duda le espera.

A continuación, procederé a abordar el tema de enfermedades supurativas y micóticas pulmonares, a partir de referencias conceptuales en algunos aspectos, el diagnóstico y pronóstico de las mismas patologías y un análisis comparativo en su caso.

En las primeras líneas del capítulo 19 del libro del doctor Gibbon, los doctores Reed y Allbritten se refieren a la utilidad de la localización anatómica precisa de las enfermedades infecciosas pulmonares para propiciar el drenaje espontáneo a través de los bronquios o, a través de la pared torácica. El drenaje quirúrgico se convirtió en el tratamiento usual para este tipo de afecciones a finales del siglo XIX. Para las dos primeras décadas del siglo XX las infecciones parenquimatosas por M. Tuberculosis y por bacterias eran confundidas con frecuencia entre sí; debido a eso, el abordaje quirúrgico se tornó más agresivo con el drenaje directo de los abscesos pulmonares y la resección amplia del tejido pulmonar dañado. Durante la década de 1930 a 1940, la mayor disponibilidad de hemoderivados pero, sobre todo, la mejoría en las técnicas anestésicas y quirúrgicas posibilitaron optimizar el tratamiento de estas patologías.

Para 1950 el advenimiento de los agentes antimicrobianos limitó la extensión de este tipo de infecciones y por ende, de la necesidad de una cirugía de mayor resección del parénquima pulmonar. Para la segunda mitad del siglo XX, el diagnóstico de las enfermedades infecciosas pulmonares se tornó oportuno e incluso preventivo. Asimismo, las mejoras en los estudios de imagenología, identificación temprana de los microorganismos causales, la epidemiología de los mismos, medios de cultivo más rápidos y automatizados. Así como los estudios de sensibilidad a los cada vez más numerosos antibióticos de nueva aparición, otras técnicas y estrategias más sofisticadas hicieron posible la disminución drástica del tratamiento quirúrgico de muchas de estas afecciones.

BRONQUIECTASIAS

Estas dilataciones patológicas permanentes de los bronquios de tipo secular o cilíndricas, son resultado de diferentes enfermedades como: neumonías (virales, bacterianas o micóticas) tuberculosis, procesos inmunológicos, inhalación de sustancias o gases corrosivos y polvos que provocan edema e incremento de secreciones bronquiales que ocluyen las vías aéreas o bien son del tipo de las malformaciones congénitas. Son trastornos poco frecuentes en la actualidad y se calcula una prevalencia de 1 por cada 10,000 individuos; a diferencia de la incidencia reportada en el libro de Gibbon de 13% en casos de autopsia y de 4% post neumonía. A finales de 1950, la fibrosis quística, la discinesia ciliar primaria y la deficiencia de Inmunoglobulina A, no se incluían como causas congénitas de ectasias bronquiales. Los síntomas de tos productiva crónica con material purulento franco y en 30% de los casos con hemoptoicos o hemoptisis (Addeo *et al.*, 2018, p. 279) y/o la artropatía degenerativa asociada a la hipoxemia crónica y a los procesos infecciosos crónicos como: fiebre, sudoración nocturna, fatiga, desnutrición y ataque al estado general, los cuales no se han modificado con el paso del tiempo. Sin embargo, si se han modificado las herramientas diagnósticas en el departamento de imagen.

Anteriormente la proyección radiológica posteroanterior de tórax era anormal en más del 90% de los casos, aunque era bastante inespecífica, por lo que era frecuente la realización de una bronquiografía para establecer el diagnóstico. En nuestros días, la tomografía axial computada del tórax (TAC) con multicortes transversales nos proporciona imágenes muy detalladas de la configuración bronquial, lo cual confirma la revolución tecnológica con estos métodos radiológicos impensables en 5ta década del siglo pasado. La broncoscopia, tanto en el pasado como en la actualidad, es un estudio complementario para reafirmar o descartar posibilidades diagnósticas, tomar muestras para cultivos en general o incluso con carácter terapéutico para drenaje por aspiración de las secreciones purulentas. En el libro de Gibbon, se hace poca o nula referencia a los gérmenes causantes del proceso supurativo durante la década de los 50 y se habla del uso recomendable de la Penicilina y de la Oxitetraciclina, sin referirse tampoco de forma específica a los agentes bacterianos etiológicos. Hoy en día, sabemos que el *Haemophilus*, *Pseudomonas* y *Streptococcus pneumoniae* en 55%, 26% y 12% (Schwartz, 2020), respectivamente, son las colonias bacterianas más identificadas por lo que el uso de macrólidos sistémicos, tanto por su poder antibacteriano como antiinflamatorio es lo más recomendado (Schwartz, 2020). En años recientes, los antibióticos nebulizados por vía inhalada (aminoglucósidos, cefalosporinas, colistina, etc.) se usan con mayor frecuencia (Gilbert, 2021). La terapéutica “tradicional” complementaria se enfoca en el drenaje postural, fisioterapia pulmonar en la caja torácica, uso de humidificador y broncodilatadores por vía inhalada, oxigenoterapia en su caso; siguen siendo vigentes hasta nuestros días. Una gran diferencia en la actualidad se centra en el intervencionismo por vía vascular mediante la embolización de las arterias bronquiales en los casos de hemoptisis; en contraposición a la ligadura directa de las mismas por abordaje quirúrgico realizada hace seis décadas.

Con respecto a la intervención quirúrgica, las técnicas se han ido depurando, pero son esencialmente las mismas. La resección quirúrgica de los segmentos bronquiectásicos localizados o bien, algún lóbulo pulmonar, beneficia a los pacientes con sintomatología persistente a pesar

del tratamiento médico, siempre con la idea de conservar tanto parénquima pulmonar normal como sea posible. Desde luego que, en los años 60 del siglo pasado, no se contaba con los procedimientos tecnológicos como el VATS (toracoscopía vídeo asistida) que mediante una invasión mínima de la caja torácica permite no solo el acceso intratorácico menos agresivo, además, la realización de procedimientos cada vez más sofisticados y menos lesivos gracias a instrumentos de mayor precisión (Nomori, 2016, p. 260). Sin mencionar la cirugía torácica asistida por robot; la cual actualmente es una realidad tangible en nuestro país (Addeo *et al.*, 2018, p. 279).

ABSCESO PULMONAR

Definido en aquel momento como una “cavidad en el pulmón llena de pus” y con cierta discusión bizantina al respecto, hoy en día y de forma numéricamente coincidental al capítulo en comento, en el capítulo 19 del libro de Schwartz se menciona una definición más precisa y extensa del absceso pulmonar:

Un absceso pulmonar es un área localizada de necrosis del parénquima pulmonar que se forma por acción de un microorganismo infectante; la destrucción hística ocurre en una cavidad única o predominante que mide por lo menos 2cm de diámetro. Con menor frecuencia pueden hallarse cavidades múltiples más pequeñas (<2cm). En ese caso, es habitual que la infección se llame neumonía necrosante. Cuando un absceso perdura más de 6 semanas, se le considera crónico. (Schwartz, 2020)

La incidencia de esta patología ha venido disminuyendo a partir de hace seis décadas, principalmente por el uso razonado de los antibióticos en personas con alto riesgo al desarrollo de la enfermedad. Como los pacientes con neumonía por broncoaspiración, aquellos con inmunodeficiencia adquirida o inmunodeprimidos por cáncer, diabetes mellitus, trasplantados, aquellos con tratamiento con esteroides o inmunosupresores.

Así como las neumonías necrosantes causadas por estafilococo aureus, pseudomonas, klebsiella, bacteroides, actinomyces, entamoeba y otros gérmenes anaerobios. También los pacientes con ERGE o enfermedades esofágicas. Asimismo, las lesiones traumáticas del tórax, inhalación de cuerpos extraños, neoplasias obstructivas bronquiales o émbolos sépticos sistémicos.

Los síntomas y signos son los clásicos de la infección del tracto respiratorio inferior: tos productiva, fiebre, malestar general, postración, dolor pleurítico, disnea, pérdida de peso. Resaltando que el material de expectoración es de aspecto purulento con estrías sanguinolentas e incluso hemoptisis. Por otra parte, los agentes causales en los casos adquiridos en la comunidad son generalmente producidos por gérmenes grampositivos; en los casos hospitalarios o de instalaciones de atención para la salud, 60 a 70% serán gramnegativos. En el caso de los pacientes inmunocomprometidos en general, son afectados por gérmenes “oportunistas” como micobacterias u hongos; en estos últimos enfermos, la tasa de mortalidad va del 9 al 28%, a diferencia de los no inmunosuprimidos, donde es del 5 al 10% en caso de no obtener una buena respuesta al tratamiento médico temprano y adecuado.

Definitivamente, considero que la radiografía de tórax ha sido y seguirá siendo un estudio básico en el diagnóstico de esta patología. El absceso pulmonar, se presenta como una opacidad con o sin cavidad, cuyas paredes son relativamente delgadas y puede apreciarse un nivel hidroaéreo que indica comunicación bronquial, localizadas habitualmente en los segmentos superiores de los lóbulos inferiores y en los segmentos posteriores de los lóbulos superiores por efectos de la gravedad.

Durante la segunda mitad del siglo pasado, gracias al advenimiento de la tomografía de tórax (TAC) (Clínicas médicas de Norteamérica, 1984), los diagnósticos por imagen adquirieron un desarrollo extraordinario y en el caso del absceso pulmonar, ha servido para descartar la presencia o no, de una obstrucción intraluminal de la vía aérea y verificar que una radiopacidad corresponda o no a una masa pulmonar cavitada u a otras patologías como empiemas loculados o interlobares, bulas

o quistes pulmonares infectados, lesiones por tuberculosis, infecciones micóticas, etcétera.

En relación al aspecto terapéutico, es curioso saber que en 1954 algunos autores refieren que pocos casos de abscesos pulmonares, se resolvieron favorablemente con el manejo conservador a través del drenaje postural bronquial del material purulento, otros mediante la técnica de Monaldi (Reed, 1962) y otros por neumonostomía. Incluso Gittens y Milhaly reportaron 37 casos de abscesos pulmonares agudos que se curaron “presumiblemente” por el uso de antibióticos (Reed, 1962). Hoy en día, el tratamiento fundamental es a base de la antibioticoterapia, preferentemente dirigida al germen identificado; sin embargo, no siempre es posible. Es por ello importante recordar que, al menos 50% de estos procesos se deben a bacterias anaerobias, 25% a gérmenes aerobios y anaerobios combinados y 25% a bacterias aeróbicas.

Una estrategia usada para combatir dichos patógenos consiste en primera instancia, en cubrir ambas familias con antibióticos de cobertura amplia, únicos o combinados y “desescalar” los mismos en cuanto se tenga la identificación precisa del agresor. De igual manera, se recomienda una duración prolongada del uso de estos, que va de las dos hasta las seis semanas en casos severos. Inicialmente por la vía parenteral y luego por vía oral, hasta conseguir la desaparición de la sintomatología.

Cabe señalar que, en la actualidad el drenaje quirúrgico de los abscesos pulmonares se realiza con poca frecuencia, ya que habitualmente se “vacían” espontáneamente al drenarse hacia el árbol traqueobronquial. Las indicaciones para el abordaje quirúrgico de un absceso son: fracaso de la antibióticoterapia, un absceso a tensión por crecimiento continuado, drenaje al pulmón contralateral, hemoptisis o duda diagnóstica.

Con respecto a las enfermedades producidas por hongos que afectan al pulmón, son bien conocidas desde el siglo antepasado, pero la intervención quirúrgica de las lesiones micóticas inició alrededor de la cuarta década del siglo XX; los hongos podrían ser responsables de la enfermedad pulmonar clínicamente detectada, o bien, ser “invasores secundarios” por comorbilidades del huésped. En ocasiones la enfermedad

pulmonar es “fulminante” pero generalmente es insidiosa, lenta y puede tardar seis meses o años en ser médicamente detectada.

Por ello, se procede a analizarlas individualmente, resaltando las diferencias del conocimiento previo en los siglos XIX y XX, contra el momento actual en su diagnóstico y tratamiento.

HISTOPLASMOSIS

El *histoplasma capsulatum* fue descrito, aislado e identificado en la primera mitad del siglo XX, como responsable de la enfermedad en por lo menos medio millón de nuevos casos anuales en el Valle del Mississippi, EUA. Sin embargo, en el mundo hay varias áreas geográficas endémicas bien identificadas, pero además de ellas hay factores ambientales como humedad y presencia de animales como aves o murciélagos, que en sus heces contienen la cantidad de nitrógeno necesaria para el crecimiento micótico. La enfermedad aguda generalmente es autolimitada y se presenta como un cuadro febril, con cefalea, dolor torácico, tos no productiva y dolores músculo-esqueléticos; según la intensidad del inóculo y la ausencia o presencia de comorbilidades y en especial la inmunosupresión, condicionan un ataque sistémico más agresivo. A su vez, pueden dar lugar a la formación de granulomas pulmonares (histoplasmomas), histoplasmosis cavitaria crónica, granulomas mediastínicos, mediastinitis fibrosante y broncolitiasis. La forma clínica de incubencia para el cirujano de tórax es la asociada a la cavitación.

En relación con las radiografías, pueden mostrar cavitación apical incluso bilateral y confundirse con tuberculosis. En ocasiones la imagen es la de un nódulo pulmonar solitario (NPS) y puede confundirse con una lesión maligna; en ambos casos la recepción está indicada o bien en la presentación de un Síndrome del Lóbulo Medio (SLM) cuya obstrucción bronquial, en este caso por compresión ganglionar extrínseca, fue lo que ocasionó daño pulmonar parenquimatoso periférico irreversible. Conviene destacar que en nuestros días las técnicas por VATS, incluso las recientes de segmentectomía pueden llevar a procedimientos exitosos;

no solo con un mínimo de invasividad y dolor postoperatorio, sino con la conservación de la mayor parte de tejido pulmonar libre de lesión (Nomori, 2016, p. 260).

Desde el punto de vista del manejo farmacológico, llama mucho la atención la sentencia en el capítulo 19 de Gibbon, que enuncia: “el agente terapéutico más prometedor es un antibiótico polieno llamado Anfotericina B, de estructura desconocida; producido por un *Streptomiceto* originalmente aislado de una muestra de suelo obtenido cerca del río Orinoco en América del sur”. Con mucho efecto fungiestático (Reed, 1962).

COCCIDIOIDOMICOSIS

La enfermedad se adquiere por la inhalación de artrosporas y clamidosporas del hongo *Coccidioides immitis*, que se encuentra en el suelo de las áreas endémicas del Valle de San Joaquín en California, EUA, así como en otras áreas endémicas del mundo. Dicha enfermedad micótica, fue descrita a finales del siglo XIX como la “Fiebre del Valle” y fue corroborada durante la primera mitad del siglo XX. El cuadro clínico consiste en un proceso infeccioso respiratorio agudo con fiebre, tos, dolores de cabeza y musculares; producción de flema amarillenta y, hasta en 25% de los casos con hemoptoicos y hemoptisis. Una quinta parte de los enfermos presenta el “eritema nodosum” o “erythema multiforme”. A los rayos X puede presentarse una imagen de consolidación, neumonitis, pequeñas cavitaciones múltiples. Imagen de absceso conocido como “coccidioidoma” e incluso cavitación confundible con una “caverna tuberculosa”. En una abrumadora mayoría, los pacientes resuelven el problema sin intervención alguna; pero en aquellos pacientes inmunocomprometidos o en la actualidad con el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida la enfermedad se torna crónica y las complicaciones como hemoptisis severa o persistente, cavitación con crecimiento acelerado (>4cm), coccidioidoma con sobreinfección, empiema por ruptura hacia el espacio pleural o una fístula broncopleural son indicaciones de resección quirúrgica, incluyendo por supuesto la falta de

respuesta a un tratamiento médico adecuado. No son raras las resecciones segmentarias o lobares, según la extensión de la enfermedad.

BLASTOMICOSIS

Las esporas (conidias) de *Blastomyces dermatitidis* residen en el suelo y tienen distribución mundial con zonas endémicas bien conocidas, al ser inhaladas se convierten en levaduras a la temperatura corporal, produciendo una reacción granulomatosa pulmonar que se convierte en una “neumonía crónica”, tos productiva mucoide, fiebre, ataque al estado general, pérdida de peso y otros síntomas inespecíficos e incluso lesiones cutáneas. Asimismo, las imágenes radiológicas del tórax pueden mostrar un patrón miliar o bien fibronodulares con o sin cavitación, que afectan a los lóbulos superiores y pueden confundirse con otras enfermedades granulomatosas como tuberculosis.

Habitualmente la enfermedad se autolimita o responde bien al tratamiento farmacológico con antimicóticos, pero aquellos casos persistentes o con afección generalizada, deberán recibir tratamientos sistémicos y también deberán ser tributarias de resección quirúrgica las lesiones localizadas en los pulmones o bien las lesiones extrapulmonares.

CRIPTOCOCOSIS

Es una infección subaguda o crónica producida por el *Cryptococcus neoformans*, el cual se localiza en el suelo contaminado por heces de paloma, que asciende al formarse aerosoles, hasta ser inhalado. Puede afectar al sistema nervioso central (SNC), hasta en 40% de los casos, en especial en personas con alteraciones de la inmunidad mediada por células. Con relación a los datos clínicos, son los usuales descritos anteriormente para una infección respiratoria (tos, disnea, fiebre, etc.) y la presentación radiológica tradicional muestra opacidades nodulares grandes bilaterales y con linfadenopatías mediastinales. La resección quirúrgica

se recomienda como una forma “preventiva” para evitar la infección del SNC que puede ocasionar la muerte en 75% de los pacientes inmunodeprimidos. Y siempre deberá aplicarse tratamiento farmacológico con anti-fúngicos. Es preciso señalar, que la mortalidad de la neumonía localizada es del 30% y afecta al 10% de los pacientes con VIH.

ACTINOMICOSIS

Aunque se incluyeron en el capítulo 19 del libro de Gibbon, como una infección originada por hongos; actualmente los *Actinomyces* y las *Arachnia* se consideran bacterias anaeróbicas grampositivas, se localizan en la orofaringe humana habitualmente y se piensa, que la invasión pulmonar se produce por broncoaspiración en pacientes masculinos, primordialmente con caries dentales, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) o bronquiectasias. Como otras enfermedades granulomatosas pulmonares los síntomas y signos de enfermedad respiratoria crónica se hacen patentes: fiebre intermitente, febrícula persistente, tos productiva, dolor torácico, astenia, anorexia, pérdida de peso corporal, etc.

Esta patología, puede confundirse con otras micosis del pulmón e incluso radiológicamente con la tuberculosis. Aunque la cavitación es poco usual, las lesiones microscópicas de múltiples microabscesos pulmonares se extienden a la pleura y pueden resultar en empiema y periostitis de las costillas adyacentes a las zonas de lesión parenquimatosa. Como en todo problema supurativo pulmonar, el procedimiento básico y quizá el más importante, es el drenaje del material purulento aunado al tratamiento farmacológico. Durante la primera mitad del siglo XX, dicha asociación fracasó estrepitosamente. No es hasta el advenimiento de las Sulfonamidas y de la Penicilina que se alcanza el éxito terapéutico para los años cincuenta y posteriores; administrando dosis “moderadamente grandes de penicilina (2 a 3 millones de unidades diarias) durante seis a ocho semanas. En la actualidad puede realizarse el abordaje quirúrgico de drenaje con los métodos “tradicionales” o por VATS, además de la la penicilina G, contamos con la tetraciclina, clindamicina, eritromicina y

minociclina; dichos antibióticos serán administrados incluso por meses hasta que los síntomas y signos desaparezcan (Reed, 1962).

NOCARDIOSIS

Se trata de una enfermedad crónica supurativa del pulmón causada por *Nocardia asteroides*, germen aeróbico ácido resistente grampositivo. Suele confundirse con las micobacterias atípicas y, de hecho, puede hallarse en casos de tuberculosis como infección concomitante. Es un germen saprófito del árbol traqueo bronquial que puede invadir los tejidos subcutáneos, los tejidos pleuro-pulmonares y el SNC hasta en 30% de los pacientes. A su vez, se presenta la sintomatología “típica” de las enfermedades supurativas del pulmón y el empiema se presenta en 25% de los pacientes, el cual puede drenar espontáneamente a través de la pared del tórax, formando fístulas múltiples. La imagen radiológica muestra una opacidad densa lobar, no bien circunscrita que involucra la pleura. El tratamiento en el siglo pasado era a base de sulfadiazina o estreptomicina. En el caso de los pacientes inmunocomprometidos el ataque es más severo y puede haber consolidaciones, cavitaciones, abscesos, nódulos, etc. Es preciso decir qué actualmente; los pacientes inmunosuprimidos se han incrementado gracias a los diagnósticos tempranos y/o por las terapéuticas instauradas para su control, por lo que hoy en día contamos para ello con el SMX/TMP, carbapenémicos, aminoglicósidos, minociclina y cefalosporinas de tercera generación. La administración del fármaco es por largo tiempo, de seis meses a un año.

MUCORMICOSIS

Para la segunda mitad del siglo XX algunos médicos creían que el uso de antibióticos y esteroides en forma poco controlada eran, al menos parcialmente, responsables del aumento de las infecciones causadas por hongos. La mucormicosis, la aspergilosis y la moniliasis se consideraban

infecciones secundarias en pacientes portadores de otras enfermedades sistémicas. Pero se observó que en determinadas circunstancias podían ser responsables de la infección primaria pulmonar. El mucor pertenece a la clase de los *Zygomycetos*, entre los que se encuentran: *Absidia*, *Rhizopus* y *Mortierella*) que pueden causar una patología fatal de rápida evolución, especialmente en personas inmunodeprimidas por diabetes mellitus o leucemia, al inhalar sus esporas (Schwartz, 2020).

Los síntomas y signos “clásicos” de la enfermedad respiratoria infecciosa aguda se presentan de forma súbita y rápidamente progresiva. En los rayos x se aprecian consolidaciones e incluso cavitación y/o abscesos. Por lo cual la resección quirúrgica, en su caso, deberá ser realizada con retiro del tejido necrótico causado por las propiedades trombogénicas del mucor. El tratamiento medicamentoso deberá instaurarse a la par de la conducta quirúrgica y consiste en anfotericina B lipídica, isavuconazol o el posaconazol. A las dosis y temporalidad necesaria para el control de la enfermedad.

ASPERGILOSIS

Descrito a finales del siglo antepasado, *Aspergillus fumigatus* fue relacionado con enfermedades respiratorias en trabajadores de los silos de Francia y en los cuidadores de palomas, ocasionando enfermedades primarias o secundarias granulomatosas del pulmón. Durante el transcurso de la primera mitad del siglo pasado, se cimenta la idea de que el “aspergiloma” (formación voluminosa por invasión bronquial, bronquiolar y de los vasos sanguíneos del parénquima pulmonar) ocurría en lesiones pulmonares preexistentes como: quistes congénitos, bronquiectasias, abscesos o cavernas tuberculosas. El cortejo sintomático era el de las enfermedades infecciosas crónicas del pulmón: supurativas y con hemoptisis. En relación con los rayos x podrían mostrar un patrón infiltrativo difuso en la fase aguda o una densidad circunscrita que con el paso de las semanas, meses o años; se cavita y contiene en su interior una formación esférica conocida como *Mycetoma*. Para 1950, el tratamiento

medicamentoso con las diamidinas en el preoperatorio y en el postoperatorio, ya sea de las resecciones segmentarias, lobares o no anatómicas de las lesiones sólidas o cavitadas del parénquima pulmonar, tuvieron una buena tasa de éxito. Hoy en día, las esporas del hongo son ubicuitas y afectan a los pacientes con alteración funcional de los macrófagos y neutrófilos (Richard, 2008). Además del *A. fumigatus* (66% de los casos) las variedades: *A. flavus* (14%), *A. niger* (7%) y *A. terreus* (4%) pueden producir la enfermedad, no solo localizada al tracto respiratorio (incluyendo los senos paranasales) sino, convertirse en invasiva por vía sanguínea y afectar otros órganos y tejidos; especialmente el SNC de personas vulnerables (neutropénicos, con neoplasias hematológicas, en tratamiento con quimioterapia, con tratamiento a base de esteroides, trasplantados de órganos sólidos o de células hematopoyéticas, etc.).

El diagnóstico microbiológico es importante porque, algunas especies de *Aspergillus* son resistentes a la anfotericina. Por ello, el cultivo, la citología o la población celular reportada en el lavado bronquioalveolar (LBA) o muestras obtenidas por biopsia, realizada por punción percutánea guiada por TAC del tórax o quirúrgica por abordaje por VATS, son indispensables. También es deseable la detección del antígeno de la pared celular del hongo (galactomanano) en sangre o en el LBA.

Actualmente el tratamiento farmacológico en la forma invasiva de la enfermedad se ha basado en el voriconazol y en las nuevas equinocandinas (caspofungina). Ambos antifúngicos tienen eficacia similar a la de la anfotericina B, sin los efectos nefrotóxicos de esta última. El itraconazol se reserva como tratamiento para la forma crónica necrosante de la aspergilosis pulmonar. Es preciso decir que la cirugía, debe realizarse en forma invasiva aguda pulmonar que pone en peligro la vida por hemoptisis masiva o repetitiva o cuando se comprueba una lesión única pulmonar, que pueda prevenirla la recurrencia de la aspergilosis en caso de inmunosupresión subsecuente por otra causa. Por consiguiente, el tratamiento se extiende por meses y aun así la mortalidad es alta, 50% para la forma pulmonar invasiva y 33% para la presentación crónica necrosante, debido a la dificultad inherente al control del hongo y de la enfermedad subyacente predisponente al mismo.

MONILIASIS (CANDIDIOSIS)

Cándida sp es un microorganismo que coloniza la orofaringe de muchos individuos sanos y se encuentra con mayor frecuencia en los pulmones enfermos. *Cándida albicans* prolifera de manera anómala en las mucosas orales y bronquiales de manera patológica. Otras especies agresivas son: *C. tropicalis*, *C. glabrata*, *C. Krusei*, y *C. parapsilosis*, las cuales se han tornado resistentes al fluconazol, un antimicótico muy usado en nuestros días.

La frecuencia de las infecciones por *cándida* se ha incrementado y ya no se limitan solamente a pacientes con inmunodeficiencias, también en enfermedades graves con evolución prolongada, uso de antibióticos múltiples por largos periodos de tiempo, catéteres vasculares o uretrales permanentes, perforaciones gastrointestinales o heridas por quemaduras, entre otras (Schwartz, 2020). En el tórax se han documentado neumonía, abscesos pulmonares, esofagitis y mediastinitis. El cuadro clínico es similar al de las enfermedades fúngicas del pulmón. En relación con la hemoptisis es intermitente y la placa de tórax es inespecífica. Como todas las infecciones pulmonares por hongos es imperativo buscar y aislar al germen en los cultivos de expectoración, sangre o tejido respiratorio para un tratamiento adecuado. Con respecto al tratamiento medicamentoso, se ha observado un cambio drástico en los últimos 10 años del presente siglo, a diferencia de hace 60 años, donde prácticamente no se contaba con ningún tratamiento. Gracias al advenimiento de los nuevos fungicidas como la anfotericina B lipídica combinada con la 5-fluorocitosina y las equinocandinas (caspofungina, micafungina y anidulafungina). O bien asociadas a los fungistáticos como los triazoles (fluconazol, itraconazol, voriconazol y posaconazol). Es necesario mencionar que la afectación más grave de candidiosis invasiva es la mediastinitis, esta última, más allá del uso de estos fármacos, requiere de la debridación quirúrgica de los tejidos infectados, para tratar de disminuir su tasa de mortalidad que es >50%.

ENFERMEDADES FÚNGICAS MISCELÁNEAS

Este subtema en el capítulo 19 del libro del doctor Gibbon, se refiere a un grupo de “hongos oportunistas” que forman parte de la microbiota humana y que bajo ciertas circunstancias, pueden generar infección en los tejidos pulmonares.

El hongo *Geotrichum candidum* es el causante de la enfermedad conocida como geotricosis, afección que deberá tomarse como “otra opción diagnóstica” en los casos de pacientes con enfermedad broncopulmonar crónica inespecífica, tanto clínica como radiológica. No obstante, se puede confundir con la lesión cavitada producida por el *Coccidioides immitis* que tiene paredes delgadas en la TAC del tórax, las cuales se deben extirpar quirúrgicamente. Durante el siglo pasado se usaron los medicamentos iodados, hoy en día se usan los azoles, de primera instancia el voriconazol y en los casos diseminados el uso de anfotericina B con sus fórmulas menos agresivas al riñón.

El *Sporotrichum schenckii*, (hoy en día conocido como *Sporothrix schenckii*), es el agente causal de la esporotricosis, enfermedad insidiosa con síntomas respiratorios de larga evolución y poca intensidad, relativos a infección pulmonar. Los rayos x, muestran un infiltrado bilateral parenquimatoso con tendencia a la cavitación y crecimiento de los ganglios linfáticos hiliares. En el siglo XX, se usó el Ioduro de potasio en gotas con éxito, actualmente el tratamiento de elección consiste en administrar la anfotericina B inicialmente y/o Itraconazol a razón de 200 mgs al día, durante tras a seis meses.

El hongo *Penicillium marneffe* es el causante de la peniciliosis. La inhalación de sus conidias causa fiebre anemia y pérdida de peso con lesión cutánea papulosa umbilicada en pacientes inmunosuprimidos y con VIH; a su vez, se presentan síntomas insidiosos y prolongados que se atribuyen a la enfermedad subyacente antes de pensar en un “hongo oportunista”. La radiografía del tórax muestra infiltrados bilaterales inespecíficos, o bien, una imagen compatible con absceso pulmonar, el cual deberá ser resecado quirúrgicamente para la búsqueda del hongo en el tejido. Es preciso decir que no se tenía durante el siglo XX un tratamiento

específico para esa patología, pero hoy en día se prescribe inicialmente anfotericina B seguida del itraconazol durante meses o años.

El hongo *Monosporium*, hoy en día, conocido como *Scedosporium apiospermum*, es el causante de infecciones fúngicas “oportunistas” en pacientes inmunocomprometidos, la sintomatología es difusa e insidiosa. Asimismo, en el pulmón forma abscesos o se presenta como un micetoma, los cuales deben ser resecados quirúrgicamente por toracotomía “abierta”, o bien, por invasión mínima por VATS. En la muestra histopatológica se encuentra el hongo y en la pieza de lobectomía aparecen habitualmente los gránulos de azufre de color amarillo pardo, considerados como “clásicos” de la actinomicosis. El tratamiento farmacológico actual es con anfotericina B, azoles y equinocandinas.

ENFERMEDADES PULMONARES POR METAZOARIOS

Esta curiosa denominación es señalada en el libro clásico de Gibbon, al referirse a las neumonías causadas por parásitos. Efectivamente, algunos de los helmintos y protozoarios tienen una fase migratoria a través del parénquima pulmonar, la intensidad de la reacción del tejido respiratorio depende de la edad del sujeto, sus comorbilidades y la cantidad de microorganismos invasores. La respuesta eosinofílica sistémica pulmonar conocida como Síndrome de Löeffler, puede presentarse con las siguientes entidades que analizaré brevemente. Y merece mención aparte en nuestro medio mexicano, la amebiasis. En torno a estos casos, el pilar fundamental en el diagnóstico es la región geográfica endémica donde reside el paciente, la historia clínica de posible exposición al parásito y por supuesto, el hallazgo de las larvas, huevos o de microorganismos hallados en la flema como producto de la expectoración.

HIDATIDOSIS: Se adquiere por aguas o comida contaminada por huevos de *Echinococcus* proveniente de las heces de su huésped definitivo, el perro u otros cánidos. Hoy en día, sabemos que la enfermedad hidatídica quística (EHQ) es causada por las larvas de *Echinococcus granulosus* y la enfermedad alveolar hidatídica (EAH) por el *Echinococcus*

multilocularis. Ambos platelmintos llegan por vía digestiva y migran por vía linfática o sanguínea al hígado y al pulmón. La EHQ se manifiesta por el crecimiento larvario formando el quiste, en cambio la EAH resulta de la proliferación destructiva del parásito. En el ser humano, 90% de los casos corresponden a la EHQ, de los cuales 25% afectan los pulmones y solo 9% corresponden a una EAH. Los síntomas son: dolor torácico, tos, expectoración del contenido quístico, disnea, hemoptisis o reacciones severas de hipersensibilidad sistémicas. En relación con los rayos x pueden verse opacidades redondeadas con bordes calcificados (en “bola de cañón”) y que pueden ser muy bien identificados con los estudios de TAC del tórax, el cual muestra con mayor definición los casos bien delimitados de las paredes quísticas con su centro necrótico, típicos de la EAH. La biometría hemática muestra eosinofilia muy frecuentemente. Desde hace 60 años se mencionaba que 75% de los quistes se alojaban en el hígado y solo 10% en los pulmones, lo cual ocasionaba que la resección quirúrgica torácica fuera poco frecuente. Hoy en día, se recomiendan las resecciones segmentarias o lobares, sin dañar la pared quística y evitar el esparcimiento de los escólices del parásito y la reacción anafiláctica secundaria.

Actualmente pueden realizarse las intervenciones quirúrgicas mencionadas, pero la respuesta al tratamiento con albendazol o con mebendazol por tiempos prolongados (entre cuatro a seis semanas) es bastante buena y hace excepcional la necesidad de la cirugía.

ANQUILOSTOMIASIS: Los nemátodos que causan esta enfermedad son el *Ancylostoma duodenale* y el *Necator americanus*, los cuales ocasionan síntomas como: fiebre, tos no productiva, disnea y hemoptisis con eosinofilia en la sangre periférica e infiltrados radiológicos migratorios y transitorios componen el Síndrome de Löeffler que se acompaña de síntomas abdominales y urticaria transitoria. El tratamiento actual es médico casi en 100% de los casos, a base de tiabendazol, albendazol e ivermectina. En muy pocos casos se requiere de la resección quirúrgica.

ASCARIASIS: La prevalencia mundial del *Ascaris lumbricoides* es de 25%. En su ciclo vital, su paso para maduración a través del pulmón, ocasiona las manifestaciones clínico-radiológicas similares al Síndrome de

Loeffler, generalmente autolimitada y con tratamiento médico a base de Mebendazol o Albendazol (Richard, 2008).

ESTRONGILOIDIASIS: La enfermedad pulmonar por *Strongyloides Stercolaris*, es menos frecuente que la ascariasis y la anquilostomiasis. Sin duda alguna, es un problema endémico en nuestros días en zonas tropicales y subtropicales. Su tratamiento es médico a base de azoles, pero algunos casos llegan a la mesa quirúrgica en pacientes inmunocomprometidos y/o desnutridos de forma extrema. Con relación al tratamiento medicamentoso, se utilizan tiabendazol, ivermectina y albendazol.

FILARIASIS: El nemátodo conocido como *Dirofilaria immitis* es transmitido al hombre por un mosquito que lo toma de su reservorio natural, el perro. La larva se transporta por los vasos sanguíneos venosos a la circulación pulmonar y puede causar trombosis; la sintomatología de esta afección es: tos, hemoptisis, dolor torácico y fiebre. La radiografía del tórax y más aún, la TAC, muestran nódulos periféricos calcificados de 1 a 5cm de diámetro. El diagnóstico puede ser por serología o por biopsia del tejido nodular pulmonar. No obstante, la enfermedad es autolimitada y no requiere de tratamiento.

ESQUISTOSOMIASIS: Tanto el *Schistosoma mansoni* como el *Schistosoma japonicum*, causan manifestaciones pulmonares en sus estadios crónicos, tales como hipertensión arterial pulmonar y formación de nódulos pulmonares; estos últimos, requieren del protocolo de estudio de las lesiones numulares en el pulmón, ya sea por biopsia guiada para punción con aguja fina y guiada por TAC o resección del tejido pulmonar por VATS.

PARAGONIMIASIS: El *Paragonimus westermani* es un parásito del cangrejo y langostino, que al ingerirse crudos o mal cocidos migran desde el intestino humano hasta la cavidad torácica. Al producir sus huevos causan tos y hemoptisis; los infiltrados radiológicos pueden confluir y formar cavidades rodeadas de un anillo inflamatorio (quistes anillados). Se debe de tratar la infección con praziquantel.

AMEBIASIS: Las afecciones pulmonares y hepáticas ocasionadas por la *Entamoeba histolytica*, son secundarias a la enfermedad gastrointestinal inicial causada por el protozoario. En 1936, los doctores Ochsner y DeBakey reportaron que 16% de 95 pacientes con absceso hepático

amebiano, tuvieron complicaciones pleuropulmonares. La diseminación hacia el pulmón es por vía linfática transdiafragmática o por vía circulatoria. Cabe señalar, que 75% de los casos pulmonares son por ruptura del absceso hepático a través del diafragma. Conviene destacar, que en nuestro medio nacional esta patología fue sumamente frecuente en los años 50 y 60 del siglo pasado, pero fue declinando rápidamente década tras década, gracias al tratamiento medicamentoso hasta casi la erradicación. En pleno siglo XXI, es raro tener un caso de este tipo; de forma tal que las nuevas generaciones de cirujanos torácicos, han intervenido pocos casos en la última década del presente siglo. Desde el punto de vista medicamentoso, es curioso apreciar que en el libro en comentario, se recomienda el uso de cloroquina o de la diyodohidroxiquinoleína; sin embargo, ambos poseen efectos tóxicos notables, es preciso decir que en esa época, aún no aparecía el metronidazol (se autorizó por la FDA en 1963), es un fármaco que es mejor tolerado y que ha resuelto los cuadros gastrointestinales y, por ende, las complicaciones pleuropulmonares. Dentro de ellas, la fístula hepatobronquial que causaba la manifestación supurativa constante y abundante de esputo achocolatado conocido como vómica, en 50% de los pacientes. Pero en el caso de producirse el daño colateral residual, sería susceptible recurrir al tratamiento quirúrgico.

En el capítulo 19 de la primera edición del libro de Gibbon, se abordan las “manifestaciones pulmonares de una enfermedad sistémica” y se analizan algunas como: sarcoidosis, microlitiasis alveolar, proteinosis alveolar, granulomatosis de Wegener y otras enfermedades raras del pulmón. Procederé a examinar brevemente cada una de dichas patologías y se pondrá en contexto el papel de la intervención quirúrgica “de ayer y de hoy” para su diagnóstico y tratamiento.

Desde 1956 el doctor Rubin se refirió a las lesiones en pulmón, causadas por una enfermedad sistémica (Reed, 1962), no obstante, dichas características continúan siendo válidas hasta nuestros días. Poseen una distribución simétrica con afección perivascular o de la “trama” broncovascular hilar, fibrosis difusa, “quistes” bulosos de diferentes diámetros,

nódulos dispersos, patrón de afectación miliar, grandes consolidaciones, cavitaciones múltiples con o sin derrame pleural.

Por otra parte, Talbot mencionaba en 1959, que la existencia de enfermedades sistémicas totalmente diferentes entre sí, podrían mostrar lesiones similares; además, una misma enfermedad sistémica podía manifestarse con lesiones completamente heterogéneas, confundibles con otras entidades más “clásicas” desde el punto de vista clínico y radiológico.

SARCOIDOSIS: Fue descrita en el siglo XIX como una dermatopatía; sin embargo, han pasado más de 100 años y aún no conocemos la causa desencadenante, pero sabemos que se cataloga como una enfermedad granulomatosa, y que un granuloma se forma con la finalidad de aislar un ente patógeno para delimitar la respuesta inflamatoria y proteger así los tejidos aledaños. Por razones aún no aclaradas del todo, este tejido granulomatoso no caseoso de células epiteliales, se presenta en uno o más órganos de la economía.

Casi 90% de los pacientes con sarcoidosis presentan afección de los pulmones (Richard, 2008) con datos clínicos como: tos no productiva, disnea y sensación de opresión intratorácica no bien definida. Es conveniente señalar que una tercera parte tienen hipertensión arterial pulmonar. También los hallazgos de imagen “clásicos” revelan crecimiento ganglionar hilar muy importante e infiltrados parenquimatosos de predominio en los lóbulos superiores, así como, linfadenopatías mediastinales bien catalogadas en sus cinco estadios radiológicos. Funcionalmente, la espirometría muestra un patrón restrictivo predominante y una disminución de la prueba de difusión del monóxido de carbono (DLCO). La afección extrapulmonar, puede afectar a otros órganos de la economía: piel, bazo, hígado, sistema linfático, corazón, globos oculares, SNC, trastornos del metabolismo del calcio y otros en menor cuantía y frecuencia.

Si bien, el diagnóstico actual puede hacerse mediante la biopsia pulmonar por VATS, también la biopsia endoscópica guiada por ultrasonido (EBUS) de los ganglios linfáticos ha logrado obtener el diagnóstico hasta en 90% de los casos (Richard, 2008) pero dependerá del *expertise* del broncoscopista.

La realización de dichos procedimientos permite descartar otras patologías y hace, que el abordaje diagnóstico sea mucho más completo, tratándose o no de sarcoidosis. El tratamiento continúa siendo a base de corticoesteroides, a corto y largo plazo. Aunque algunos casos se resuelven de forma “espontánea”, las afecciones de predominio pulmonar se encuentran muy bien controladas con la prednisona; mientras que otros casos, responden con la adición de la azatioprina y/o el methotrexate o bien de antimaláricos (cloro e hidroxicloroquina). El procedimiento quirúrgico que puede ayudar a pacientes cuidadosamente seleccionados es el trasplante pulmonar. En nuestro medio nacional se tiene una experiencia limitada a la fecha y solo se han incluido pacientes con neumo patías intersticiales, pero es predecible y deseable que muchas de las enfermedades difusas del pulmón serán tributarias de este método en un futuro cercano.

MICROLITIASIS ALVEOLAR PULMONAR: Descrita hace poco más de 100 años, esta rara enfermedad fue mejor estudiada a mediados del siglo XIX, dada la naturaleza de la presentación familiar de los casos. Hoy en día, sabemos que es una alteración autosómica recesiva por mutaciones en el cromosoma 4 y que es causa del depósito intraalveolar de esferas de Fosfato de Calcio. Aunque, solo 30% de los casos tienen una relación intrafamiliar, se presenta en personas de mediana edad que sufren de tos, disnea y dolor torácico; sin embargo, en más del 50% de los casos no hay síntomas. La imagenología muestra un infiltrado parenquimatoso pulmonar con microcalcificaciones generalizadas menores de un milímetro de diámetro. El diagnóstico puede hacerse por biopsia transbronquial o por biopsia pulmonar por VATS. En la actualidad, no hay un tratamiento específico. Los esteroides son de poca ayuda y el bifosfonato ha logrado contener la enfermedad, que finalmente llevará a la muerte al paciente por cor-pulmonale e ICCV.

PROTEINOSIS ALVEOLAR PULMONAR: En la sexta década del siglo XX se reportaron varios casos con un patrón histológico muy característico, causado por depósitos de material proteináceo PAS positivo, rico en lípidos y dentro de la luz de las pequeñas vías aéreas distales. Alteración que clínicamente se presenta en pacientes en la cuarta

y quinta décadas de la vida: con tos no productiva, disnea insidiosa, hemoptisis, pérdida de peso corporal, fatiga, mialgias y artralgias. Las imágenes radiológicas del tórax muestran infiltrados alveolares difusos bilaterales y en la TAC se localiza un patrón conocido como “crazy-paving” bilateral y en “parches”. El mecanismo productor de hipoxemia es el corto-circuito derecha-izquierda y la DLCO está disminuida. El diagnóstico se realiza mediante biopsia pulmonar por VATS en nuestros días. No existe un tratamiento específico, los esteroides no son de utilidad y el lavado bronquioalveolar es el “gold standard” para el diagnóstico. Se realiza bajo anestesia general y un tubo endotraqueal de doble luz, con la instilación y aspiración unilateral pulmonar de unos 20 litros de solución salina isotónica en dos a tres sesiones secuenciales. Por otra parte, se ha utilizado el factor estimulante de los granulocitos (GM-CSF) subcutáneo o inhalado con buenos resultados. Cabe señalar que, en relación con la época de Gibbon, este último tratamiento ni siquiera era un conocimiento teórico hace 60 años.

GRANULOMATOSIS DE WEGENER: En el libro en comento, esta patología se encontraba catalogada como enfermedad sistémica. No obstante, en nuestros días está incluida dentro de las vasculitis pulmonares al lado de otras entidades como la arteritis de Takayasu, el síndrome de Churg-Strauss, la poliarteritis nodosa, el síndrome de Behcet, la enfermedad de Kawasaki, la poliangeitis microscópica, la arteritis de células gigantes, etc. Aunque la gran mayoría de dichas enfermedades atacan a diversos órganos de la economía y tienen carácter sistémico, el involucro pulmonar se presenta con frecuencia variable y grado de ataque diverso, en la mayoría de estas. La definición y caracterización específica de cada una de estas patologías se ha logrado gracias a los avances de la inmunología e inmunopatología que identifican anticuerpos (ANCA's) específicos que caracterizan a algunas de ellas. Avances con los que no se contaba hace seis décadas y que hoy pueden obtenerse con pruebas serológicas.

Inclusive en la época en la que fue escrito el libro en cuestión, se sabía que la granulomatosis afectaba tanto al tracto respiratorio superior como al inferior e incluso a los ojos, oídos y nariz. Las

lesiones de las vías aéreas intratorácicas pueden ser obstructivas por estenosis y las parenquimatosas son nodulares y llegan a cavitarse. También puede presentarse como hemorragia alveolar difusa. La glomerulonefritis es una manifestación común de la forma sistémica de la enfermedad, aunque no es exclusiva de la misma. En términos generales, la biopsia de mucosa nasal y la biopsia pulmonar por VATS o bien, la biopsia renal, pueden establecer el diagnóstico con certeza. En la época actual el tratamiento medicamentoso se basa en la administración de corticoesteroides, inmunosupresores e incluso anticuerpos monoclonales.

Hasta aquí se encuentra delimitado el análisis de este capítulo, realizado por los doctores Reed y Allbritten; este último fue el primer ayudante durante la “operación Bavolek”, la cual fue la primera cirugía a corazón abierto llevada a cabo con éxito, el 6 de mayo de 1953, en el Hospital de Pennsylvania, EUA, gracias a la máquina de bypass corazón-pulmón desarrollada por el doctor John Heysham Gibbon Jr, conocido como el “padre de la circulación extracorpórea” y cuyo libro *Surgery of the Chest*, ha sido el texto referencial de la cirugía cardiopulmonar y torácica hasta la fecha y ha contribuido a la formación de los cirujanos de ayer y de hoy (Theruvath, 2013).

REFERENCIAS

- Addeo, P., Andrade, R. S., Agustin Florian, et al. (2018). *Atlas of Robotic Thoracic Surgery*. Springer. Editor Kemp Kernstine.
- Albert, R. K., Spiro, S. G. & Jett, J. R. (2008). *Clinical respiratory medicine*. Mosby Elsevier. 3ra edición, 2008.
- Clínicas médicas de Norteamérica (1984). Volumen 6. *Radiología*. Interamericana.
- Gilbert, D., Chambers, H. F., Saag, M., Pavia, A., & Boucher, H. W. (2021). *Guía Sanford de terapéutica antimicrobiana 2021*. Acindes. Edición 51^a.
- Hawking, S. W. (2002). *Historia del tiempo: Del Big Bang a los agujeros negros*. ed. Crítica.
- Nomori, H., Okada, M. (2011). *Illustrated Anatomical Segmentectomy for Lung Cancer*. Springer.
- Reed, W. A., & Allbritten, F. F. (1962). The Lungs: Suppurative and Fungal Diseases. En J. H. Gibbon (edt.), *Surgery of the Chest* (pp. 361-447). W B Saunders.
- Schwartz. "Capítulo 19: Pared torácica, pulmones, mediastino y pleura. En *Principios de Cirugía* (11 edición, pp. 514-572). McGraw Hill Interamericana.
- Theruvath, T. P., & Ikonomidis, J. S. (2013). Historical perspectives of The American Association for Thoracic Surgery: John H. Gibbon, Jr (1903-1973). *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 147(3). 833-836. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.11.007>

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA TUBERCULOSIS PULMONAR

JOSÉ MORALES GÓMEZ

Los doctores cirujanos Maxwell Chamberlain y Thomas M. McNeil con su participación en el libro *Surgery of the Chest* del doctor John Gibbon, describieron en el capítulo 20, los procedimientos quirúrgicos que durante la primera década del siglo XX se implementaron para el tratamiento quirúrgico de la tuberculosis pulmonar, bajo el concepto de que era la cirugía la propuesta adecuada para su control. Trataremos de describir los diversos procedimientos que en esa época fueron realizados y dividirlos de acuerdo a su descripción, bajo el concepto del actual conocimiento.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Existen datos históricos referentes al descubrimiento de la tuberculosis, entre mitos y realidades particularmente en Europa, donde la enfermedad se propagó de tal manera que adquirió niveles de una gran epidemia durante al menos 200 años, nominándose como la “gran plaga blanca” siendo una de las principales causas de muerte (Azizi, 2011). En México a finales del siglo XIX, Miguel Francisco Jiménez describió el diagnóstico clínico y por punción transtorácica de la tuberculosis pleural (1874) (Alcántara, 1950).

Hurgar en el pasado los antecedentes de las acciones quirúrgicas de lo que actualmente somos los cirujanos de tórax, es enfrentar muros silenciosos, mitos y oscurantismo. Por eso es importante que quienes hemos dedicado nuestra vida a la cirugía torácica y, quienes la han adoptado como parte de su vida profesional, conozcamos a los que nos precedieron y que, aun sin conocerlos sigamos sus pasos.

En México, la cirugía torácica en tuberculosis ha tenido diferentes etapas de evolución y, ha sido la tuberculosis pulmonar y sus complicaciones la que dio origen a esta actividad de la que sin duda estamos enamorados; no conocer a quienes nos precedieron sería un acto de agravio imperdonable, es por eso que ocuparé unas líneas para reconocer nombres de tisiólogos y cirujanos que tuvieron el valor de realizar procedimientos novedosos, aun con los escasos recursos disponibles en esos tiempos. Así, en *Cirugía y Cirujanos* publicada en 1950, el doctor Alcántara describe cómo, en 1878, Pedro Noriega Leal presenta su tesis “Descripción y práctica de la toracocentesis en el empiema tuberculoso” (Alcántara, 1950). Y en 1881, José María Dávila describe el “tratamiento de los derrames del pecho”; ese mismo año, Juan Manuel García Reynoso comunica acciones en la traumatología torácica y relata casos de absceso hepático amebiano abierto a la pleura y el pericardio, señalando los beneficios de la toracocentesis y la pleurotomía. Antes, en 1866, en esta misma publicación se describe el primer caso de traqueo-laringotomía criotiroidea, en un niño de 16 meses por Domingo Arámburu; además de la tesis “Traqueotomía” publicada por J.M. García. En 1888, se publica el “Tratamiento del Píotorax con canalización intermitente” experiencia reportada con buenos resultados por Joaquín Rivero Heras.

Para 1899, en vísperas del siglo XX, Antonio Jordán A. reporta “Punción transtorácica diagnóstica, práctica de la pleurotomía abierta más costectomía y pleurización de la cavidad pleural infectada” (Jordán, 1899).

Las noticias y comunicaciones de Europa y Norteamérica marcaban el rumbo de la cirugía para tuberculosis. Por ellas tenemos noticia que, probablemente, Howard Liliental fundó el primer servicio de cirugía torácica en Estados Unidos en el Hospital Monte Sinai de Nueva York, como cirujano general sus contribuciones más relevantes las realizó en cirugía torácica (Scannell, 1986).

Existen algunas publicaciones referidas por el doctor Alcántara, especialmente sobre tesis recepcionales como: “El tratamiento de la pleuresía tuberculosa purulenta”; “Neumotórax extrapleural e intrapleural” y “El tratamiento quirúrgico de la tuberculosis por frenisectomía”.

Así, inclusive, con el problema de la falta de recursos médicos y ante el creciente número de pacientes con tuberculosis se gesta el nacimiento de la cirugía torácica, la recomendación a estos pacientes era: vivir en lugares en donde estuviera garantizado el aire fresco guardando preferentemente reposo (Villasana, 2018).

Enriquecido nuestro país con la visita de tisiólogos a diversos hospitales del mundo, así como la visita de destacados personajes de la cirugía que asistieron en 1932, al Tercer Congreso de la Asociación Médica Panamericana, como Leo Eloesser, referente incuestionable de la cirugía torácica para el tratamiento quirúrgico de la tisis, la cual describía:

Esta clase de ruinas humanas, se hallan en cada sanatorio, en cada colonia de tuberculosos. Su tisis ya no les mata, pues sus fuegos se han apagado; tanta resistencia han desplegado contra sus bacilos que los llevan tan inocentemente como si fueran tenías: sin calentura, sin sudores, sin taquicardia. Más si la tisis ya no les mata, tampoco sus efectos los quieren dejar vivir; estropeados viven escupiendo, tosiendo, ahogados, hasta que tras años, una benéfica hemorragia o un corazón demasiado cansado les libre de la muerte. (Morales Gómez, 2004)

La década de 1930 fue notable por las acciones quirúrgicas novedosas con aportaciones de los doctores Clemente Robles Castillo, Rafael Vargas Otero, Manuel Godoy y Fernando Valdez Villarreal quienes realizaron un reporte de sutura de corazón traumático (Quijano, 1989).

Además de ellos, es importante resaltar a Darío Fernández Fierro que realiza procedimientos como tiroidectomía, traqueostomía, toracoplastia por vía axilar, resección pulmonar y cirugía de timo (Hidalgo, 1949).

En el Sanatorio para Tuberculosos de Huipulco, en 1936, Donato Alarcón realiza el primer neumotórax extrapleurar para tratamiento de la tuberculosis en México. También se realiza por primera vez una toracoplastia para el tratamiento de la tuberculosis pulmonar, en agosto de 1939, Miguel Jiménez introduce la técnica de Monaldi en el drenaje de las grandes cavernas tuberculosas (Cárdenas de la Peña, 1986).

Mientras tanto, el interés por la aplicación y el desarrollo de la cirugía de tórax se posesionaba en diferentes sanatorios y hospitales. En 1940 Mario Vergara Soto realiza, en el Hospital General, con éxito, una lobectomía derecha por bronquiectasias secundarias a tuberculosis y Antonio Colima B. expone la técnica, indicaciones y contra indicaciones a la anestesia con intubación, un año después el mismo doctor Vergara Soto realiza por primera vez en México una neumonectomía.

Como se ha descrito, en México como en el resto del mundo, los inicios de la cirugía torácica fueron actividades aisladas sujetas a las necesidades del control y tratamiento de la tuberculosis pulmonar y sus estragos en una población de pocos recursos económicos y culturales. Ante este escenario y, considerando que la tuberculosis pulmonar era curable por medio de las medidas clásicas conocidas como el reposo, alimentación y clima, además de medidas terapéuticas farmacológicas, se planearon y construyeron sanatorios que tuvieran como objetivo la atención a estos pacientes con procedimientos quirúrgicos eficaces, uno de ellos fue el Sanatorio para Tuberculosos de Huipulco, ahora orgulloosamente Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. También se construyeron sanatorios en: Zapopan en el estado de Jalisco, Xalapa en Veracruz y en Sonora. Más adelante, en 1947, el Hospital Gea González que con el mismo fin de terapia quirúrgica llegó a operar hasta 75% de sus pacientes, con los procedimientos conocidos en ese tiempo y, para 1952 es nominado, por decreto presidencial Instituto Nacional de Neumología. Pero, fue en el Sanatorio de Huipulco, inaugurado en 1936, donde, como ya se anotó, se practicó el primer neumotórax extrapleural por Donato Alarcón, marcando el origen de los cirujanos de tórax quienes con la nominación de “tisiólogos” realizaron procedimientos de gran efectividad para el tratamiento de la tuberculosis y sus complicaciones teniendo repercusión positiva en el desarrollo de las técnicas quirúrgicas, el desarrollo de instrumentos quirúrgicos y la investigación. El interés creciente en esta actividad motivó en 1939 que, la Sociedad de Tisiología se convirtiera en la Sociedad Mexicana de Neumología y Cirugía de Tórax. En 1940, se concreta el Comité Nacional de Lucha contra la Tuberculosis.

La preparación de los cirujanos de ese entonces fue enriquecida por la visión de los doctores Ismael Cosío Villegas y Donato Alarcón, del Sanatorio de Huipulco, quienes invitan a los doctores Leo Eloesser cirujano de tórax y William B. Neff, anestesiólogo de la Universidad de Stanford California, a realizar por primera vez una lobectomía con anestesia general e intubación, lo que sin duda significó un gran estímulo para los cirujanos de entonces. Muchos cirujanos y anestesiólogos mexicanos fueron invitados en esta época a Stanford, entre ellos el doctor Fernando Quijano Pitman.

La cirugía de la pared torácica que se practicaba en nuestro país se consolidó unificando los criterios de indicación y técnicas para cada procedimiento y caso en particular. Estos son los hombres de nuestro punto de partida hacia la Sociedad de Cirujanos Torácicos Generales de México, Ismael Cosío Villegas, Donato G. Alarcón, Julián González Méndez, Clemente Robles, Alejandro Celis, José Ramírez Gama.

La década de los años 40 es, sin duda, la más productiva, gracias a la participación de los personajes mencionados. El Hospital Manuel Gea González se convirtió en el Instituto Nacional de Neumología en donde se realizaron grandes contribuciones a la cirugía torácica con el liderazgo de José Ramírez Gama, quien aporta técnicas quirúrgicas para resección pulmonar por tuberculosis, pues aunque existía la pinza engrapadora UKL, de origen ruso, que debía cargarse grapa por grapa, su disponibilidad no era constante, Ramírez Gama ideó un punto para asegurar el bronquio con muy buenos resultados y pocas complicaciones.

Otros tisiólogos y cirujanos tuvieron destacada participación y aportaciones para la incipiente cirugía torácica como el caso de Gastón Madrid, en Hermosillo en Sonora, Alfonso Topete en Guadalajara, Jalisco y en Jalapa, Veracruz, Alejandro Sánchez.

La historia de la cirugía torácica tendría un giro notable con el descubrimiento de la estreptomomicina por Albert Schatz y S. Abraham Waksman, en octubre de 1943, por lo que más adelante recibieron el premio Nobel de Medicina. A este medicamento antituberculoso siguieron otros con menores efectos tóxicos y más eficacia. La transformación de la tisiología hacia la neumología avanzó a grandes pasos, las contribuciones de la fisiología pulmonar aportaron nuevos conocimientos y seguridad

para los pacientes, pues al contar con información de la función pulmonar permitió al cirujano tener mejores resultados en los procedimientos quirúrgicos realizados.

La cirugía como tratamiento contra la tuberculosis pulmonar, tuvo en la mitad del siglo XX la mayor actividad en los hospitales de la capital del país, pero también, como se ha mencionado, en algunos otros estados.

El Hospital General de México, con los doctores Alejandro Celis, Carlos Pacheco, Raúl Cicero, entre otros, en el Centro Médico Nacional del IMSS del Hospital de Enfermedades del Tórax, de manera tal vez más importante en cuanto al número de pacientes operados el Hospital Manuel Gea González, pero es en el Sanatorio para Tuberculosos de Huipulco en donde a través de sus archivos de cirugía podemos demostrar gráficamente, por número y tipo de procedimientos, la evolución que ha tenido esta cirugía (figura 1).

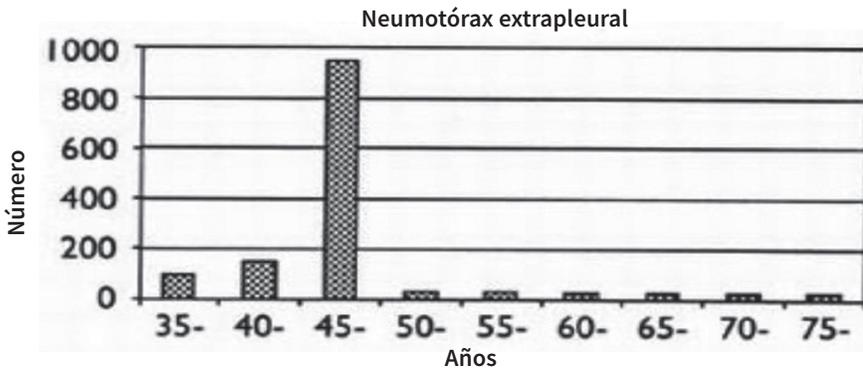


Figura 1. Neumotórax extrapleural con mayor reporte entre los años 40 y 50. Fuente: Morales Gómez, 2004.

De la sección de las adherencias realizadas en el Sanatorio para Tuberculosos de Huipulco, hasta 1985, tuvo un reporte de 2,714 procedimientos, es necesario anotar que este procedimiento es el predecesor directo de la cirugía de mínima invasión, toracoscópica o videoasistida, introducida por el profesor de medicina Jacobaeus, de Estocolmo, Suecia, en 1910, con gran difusión posteriormente en el resto de Europa (Prieto, 2003).

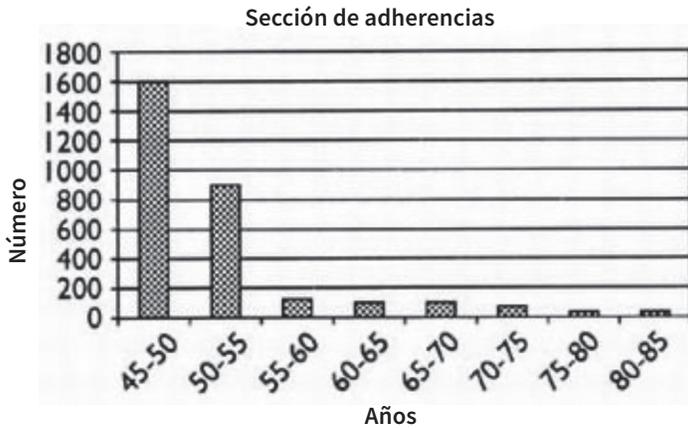


Figura 2. Sección de adherencias. Fuente: Morales Gómez, 2004.

La toracoplastia con sus diferentes técnicas es probablemente el procedimiento más realizado, registrándose en los archivos de cirugía del INER hasta 1985, 5,885 (figura 3); sin embargo, debido al “repunte” de la tuberculosis existen notas de reportes recientes de este procedimiento.

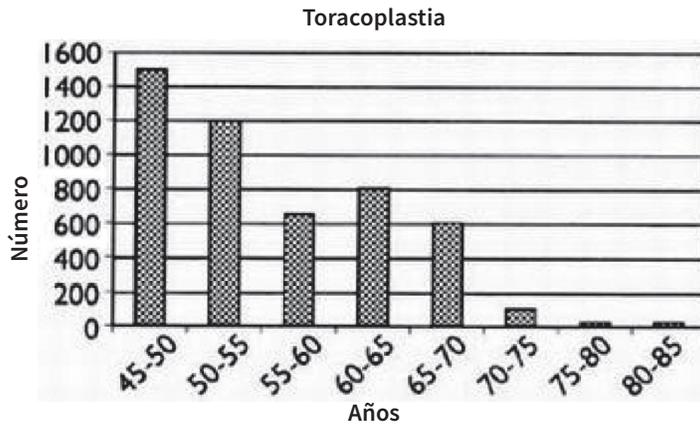


Figura 3. Toracoplastia. Fuente: Morales Gómez, 2004.



Figura 4. Doctores Donato G. Alarcón, Leo Eloesser e Ismael Cosío Villegas. Fuente: Munguía-Canales *et al.*, 2011.

EPIDEMIOLOGÍA Y PATOLOGÍA

La tuberculosis pulmonar mantiene su presencia milenaria en la historia de la humanidad. A pesar del tiempo, el avance científico y tecnológico que se ha incorporado a la evolución de la medicina, esta enfermedad sigue representando un gran problema de salud pública en México y en el mundo. La infección pulmonar sigue siendo la de mayor frecuencia pues como sabemos la tuberculosis puede afectar a otros órganos y sistemas. De acuerdo a comunicaciones de la OMS, la enfermedad tuberculosa va al alza, especialmente en países de poco desarrollo donde la coexistencia de “patologías de la pobreza” prevalecen a pesar de los avances tecnológicos y médicos y, sigue considerándose como uno de los principales problemas

de salud pública. En México la incidencia actual de este padecimiento es ascendente. Cada año se detectan alrededor de 15,000 casos nuevos y más de 2,000 defunciones, afecta principalmente a hombres, representando 60% de los casos por género. En el reporte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), publicado el 14 de octubre de 2021, informa que 1.5 millones de personas murieron por tuberculosis o por sus complicaciones directas, lo que la presenta como la infección más letal actualmente solo detrás de mortalidad que la pandemia de COVID-19. Destacan que 214,000 de ellas estaban infectadas con el virus del VIH.

La epidemia universal de la transmisión de la tuberculosis tuvo un histórico declive al final de la primera mitad del siglo XX, gracias al descubrimiento de medicamentos útiles para su control y curación, sin embargo, ante la aparición del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), en la década de los 80, se ha observado un repunte importante en el número de casos por lo que desde entonces se le ha catalogado como un grave problema de salud pública.

La identificación del agente causal tuvo trascendencia para su tratamiento, en 1882, Robert Koch descubre y reporta al agente patógeno que causa la tuberculosis y lo nombró como *bacterium tuberculosis* sustituido posteriormente por Lehmann y Neumann en 1896 como *mycobacterium tuberculosis* (hongo-bacteria) por su apariencia en los cultivos que recuerda a los hongos. Este organismo patógeno requiere de técnicas especiales de medios de cultivo y tinciones, también especiales, para su identificación debido a su lento crecimiento. Actualmente del 10 al 30% de las micobacterias corresponden a micobacterias atípicas. La American Thoracic Society recomienda que el diagnóstico de *mycobacterium tuberculosis* se efectúe bajo estrictas medidas de seguridad y oportunidad, debido a que desde el resurgimiento en 1993 de la tuberculosis en Estados Unidos se han descubierto nuevas cepas que incluyen más de 120 especies diferentes que mantienen la característica de ser ácido alcohol resistentes, característica morfológica que le provee morfológicamente una “capa” de lípidos en su pared celular que las hace altamente resistentes al medio ambiente incluyendo la luz solar, el desecamiento y la congelación (Dorrnsoro & Torroba, 2007).

Además de su distribución universal como enfermedad reemergente la tuberculosis ha sido considerada como una de las “enfermedades de la pobreza”, coexistiendo con otros problemas asociados como la pandemia de COVID- 19, lo que incrementa la dificultad para su control y tratamiento.

Por otro lado y, desafortunadamente, el mal apego al tratamiento de algunos pacientes, el abandono a este y, la administración de tratamientos incompletos o inadecuados han dado como resultados un problema de resistencia, provocándose lo que conocemos como droga resistencia, multidrogoresistencia e, incluso, de acuerdo con la OMS, representa 20% de resistencia a alguno de los fármacos antituberculosos y, extremadamente resistente, representando 5.3% de multidrogoresistencia incluyendo a la isoniazida o hidracida del ácido isonicotínico y la rifampicina.

Comentario por separado amerita la enfermedad tuberculosa, este grupo extremadamente resistente (XDR TB) por fortuna es poco común, es la resistencia extrema documentada también hacia las fluroquinolonas y al menos a uno de los medicamentos de segunda línea, más frecuentemente la amikacina por lo que las posibilidades de tratamiento eficiente y curable son menos probables. Esta extrema resistencia afecta a personas con un sistema inmunitario debilitado lo que es motivo de preocupación particular para personas con infección por VIH y otras afecciones que debiliten el sistema inmunitario. En resumen, este grupo de pacientes pueden adquirir la infección con un riesgo mayor de muerte a causa de la tuberculosis y sus complicaciones. La cirugía en estos pacientes puede no estar solo indicada en sus complicaciones como las cavidades, bronquiectasias, fibrostenosis de bronquios o tráquea y también la colonización por *aspergillus* en las cavidades que frecuentemente producen hemoptisis y la fístula broncopleural (Mitchell, 2012).

Con frecuencia, los bacilos de *mycobacterium* desarrollan mutaciones espontáneas en genes específicos. Estos mutantes son seleccionados tras la exposición a un tratamiento farmacológico mal aplicado y, pasan a constituir la población microbiana predominante que son causa de fracaso clínico. Por sus implicaciones terapéuticas y pronósticas, resultan especialmente relevantes las cepas TB multidrogoresistente y las denominadas TB extensamente resistentes, es decir, con resistencia a isoniazida, rifampicina,

alguna fluoroquinolona y un antibiótico inyectable de segunda línea (Cuevas-Córdoba & Zenteno-Cuevas, 2010). Siempre será importante diseñar un esquema de tratamiento médico con fármacos de segunda línea en estos pacientes, pero es en este grupo en quienes la cirugía puede tener lugar y estar indicada, como realizar una resección parcial o anatómica, siempre que las lesiones se encuentren bien localizadas y el paciente tenga pruebas de función respiratoria que lo permitan.

Sustentar actualmente cualquier procedimiento quirúrgico en tuberculosis pulmonar se limita a las complicaciones o secuelas anatómicas que esta infección produce y, en muy pocos casos, la indicación se puede ofrecer en complicaciones como la hemoptisis o la colonización por *aspergillus* representada por aspergiloma y bronquiectasias. En términos generales, las indicaciones actuales para el tratamiento quirúrgico de la tuberculosis se pueden agrupar en un pequeño grupo de pacientes que siempre serán discutibles.

Al margen de lo que puede sustentarse como indicación quirúrgica actual para el control o curación de la tuberculosis pulmonar, es necesario recordar que, esta infección es altamente inflamatoria y produce en su entorno alteraciones que por sí mismas pueden ser tributarias de corrección por medio de un procedimiento quirúrgico. Recordemos algunas alteraciones producidas por la enfermedad que en el pasado reciente eran indicaciones inequívocas de tratamiento quirúrgico.

Secuelas crónicas por tuberculosis pulmonar:

- Estenosis traqueobronquial, era una de las complicaciones frecuentes, caracterizada por tener mayor presencia en pacientes del sexo femenino que se explica por el menor calibre de su estructura, alteración anatómica que facilita la contención de las secreciones con la consecuente infección agregada. El bronquio más frecuentemente afectado es el principal izquierdo que se favorece por la compresión que ejerce el arco aórtico en este lugar, la videobroncoscopía facilita el diagnóstico y, muy frecuentemente, el tratamiento a realizar es el procedimiento de dilatación e

- incluso la instalación de stents, algunas veces la falla con este procedimiento puede dar lugar a la resección quirúrgica (Kim, 2001).
- Las cavidades que se forman por destrucción del parénquima pulmonar llamadas también cavernas, son producidas por la necrosis de cuerpos granulomatosos con la consecuente destrucción del parénquima pulmonar donde se crea un ambiente favorable para la colonización de hongos particularmente *aspergillus*, además de contener bacilos inactivos. Esta condición favorece la erosión de las paredes vasculares, formando lo que se conoció como aneurismas de Rasmussen que representan una lesión vascular de las ramas segmentarias o subsegmentarias de la arteria pulmonar, se localizan frecuentemente adyacentes a las cavidades pulmonares, aunque sabemos también que el origen del sangrado son las arterias bronquiales, lo que provoca el sangrado que se manifiesta por hemoptoicos o hemoptisis franca con frecuencia mortal en nuestro medio.
 - La colonización por *aspergillus* más frecuente es la variedad *fumigatus* que se aglutinan dentro de las cavidades parenquimatosas y son descritos como aspergilomas o “bolas de hongos”, esta es una de las indicaciones de resección lobar, o incluso neumonectomía y hay falla en el tratamiento con la embolización de las arterias bronquiales o sus afluentes. Desde el descubrimiento de la estreptomycin y, posteriormente la incorporación en 1952, de la isoniazida de ácido isonicotínico y, un poco más adelante la pirazinamida, el tratamiento quirúrgico contra la tuberculosis fue limitándose a casos muy específicos, ya sea por las complicaciones que esta produce o por la resistencia que el bacilo ha desarrollado por tratamientos mal establecidos o mal apego al tratamiento. Desde entonces el tratamiento médico para la tuberculosis es curable en alrededor de 85% de las personas que la padecen con un régimen de tratamiento muy bien establecido.

Actualmente en diversas regiones del mundo, conocidas como países en desarrollo, el problema se ha agravado de acuerdo con la OMS, sin

embargo, esto no refleja que países con otra condición económica y social, como la antigua Unión Soviética y otros de Asia, que han desatendido los servicios de Salud, también la padezcan (OMS, 2001).

A este problema de desatención, por factores económicos, para mantener programas de control y tratamiento médico contra la tuberculosis pulmonar hay que agregar el provocado por la pandemia de COVID-19 con un impacto aún no aclarado. La OMS, en su reporte global 2020 describe el impacto en la mortalidad durante los primeros seis meses por las limitaciones en los servicios de salud (OMS, 2021).

Es claro que actualmente el tratamiento contra la tuberculosis es médico, con un optimista resultado de curación y control de un poco más del 85%, como se mencionó.

La tuberculosis ha estado presente en todos los ámbitos del desarrollo de la humanidad, desde el aspecto estrictamente científico y médico, pero incorporada también al arte y a la literatura debido al contagio y muerte de personajes que por su obra trascendieron en la historia (Báguena, 2011).

ETAPAS HISTÓRICAS DE LA CIRUGÍA PARA LA TUBERCULOSIS PULMONAR

Ante la ausencia de medicamentos útiles para el control de esta enfermedad en todo el mundo, pero identificada particularmente en Europa y posteriormente en América, fueron los procedimientos quirúrgicos, todos agresivos, resectivos, amputantes del tórax y del mismo pulmón, los que fueron concebidos para su control, difundidos después universalmente con variables a la técnica. Estos procedimientos en general los conocemos como colapsoterapia e incluyeron:

- El neumotórax inducido, la toracoplastia, el plumbaje que consiste en ocupar una sección del espacio pleural, especialmente el vértice con materiales inertes como cera, materiales oleosos o inertes entre ellos esferas de metacrilato, la frenopraxia, o

frenolisis lo que inducía parálisis diafragmática y con esto se lograba la disminución del espacio pleural y finalmente el neumoperitoneo con lo que se lograba la elevación de los diafragmas consiguiendo la disminución del espacio pleural y compresión de las cavidades pulmonares. Casi de manera simultánea y ante la necesidad de buscar opciones de mejores tratamientos se desarrolló la cirugía de resección como la cavernostomía cerrada, la carvernostomía más toracoplastia, fue también realizada con resección de la primera, segunda y tercera costilla. Todos estos procedimientos fueron realizados solo con la aplicación de anestésicos locales o en la mayoría de las veces sin ella.

Simultáneamente y, un poco más adelante en el tiempo, ante la falla de los diferentes métodos de la colapsoterapia sustentada en el reposo pulmonar, se inició la resección pulmonar ante la sospecha de sobreinfección.

INDICACIONES ACTUALES RESECCIÓN PULMONAR

De acuerdo con un consenso realizado en 2014 por la OMS, el papel de la cirugía como adyuvante en el tratamiento de la tuberculosis pulmonar primaria, multidrogorresistente y extensivamente drogo-resistente describe tres tipos de indicaciones:

INDICACIÓN QUIRÚRGICA

DE URGENCIA: Hemorragia que pone en riesgo la vida del paciente y neumotórax espontáneo a tensión; progresión de la enfermedad con hemoptisis recurrente que no puede controlarse por recursos médicos o hemodinámicos; como la embolización arterial.

ELECTIVA: Lesiones cavitadas únicas persistentes, positivas durante el tratamiento supervisado en cuatro o seis meses y quimioterapia antituberculosa fallida en tuberculosis multidrogoresistente o extradrogoresistente,

añadiría como reporta el doctor Laniado, la carencia de estos tratamientos lo que ocurre frecuentemente en nuestro país.

La falla en el tratamiento en general, puede considerarse como una de las indicaciones, así como llega a ocurrir en nuestro medio como la no disponibilidad de tratamientos como: protionamida, cicloserina, ácido par-amino salisílico (PAS), tiacetona, clofazimina proyionamida, cicloserina, tioacetona y clofazimina (OMS, 2019).

Añade también indicaciones quirúrgicas en complicaciones y secuelas por el proceso tuberculoso (OMS, 2014).

La resección anatómica para el control de la tuberculosis activa está sustentada y aceptada cuando el daño pulmonar se encuentra bien localizado a un lóbulo que puede representar una emergencia médica por la presencia de hemoptisis, masiva o exsanguinante y pone en riesgo la vida del paciente y, existe falla en el tratamiento de embolización de las arterias bronquiales (Haponik, 2000).

Otra de las indicaciones sin dejar de ser controvertible, es la resección lobar o mayor, incluyendo la neumonectomía en enfermedad cavitaria de pacientes con esputo persistentemente positivo, después de cuatro a seis meses o de tratamiento supervisado y concluido.

Todos estos casos que eventualmente tienen indicación de resección deberán ser sometidos a un grupo multidisciplinario que integre diferentes especialistas y siempre que la función respiratoria lo permita. El objetivo de resección en estos pacientes persigue la eliminación de la fuente bacilífera (Subotic, 2016).

En este siglo XXI la cirugía para el control y tratamiento de la tuberculosis pulmonar está justificada o puede estar indicada solo en situaciones muy específicas, nos queda claro que el tratamiento médico, con el esquema de tratamiento establecido es eficiente siempre que sea supervisado. Así pues, las indicaciones de tratamiento quirúrgico de resección o de corrección en la tuberculosis pulmonar se sustentan en primer lugar en las secuelas o complicaciones que estas pueden dejar después de concluir el tratamiento y se demuestre ausencia de bacilos en la expectoración.

Las complicaciones que mayor frecuencia inducen a indicar la cirugía son: empiema, fistula broncopleural y sangrado de la vía aérea y la poco frecuente malignización de las lesiones cicatrizales que la tuberculosis deja en algunos pacientes. Otra de las secuelas frecuentemente manifestadas por estos pacientes son las bronquiectasias que se ha documentado ocurren hasta en 11% de los casos (Gurzoy, 2010). También se ha documentado que, estas secuelas son más frecuentes en mujeres y el pulmón izquierdo el más afectado, la sospecha de esta alteración anatómica se documenta en pacientes con el antecedente de tuberculosis que presentan tos crónica con expectoración de larga evolución. El diagnóstico se realiza mediante tomografía helicoidal multicorte con un resultado de alta sensibilidad y especificidad (95%). La videobroncoscopia o fibrobroncoscopia es de gran ayuda, tanto para el diagnóstico como el aseo y para la obtención de secreciones para cultivar. La cirugía por invasión mínima o video asistida es posible realizarla en algunos de estos pacientes como alternativa de abordaje técnico, sin embargo, debido a que la tuberculosis es altamente fibrosante, en muchas ocasiones se dificultan estos abordajes.

En términos generales, independientemente de la indicación o de la toma de decisión en cualquier paciente que sea considerado como candidato a resección pulmonar por tuberculosis pulmonar o por sus complicaciones como hemoptisis, fibrotorax, colonización de cavidades con *aspergillus*, fístula broncopleural y, de la técnica quirúrgica que se seleccione ya sea por VATS o por cirugía abierta tradicional, los pacientes deberán ser valorados y preparados para el acto quirúrgico. En este sentido la valoración funcional como la espirometría o la capacidad vital, el volumen espiratorio en el primer segundo, prueba de difusión de monóxido de carbono que permite valorar la capacidad del estado del intercambio gaseoso, gases arteriales y en algunos casos ecocardiograma (Cid, 2018).

Los pacientes en quienes la cirugía torácica está indicada, deben ser considerados como de alto riesgo y posibilidad de complicación respiratoria, de manera particular, los pacientes con amplio daño pulmonar como en la tuberculosis, en quienes la resección pulmonar está indicada. Actualmente la complicación relacionada a los procedimientos

quirúrgicos realizados en pacientes con tuberculosis ha disminuido respecto al pasado, describiéndose por diferentes autores como el reportado en series recientes de la Sociedad de Cirujanos Torácicos, situándolos del 5 al 18.5% de un registro de 19,903 pacientes con mortalidad reportada de 1.8%. Al respecto las comorbilidades deben ser identificadas y controladas antes de la cirugía, con frecuencia son causa de complicaciones como la fístula bronquial, es el caso de las resecciones pulmonares. La evaluación de la función respiratoria es muy importante identificarla, pues un FEV1 menor de 1.5 litros puede ser una contraindicación.

En prácticamente cualquier procedimiento quirúrgico realizado en la cirugía torácica actual para la asistencia ventilatoria, el uso de un tubo de doble luz permite la ventilación independiente o de ambos pulmones, lo que favorece también el control de las secreciones, evitando de esta manera el “escurrimiento” de secreciones contaminantes al pulmón contralateral, el uso de antibióticos profilácticos está recomendado, igual que es de mayor importancia el control del dolor, ya sea por la administración de analgésicos adecuados o por la instalación de catéter epidural, lo que facilita el control del dolor durante todo el periodo postoperatorio.

ASPECTOS TÉCNICOS

No se han estandarizado universalmente los aspectos técnicos del o los abordajes quirúrgicos, sin embargo, de acuerdo como lo refiere una comunicación realizada por Yablonskii (Grigorii, 2019), que propone la disección anatómica cuidadosa de la disección de todos los elementos del hilio pulmonar tanto para la resección en cuña o no anatómica como la resección anatómica igual que para la lobectomía, lobectomía y la neumonectomía, disecando y separando cuidadosamente todas las estructuras hiliares, recordando que el proceso de infección tuberculosa hace extensivo el proceso inflamatorio a las estructuras vecinas, igual que produce adherencias con mucha frecuencia fuertes y firmes interpleruales, lo que dificulta el abordaje. Con frecuencia existen ganglios calcificados

que suman dificultad para la disección y que pueden provocar accidentes vasculares al estar íntimamente adheridos a las diferentes estructuras vasculares, lo que puede resultar catastrófico pues de haberse planeado una resección limitada, ya sea segmentaria o lobar, puede convertirse en una más amplia, incluyendo la neumonectomía.

Yablonski, también refiere como alternativa quirúrgica a la neumonectomía la polisegmentectomía, lo cual ha estado en el terreno de las discusiones por otros grupos, sin embargo, es considerada como opción al no disponer de otros recursos médicos. En fin, que las técnicas de resección de lesiones tuberculosas son diversas y se sustentan en el daño anatómico existente, con no poca frecuencia estos autores también recurren y recomiendan técnicas combinadas de resección con el uso de neumoperitoneo, frenopraxia, e incluso la toracoplastia como más adelante referiré. El uso de estas técnicas se aplica en aquellos pacientes en que la expansión pulmonar es insuficiente y se producen fugas aéreas de consideración.

Es importante resaltar que actualmente los procedimientos quirúrgicos de invasión mínima tienen cada vez una mayor difusión y aplicación, sin embargo, debido al proceso fibrótico producido por la enfermedad con frecuencia se realizan conversiones, lo mismo ocurre con la cirugía robótica, sin embargo, en pacientes en quienes se ha podido realizar el tiempo operatorio se reporta con menor duración.

En nuestra realidad se ha demostrado que la cirugía video-asistida, por invasión mínima o cualquiera de las variables que se han reportado como la llamada “híbrida” o “mano asistida” es posible realizarla, sin embargo, la conversión es frecuente o se logra la resección solo con resecciones no anatómicas y periféricas lo que pone en duda la indicación estandarizada con este procedimiento.

Los éxitos obtenidos con la técnica robótica –reportan los autores–, consiste en la distribución de los puertos de acceso que permitan, primero, la liberación del diafragma lo que, según explican, favorece la liberación de las adherencias logrando una mejor exposición para la resección. En el caso de la cirugía robótica para el tratamiento quirúrgico de la tuberculosis, los autores han expuesto una diversidad de abordajes, considerando siempre las dificultades que representan las adherencias y

fibrosis que la enfermedad produce y que al manipularse producen sangrado, lo que limita la progresión de la cirugía por este recurso, teniendo que convertirse a toracotomía, aunque se han desarrollado técnicas mediante la instalación de esponjas hemostáticas que reducen o limitan el sangrado permitiendo la progresión y conclusión de la cirugía con este recurso.

DERRAME PLEURAL Y EMPPIEMA TUBERCULOSO

La tuberculosis pulmonar es solo una más de las formas clínicas que el bacilo tuberculoso ataca, existen, sin embargo, otras formas clínicas de tuberculosis como la Tb meníngea, peritoneal, laríngea, cutánea, ganglionar que son las formas clínicas extra pulmonares más frecuentes y también sub-diagnosticadas, como la tuberculosis pulmonar su frecuencia ha aumentado en co-existencia con el virus de VIH.

El derrame pleural tuberculoso o pleuritis tuberculosa es la forma extra pulmonar más frecuente y puede llegar a afectar hasta 30% de los pacientes con tuberculosis (Trajman, 2004). El bacilo invade el espacio pleural luego de la ruptura de lesiones caseosas subpleurales, produciendo un proceso inflamatorio independiente de la invasión por el bacilo que produce el derrame pleural. El diagnóstico no siempre es fácil a pesar de los recursos actuales y los resultados de los cultivos positivos llegan a representar menos del 25% (Roth, 1999).

El esputo positivo en estos pacientes con derrame pleural es sugestivo del diagnóstico, además de que las características bioquímicas de ser un exudado de acuerdo con los criterios conocidos de Ligtt. El derrame pleural tuberculoso puede presentarse sin lesiones pulmonares evidentes, lo que dificulta o confunde el diagnóstico, en estos casos el tratamiento se sustenta en el esquema de tratamiento supervisado que con frecuencia lo limitan y curan, sin embargo, puede ocurrir una respuesta inflamatoria intensa que produce inflamación y engrosamiento de la pleura que puede producir limitación en la expansión y función

pulmonar, lo que requerirá eventualmente de una intervención quirúrgica para decorticar y liberar al pulmón.

El empiema tuberculoso, es también el resultado de la invasión bacteriana por el bacilo al espacio pleural y que puede evolucionar localmente a una forma de infección activa del espacio pleural con acumulación de líquido purulento que contiene una gran carga de bacilos que, se traduce finalmente como empiema tuberculoso. El diagnóstico es en apariencia fácil de realizar, tanto desde el punto de vista clínico como imagenológico. La sintomatología que el paciente presenta se caracteriza, además de posible fiebre, por dolor torácico del lado afectado, pérdida de peso, disnea al esfuerzo, también con alguna frecuencia puede producirse comunicación del espacio pleural al parénquima pulmonar lo que se traduce en fístula broncopleural que se manifiesta por abundante expectoración de secreciones purulentas, puede asociarse a lesiones parenquimatosas evidentes como destrucción parenquimatosa que se diagnostican como “cavernas” (figura 5).

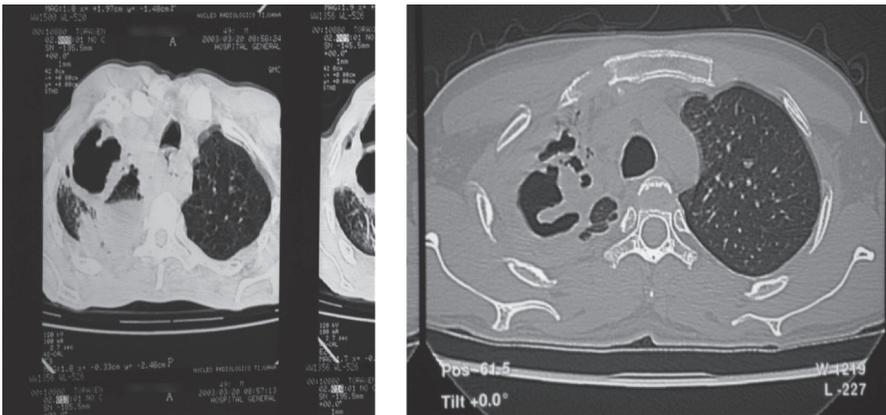


Figura 5. Fuente: Archivo de Radiología del INER.

El diagnóstico puede resultar sencillo de realizar luego de identificar la sintomatología descrita y de tener una imagen radiológica que permita observar la ocupación del espacio pleural. Con estos datos, el procedimiento de diagnóstico adecuado es la toracentesis para obtener una muestra del

líquido que tendrá el característico aspecto purulento. Inexplicablemente, en algunos pacientes el engrosamiento pleural es exagerado y también calcificado, lo que dificulta este procedimiento y resulta inexplicable cómo se expone, lo que sugiere que no es un problema de reciente creación, los pacientes toleran la sintomatología en muchas ocasiones por meses. Presentándose con frecuencia lo que conocemos como *empiema necessitatis* que es la infección a la pared torácica, lo que permite el drenaje espontáneo del material purulento de la cavidad pleural (figura 6).



Figura 6: Imágenes de pleurotomía abierta. Archivo personal.

Tan pronto el diagnóstico se establece, se deberá continuar con el tratamiento médico mencionado y la instalación de un tubo de drenaje pleural que paliará la sintomatología, pero que evidentemente no resolverá el problema, por lo que la cirugía será la posible solución, sin embargo, el engrosamiento pleural como se ejemplifica y, posiblemente la presencia

de fistula broncopleurales dificultará la liberación del pulmón, por lo que aun en esta época es necesario recurrir al procedimiento propuesto por Leo Eloesser, conocido como procedimiento de Eloesser o pleurotomía abierta con modificaciones convenientes para cada situación de dificultad que presente el paciente (Morales, 2004).

El drenaje del contenido purulento de la cavidad pleural es un procedimiento que deberá realizarse y eventualmente se podrá lograr con un drenaje cerrado, es decir la pleurotomía cerrada, sin embargo, en la mayoría de los casos se deberá realizar un procedimiento quirúrgico; el lavado y la decorticación puede ser un recurso con lo que pocas veces se logra la solución y se tendrá que recurrir a la pleurotomía abierta que, aunque es un procedimiento cruento es altamente , ya que al paso de unos meses puede lograrse el cierre de ella mediante el cierre primario o con la ayuda de colgajos miocutáneos. Aunque cruento como se menciona, permite la curación directa con la consecuente limitación de producción purulenta.

RESUMEN

Según el reporte de octubre 2021 de la OMS, murieron por tuberculosis o por sus complicaciones 1.5 millones de personas, ocupando la decimotercera causa de muerte, solo un poco detrás de la pandemia de COVID-19. El mismo reporte calcula que casi 10 millones de personas en el año previo padecieron la enfermedad, 1.1 millones de estos pacientes están en edad pediátrica, lo que demuestra que el diagnóstico oportuno y adecuado cura la enfermedad.

El tratamiento adecuado y supervisado ha demostrado tener gran eficiencia, sin embargo, actualmente la farmacoresistencia está representando un grave problema, debido a la prescripción incorrecta o a la toma insuficiente en tiempo y dosis del esquema de tratamiento.

En cualquier caso, la afectación anatómica al pulmón produciendo su destrucción, la colonización de las cavidades por hongos, más frecuentemente *Aspergillus Fumigatus*, destrucción parenquimatosa generalizada,

la hemoptisis que puede representar riesgo para la vida cuando es exsanguinante justifica la indicación quirúrgica.

La tuberculosis multidrogorresistente o extra-drogo-resistente (XDR) no responden a los tratamientos de segunda línea, sin embargo, estos procedimientos tienen una disponibilidad limitada, un mayor costo y son también más tóxicos, por lo que, en estos casos la cirugía puede tener una mayor presencia, lo que representa un grave problema de salud pública especialmente en países en desarrollo como el nuestro. Los resultados positivos en todo el mundo reportan un limitado éxito con estos tratamientos.

La cirugía continúa siendo un elemento importante en el tratamiento de la tuberculosis. El acto quirúrgico implica desde el punto de vista técnico una cuidadosa disección. La experiencia desarrollada en la cirugía torácica general es muy importante y, representa una disminución en los riesgos de complicaciones trans-operatorias como lesiones vasculares al realizar la disección y procedimientos que protejan la integridad del bronquio, disminuyendo de esta manera la posibilidad de fístula bronco-pleural en cualquier momento de la evolución posoperatoria. La cirugía por invasión mínima, video asistida o robótica siempre deberá considerarse, sin embargo, ya se explicó que la conversión a toracotomía es frecuente. El tratamiento quirúrgico siempre deberá complementarse con tratamientos antimicóticos, por la posible colonización de las cavidades pulmonares o de bronquiectasias.

La cirugía como tratamiento de la tuberculosis debe considerarse en aquellos casos en los que existen lesiones limitadas que no curan con el tratamiento, en tuberculosis multidrogorresistente. El empiema pleural tuberculoso deberá considerarse, también, como otra de las indicaciones, particularmente aquellos de manifestación crónica en los que no se resolverán con la instalación de un tubo de drenaje pleural y en quienes es preferible realizar una cirugía, aunque agresiva e impactante por lo que implica la apertura torácica o ventana pleural tipo Eloesser.

En conclusión, la tuberculosis pulmonar sigue representando un grave problema de salud pública en México y, en el mundo, representando incluso la novena causa de muerte. Muchos países han logrado disminuir

su frecuencia con programas estrictos de seguimiento, con un esquema acortado y supervisado de tratamiento lo que da como resultado que 84% curen, un fracaso por falta de seguimiento de 13.5 y mortalidad de 2.5%.

La OMS ha considerado que, hasta ahora es insuficiente la capacitación de personal médico para la identificación y tratamiento de esta enfermedad. Hace 20 o 25 años se consideraba por las autoridades de salud que estaba en un optimista proceso de erradicación, sin embargo, el panorama actual es diferente pues el crecimiento en el número de casos aumenta de manera importante.

REFERENCIAS

- Alcántara, H. J. (1950). Compendio de cronología Quirúrgica Mexicana. *Cirugía y Cirujanos*, 10-13.
- Azizi, M. H., & Bahadori, M. (2011). A brief history of tuberculosis in Iran during the 19th and 20th centuries. *Archives of Iranian Medicine*, 14(3), 215-219.
- Báguena Cervellera, M. J. (2011). La tuberculosis y su historia. *Anales Reial Acadèmia de Medicina de la Comunitat Valenciana*, 12, 1-8.
- Cárdenas de la Peña, C. E. (1986). Del Sanatorio de Huipulco al Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Cincuenta años. Secretaría de Salud.
- Cid-Juárez, S., León-Gómez, P., Mejía-Alfaro, R. A., Torre-Bouscoulet, L., & Gochicoa-Rangel, L. (2018). Evaluación de la función respiratoria en pacientes que van a ser sometidos a cirugía de resección pulmonar. *Neumología y cirugía de tórax*, 77(1), 38-46. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462018000100038&lng=es&tlng=es.
- Cuevas-Córdoba, B., & Zenteno-Cuevas, R. (2010). Tuberculosis drogorresistente: mecanismos moleculares y métodos diagnósticos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 28(9), 621-628. <https://doi.org/10.1016/j.j.eimc.2009.12.005>
- Dorronsoro, I., & Torroba, L. (2007). Microbiología de la tuberculosis. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30(2).
- Morales Gómez, J. (2004). 60 años de cirugía en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 17(2). 109-116. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-75852004000200007

- Gursoy, S., Ozturk, A. A., Ucvet, A., & Erbaycu, A. E. (2010). Surgical management of bronchiectasis: the indications and outcomes. *Surgery today*, 40(1), 26–30. <https://doi.org/10.1007/s00595-009-4013-x>
- Haponik, E. F., Fein, A., & Chin, R. (2000). Managing life-threatening hemoptysis: has anything really *changed*?. *Chest*, 118(5), 1431–1435. <https://doi.org/10.1378/chest.118.5.1431>
- Hidalgo, B. M. A., García, N. J., & Vergara, S. M. (1949). *Testamento quirúrgico del Dr. Darío Fernández Fierro*.
- Jordán, A. A. (1889). *Breves apuntes sobre los procedimientos quirúrgicos de autores mexicanos para el tratamiento de los abscesos hepáticos abiertos a la cavidad pleural*. Cirugía y Obstetricia UNAM, Imprenta y estereotipia.
- Kim, H. Y., Song, K. S., Goo, J. M., Lee, J. S., Lee, K. S., & Lim, T. H. (2001). Thoracic sequelae and complications of tuberculosis. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 21(4), 839–860. <https://doi.org/10.1148/radiographics.21.4.g01j106839>
- Morales Gómez, J. (2004). 60 años de cirugía en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 17(2), 109–116. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-75852004000200007&lng=es&tlng=es
- Morales Gómez, J. (2004). 60 años de cirugía en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México*, 17(2), 109–116.
- Munguía-Canales, D. A., Ibarra Pérez, C., y Rodríguez Pérez, M. E. (2011). Pioneros de la cirugía torácica mexicana. *Gaceta Médica de México*, 147, 342–349.
- Prieto, S. (2003). La tuberculosis en la obra de Cela. *Ars Medica. Revista de humanidades*, 1, 30–47.
- Quijano, P. F. (1989). Editorial. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias de México*, 5(2), 65.
- Roth, J. (1999). Searching for tuberculosis in the pleural space. *Chest*, 116, 3–5.
- Subotic, D., Yablonskiy, P., Sulis, G., Cordos, I., Petrov, D., Centis, R., D'Ambrosio, L., Sotgiu, G., & Migliori, G. B. (2016). Surgery and pleuro-pulmonary tuberculosis: a scientific literature review. *Journal of thoracic disease*, 8(7), E474–E485. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.05.59>
- Trajman, A., Kaisermann, M. C., Kritski, A. L., Sperhake, R. D., & Rossetti, M. L. (2004). Diagnosing pleural tuberculosis. *Chest*, 125(6), 2366–2367. <https://doi.org/10.1378/chest.125.6.2366>
- Villasana C., & Gómez, R. (2018). Cuando los médicos recetaban ir a tomar aire fresco a Tlalpan. *El Universal*, 24 de noviembre.

JOSÉ MORALES GÓMEZ

- Weyant, M. J., & Mitchell, J. D. (2012). Multidrug-resistant pulmonary tuberculosis: surgical challenges. *Thoracic surgery clinics*, 22(3), 271–276.
- World Health Organization (2001). Global Tuberculosis Control. WHO/CDS/TB/2001.287.
- World Health Organization (2019). WHO consolidated guidelines on drug-resistant tuberculosis treatment.
- World Health Organization (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on TB detection and mortality in 2020.
- World Health Organization. (2014). The role of Surgery in the treatment of pulmonary TB and multidrug- and extensively drug-resistant TB.
- Yablonskii, P. K., Kudriashov, G. G., & Avetisyan, A. O. (2019). Surgical Resection in the Treatment of Pulmonary Tuberculosis. *Thoracic surgery clinics*, 29(1), 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2018.09.003>

ENFERMEDADES DEL PERICARDIO: UNA COMPARACIÓN ENTRE LA DESCRIPCIÓN ORIGINAL POR JOHN H. GIBBON Y EL MOMENTO ACTUAL

OVIDIO ALBERTO GARCÍA VILLARREAL

Posiblemente, una forma de obtener una visualización general de cómo los avances tecnológicos pueden impactar el alcance de las actividades profesionales, es ver la evolución de la cirugía cardíaca durante los últimos años.

Consideraciones importantes surgen a partir de los efectos directos e indirectos contenidos en esta evolución. Un ejemplo de lo anterior se puede encontrar al establecer un comparativo entre los primeros años de la práctica de la cirugía cardíaca, como la descrita por Gibbon y la realidad actual. De tal manera, que utilizaremos lo descrito en este libro de texto como marco de referencia para tal comparación (Gibbon, 1962).

Abordaremos las entidades patológicas más frecuentes del pericardio. También, haremos evidente los avances tecnológicos utilizados para su diagnóstico y tratamiento oportuno y eficaz. La pericarditis constrictiva, como causa de falla cardíaca potencialmente curable y reversible mediante cirugía, merece especial atención dentro de este capítulo, por lo que trataremos el tema a profundidad.

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL PERICARDIO

El pericardio es una capa de tejido seroso que recubre al corazón, las venas pulmonares y parte de las venas cavas, aorta y arteria pulmonar. Está compuesta por dos hojas. A saber, la visceral y la parietal (Akhter, 2011). El espacio virtual que se encuentra entre ambas contiene normalmente

de 20 a 60ml de líquido seroso, proveniente de ultrafiltrado del plasma. (Hoit, 2011). La hoja visceral es la que realmente recubre al corazón, y está estrechamente adherida al epicardio. La hoja parietal es la que comúnmente se conoce como “pericardio”, y es la porción que principalmente se engruesa, fibrosa y calcifica alrededor del corazón.

La función del pericardio es múltiple. Disminuye la fricción del movimiento cardíaco, fija y mantiene al corazón *in situ*. También tiene un papel fundamental en la limitación para la propagación de enfermedades hacia el corazón. Quizá la función más importante del pericardio sea fisiológica. Las variaciones de la presión intratorácica relacionadas con el ciclo respiratorio se transmiten a la cavidad pericárdica, y de ahí, hacia las cavidades cardíacas. El pericardio mantiene una presión intrapericárdica negativa, permitiendo que cada cámara cardíaca pueda expandirse para el llenado tras la sístole. Limita la dilatación aguda de las cavidades en diástole, particularmente de la aurícula derecha y el ventrículo derecho, por sus paredes delgadas (Izumi *et al.*, 1987). El pericardio juega un papel importante en la adaptación del volumen sistólico del ventrículo derecho al volumen sistólico del ventrículo izquierdo cuando la resistencia vascular sistémica está elevada (Monge-García, 2020). Además, establece un equilibrio en la distensibilidad entre ambos ventrículos de paredes diferente en grosor. Esto se conoce como interdependencia o acoplamiento ventricular (Santamore *et al.*, 1990).

DIFERENTES ENTIDADES PATOLÓGICAS DEL PERICARDIO

PERICARDITIS

Es un proceso inflamatorio del pericardio cuya etiología resulta muy variada. De acuerdo al tiempo de evolución y duración de los síntomas, la pericarditis se clasifica en aguda, incesante, recurrente y crónica. A saber, I) aguda: no dura más allá de 3 semanas, II) recurrente: se presenta después de 4 a 6 semanas posterior al primer cuadro de pericarditis aguda; III) incesante: dura entre 4 a 6 semanas y menos de 3 meses, y los

síntomas no desaparecen; IV) crónica (habitualmente constrictiva): dura más de tres meses (Clínica Mayo, s. f.).

Mientras que en el pasado la etiología más frecuente era la infecciosa o piógena por tuberculosis (Gibbon *et al.*, 1969), actualmente la etiología ha cambiado siendo más frecuente la forma idiopática, autinmune, viral, posterior a cirugía cardíaca, y por radioterapia en los países desarrollados. En aquellos países en vías de desarrollo, *Mycobacterium tuberculosis* sigue siendo el patógeno principal (Sharma *et al.*, 2019). En zonas endémicas, las formas derivadas de la infección viral por VIH son frecuentes (Silva-Cardoso *et al.*, 1999). Más recientemente, la pericarditis aguda se ha observado como parte del síndrome infeccioso por COVID-19 (García-Rueda *et al.*, 2021).

PERICARDITIS CONSTRICTIVA

Es necesario destacar que es una entidad que puede ser aguda o crónica, más comúnmente observada en su forma crónica en asociación con sintomatología clínica. La pericarditis constrictiva es el resultado de una inflamación del pericardio, la cual evoluciona hacia la fibrosis, limitando la capacidad de distensión de las cámaras cardíacas y puede producir alteraciones y discapacidad en el llenado diastólico ventricular (Syed *et al.*, 2014).

ETIOLOGÍA DE LA PERICARDITIS CONSTRICTIVA

Estableciendo una comparación con lo observado en el siglo pasado (Syed *et al.*, 2014), la etiología actual de la pericarditis constrictiva es substancialmente diferente. Al igual que para la pericarditis aguda descrita anteriormente, la etiología de la pericarditis constrictiva varía con el lugar geográfico, así como con la época de tiempo analizada. Mientras que la etiología de la pericarditis constrictiva es descrita por Gibbon como eminentemente relacionada a la forma piógena causada por *Mycobacterium tuberculosis*, hoy en día, en los países desarrollados la causa idiopática se identifica en 18% de los casos, y posterior a cirugía cardíaca en 34% de los mismos (Ling *et al.*, 2009). Actualmente, entre el 0.2 y el

2.4% de los pacientes después de la cirugía cardíaca desarrollan pericarditis constrictiva (Im *et al.*, 2013). Después de cirugía cardíaca, el intervalo hasta la presentación de pericarditis constrictiva es en promedio de dos años, pero puede variar desde un mes hasta más de 15 años (Killian *et al.*, 1989). Mediante ecocardiografía, se ha observado que hasta 17% de los casos desarrollan algún grado de constricción pericárdica después de cirugía de revascularización coronaria. Al igual que en el pasado, en ausencia de calcificación establecida, 60% de los casos de pericarditis tuberculosa se resuelve con tratamiento a base de esteroides y antiinflamatorios por 6-8 semanas (Strang *et al.*, 1987).

Al igual que en épocas anteriores, actualmente la verdadera incidencia de la pericarditis constrictiva es subestimada porque el diagnóstico puede escapar a la detección clínica en un número considerable de pacientes. La tuberculosis sigue siendo un importante problema de salud pública a nivel mundial. Estuvo entre las 10 principales causas de muerte en 2017. India tiene la mayor carga de esta enfermedad en todo el mundo (Sharma *et al.*, 2019). En los países en vías de desarrollo como India y otras regiones con una alta prevalencia de tuberculosis, la tasa de pericarditis constrictiva tuberculosa es la causa predominante y varía entre 61% y 93% (Benjamin *et al.*, 2022). Además, se ha identificado al virus del SIDA como una entidad predisponente para la pericarditis tuberculosa. Así, a diferencia del pasado, el efecto catalizador de ambas entidades coexistentes puede representar una causa importante de pericarditis constrictiva, hoy en día (Eckstein *et al.*, 2001). En Asia, la pericarditis constrictiva tuberculosa se encuentra entre 20 y 80% de las series (Lin *et al.*, 2012).

Una gran diferencia respecto al pasado, lo constituye la actual emergente situación de las técnicas percutáneas transcáteter en electrofisiología, y más especialmente en cardiología intervencionista. Así, durante la última década ha aumentado la incidencia de pericarditis iatrogénica, conocida como *post-cardiac injury syndome*. Hasta el momento, se ignora la cifra real (Campbell *et al.*, 2021).

Cuando se compara con los datos publicados en el pasado, la prevalencia en cuanto a la relación por género no ha sufrido cambios

importantes. La proporción se ha mantenido a razón de 2:1, predominantemente en hombres.

Gracias a los avances tecnológicos en las técnicas microscópicas, actualmente se sabe que, de los casos que se someten a pericardiectomía por pericarditis constrictiva, 80% de estos presentan engrosamiento fibroso y calcificación del pericardio; de estos, 6% tienen evidencia de inflamación aguda y, 73% de inflamación crónica (Oh *et al.*, 2001). No obstante, 18% han sido reportados con un grosor normal del pericardio de $\leq 2\text{mm}$ (Talreja *et al.*, 2003). Además, en pacientes con pericarditis constrictiva crónica, las fibras miocárdicas pueden sufrir atrofia, lo que probablemente ocurre en respuesta a la isquemia debida a la prolongada compresión cardíaca. En consecuencia, la indicación de pericardiectomía radical debe ser expedita cuando existen síntomas y ulterior a la aplicación de terapia medicamentosa con antiinflamatorios, incluyendo terapia a base de esteroides por 6-8 semanas (Chang *et al.*, 2019).

CUADRO CLÍNICO DE LA PERICARDITIS CONSTRICTIVA

Siguiendo con nuestro comparativo en cuanto al grado evolutivo, a través de los años, ciertamente ha existido una diferencia substancial tanto en la etiología, diagnóstico y tratamiento de la pericarditis constrictiva. Inclusive, se podría pensar que ha habido una reducción importante en el porcentaje de casos con pericarditis aguda que evolucionan hacia la fase constrictiva después de un tratamiento enérgico por espacio de 6-8 semanas a base de agentes antiinflamatorios esteroideos y no esteroideos (Strang *et al.*, 1987). A diferencia del pasado, el tratamiento farmacológico a base de nuevos y más potentes antiinflamatorios no esteroideos, tales como el ibuprofeno, indometacina, colchicina, entre otros, pudieran contribuir en una reducción importante del número de casos de pericarditis constrictiva en la actualidad (Farand *et al.*, 2010).

Como se mencionó, uno de los problemas fundamentales en el pasado y que continúa siendo muy similar hoy en día, es que el diagnóstico de pericarditis constrictiva puede escapar a la detección clínica en un número importante de casos. Desde ese punto de vista, el problema actual

es muy similar a aquel que se veía en la primera mitad del siglo pasado descrito por Gibbon. Así, la piedra angular en la detección de la pericarditis constrictiva es el reconocimiento de esta posibilidad a través de la medicina de primer contacto con el paciente.

Desde luego que el cuadro clínico puede variar dependiendo de la etiología primaria subyacente. Pero en términos generales, la pericarditis puede cursar o no con unos o varios episodios de dolor precordial, el cual puede ser desde muy vago hasta alcanzar grandes proporciones. Dependiendo de la etiología, puede haber síndrome febril. El dolor se exagera con la tos y con la respiración y mejora con la inclinación del tórax hacia delante. La gran mayoría cursa hacia una remisión después de 3-4 semanas de evolución. Es decir, si se establece un comparativo de cómo se veía un cuadro clínico en aquellos años y cómo es visto hoy, existe una gran diferencia que está ligada a la causa subyacente de la pericarditis como tal. Sin embargo, esencialmente, la semiología sigue siendo la misma.

No obstante, una vez que se ha convertido en pericarditis constrictiva, no existe diferencia en cuanto a la semiología de la misma cuando se analiza a través de los años. De hecho, la sintomatología es muy específica y está relacionada con datos de insuficiencia cardíaca derecha. Al igual que en el pasado, la mayoría de los pacientes siguen presentando ascitis y hepatomegalia, lo cual es contrastante con la baja incidencia de edema de miembros inferiores que se observa clínicamente. Además, la presión venosa en los brazos está incrementada hasta 40 o 50mmHg. Así, el diagnóstico clínico de pericarditis constrictiva consta fundamentalmente de: corazón pequeño e inmóvil, hipertensión venosa sistémica y ascitis. Esta asociación se conoce como tríada de Beck (Surós *et al.*, 1978). Esto sigue vigente en el momento actual. También está presente el pulso paradójico, en contraposición con la clásica insuficiencia cardíaca congestiva. Puede haber tos y disnea como resultado de afectación pleural, o incluso falla cardíaca izquierda con o sin edema pulmonar. La presión venosa central está típicamente aumentada y presenta el signo de Kussmaull (aumenta con la inspiración), aunque este signo nunca ha sido patognómico de pericarditis constrictiva. A la auscultación se puede encontrar un frote pericárdico, con un tercer ruido aumentado hasta en 35 % de los

casos (Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS], 2017). Toda esta gama de signos y síntomas permanece vigente hasta el momento actual.

La llave diagnóstica más importante es la sospecha clínica de pericarditis constrictiva en un paciente con signos y síntomas de insuficiencia cardíaca derecha, los cuales son desproporcionados en relación al grado de enfermedad pulmonar o falla cardíaca izquierda que pudieran estar presentes. No obstante, referente al diagnóstico por cuadro clínico es importante señalar que el problema sigue siendo muy similar entre la primera mitad del siglo pasado descrito por Gibbon y el momento actual. Es decir, solamente 50% de los pacientes con pericarditis constrictiva son diagnosticados correctamente antes de ser derivados a un hospital de tercer nivel. Así, el diagnóstico incorrecto más común de pericarditis constrictiva sigue siendo la miocardiopatía restrictiva (Geske *et al.*, 2016).

DIAGNÓSTICO POR TÉCNICAS DE IMAGEN DE LA PERICARDITIS CONSTRICTIVA

El gran avance de dimensiones colosales en el diagnóstico de la pericarditis constrictiva, lo constituye el diagnóstico por imágenes. En términos generales, esta técnica ha sido la piedra angular en el desarrollo del diagnóstico de la pericarditis constrictiva en los últimos años. Desafortunadamente, no se puede establecer un comparativo con la descripción por Gibbon, dado que todas estas técnicas son de aparición relativamente reciente. Con esto en mente, haremos una breve revisión de las técnicas de imagen más utilizadas para el diagnóstico de la pericarditis constrictiva, así como de su evolución hasta nuestros días.

RADIOGRAFÍA DE TÓRAX

Al igual que en el pasado, la radiografía de tórax sigue siendo una herramienta de utilidad para el diagnóstico de pericarditis constrictiva. Poco ha cambiado en la escala del tiempo. Los hallazgos siguen siendo esencialmente los mismos que en el pasado. En general, en la radiografía

de tórax se puede observar la presencia de derrames pleurales en 35 a 50% y, calcificación pericárdica en 25 a 30% de los casos. La calcificación se observa mejor en la proyección lateral (Geske *et al.*, 2016). La calcificación pericárdica se localiza principalmente en la cara diafragmática y sobre la cara anterior en el ventrículo derecho (Ling *et al.*, 2000). Aunque la radiografía de tórax era el único instrumento de imagen disponible en la primera parte del siglo pasado, actualmente se sigue recomendando como parte de la evaluación inicial ante la sospecha de pericarditis constrictiva (Welch *et al.*, 2014). Sin embargo, este es un estudio que resulta muy inespecífico e inexacto. Actualmente, el estudio radiológico ha sido superado por la efectividad y certitud de la ecocardiografía, tomografía computarizada y la resonancia magnética nuclear, las cuales han pasado a ser las herramientas de elección para el diagnóstico de pericarditis constrictiva hoy en día.

ECOCARDIOGRAFÍA

El estudio por imagen que establece la gran diferencia entre lo descrito por Gibbon y la época actual, como primera línea para el diagnóstico de pericarditis constrictiva, es la ecocardiografía. En términos generales, su evolución para el diagnóstico de pericarditis constrictiva ha sido tal, que actualmente existen hallazgos ecocardiográficos constantes en pacientes con pericarditis constrictiva, los cuales ahora se conocen como “Criterios de la Clínica Mayo” para pericarditis constrictiva. A saber, i) desviación (abombamiento) del septum en inspiración, también llamado movimiento septal paradójico respirofásico, ii) velocidad de la onda e’ anular medial mitral $\geq 9\text{cm/s}$ en el Doppler tisular, iii) prominencia del flujo reverso diastólico de las venas hepáticas a la espiración con una relación ≥ 0.79 (Welch *et al.*, 2014). Cada uno de estos factores está independientemente asociado al diagnóstico de pericarditis constrictiva. Cuando coinciden dos de estos parámetros, la especificidad es de 91% y sensibilidad de 86% para pericarditis constrictiva. Cuando se busca coincidencia en los tres parámetros anteriores, la especificidad se incrementa hasta 97%, pero la sensibilidad disminuye a 64% (Welch *et al.*, 2014). Más aún, mediante

regresión univariada se encontró que el movimiento septal paradójico asociado con la respiración, cambios en el porcentaje de la velocidad e' mitral, velocidad e' medial $\geq 9\text{cm/s}$, relación de velocidad e' medial/lateral ≥ 0.91 , y la relación del flujo reverso de las venas hepáticas a la espiración ≥ 0.79 se asociaron al diagnóstico de pericarditis constrictiva. Cuando se trató de regresión logística multivariada, la velocidad e' medial $\geq 9\text{cm/s}$ estuvo independientemente asociada al diagnóstico de pericarditis constrictiva. La sensibilidad más alta fue para el movimiento septal paradójico respirofásico, mientras que la mayor especificidad fue para la velocidad e' medial $\geq 9\text{cm/s}$. El análisis de la curva ROC mostró un valor de 0.99, $p=0.001$ (Qamruddin *et al.*, 2019). En la época descrita por Gibbon, no existía la ecocardiografía como método diagnóstico. Así, la diferencia entre esa descripción y la época actual resulta verdaderamente descomunal.

Además, actualmente existen otros criterios menos representativos, pero que han sido descritos en la ecocardiografía de pacientes portadores de pericarditis constrictiva. Estos se pueden dividir en criterios para ecocardiografía en Modo M, bidimensional, eco-Doppler, y Doppler tisular. Es de subrayarse el hecho de que ninguno de éstos estaba disponible en la primera mitad del siglo pasado, de acuerdo a la descripción contenida en el texto por Gibbon.

ECOCARDIOGRAFÍA EN MODO M

Aplanamiento diastólico de la pared posterior del ventrículo izquierdo con poco o sin movimiento respiratorio, movimiento posterior inspiratorio abrupto del tabique ventricular al comienzo de la diástole con cambios recíprocos en las dimensiones del ventrículo izquierdo y del ventrículo derecho durante todo el ciclo respiratorio, muesca septal, y apertura prematura de la válvula pulmonar.

ECOCARDIOGRAFÍA EN MODO M A COLOR

Velocidad de propagación normal o aumentada del flujo transmitral diastólico temprano.

ECOCARDIOGRAFÍA BIDIMENSIONAL

Interrupción abrupta del llenado diastólico ventricular izquierdo y derecho diastólico temprano, movimiento septal ventricular inspiratorio hacia el ventrículo derecho (rebote septal), marcada dilatación y ausencia o disminución del colapso de la vena cava inferior y venas hepáticas.

ECO-DOPPLER

Patrón de llenado restrictivo del llenado diastólico de los ventrículos derecho e izquierdo, más de 25% de caída en la velocidad de entrada mitral y más de 40% de aumento en la velocidad tricuspídea en el primer latido después de la inspiración con los cambios opuestos en la espiración, bajas velocidades de las venas hepáticas, disminución de las velocidades diastólicas espiratorias de la vena hepática con grandes reversiones (Adler *et al.*, 2015).

ECO-DOPPLER TISULAR

Velocidad anular mitral normal o aumentada ($>7\text{cm/s}$) (anillo paradójico), anillo inverso (Klein *et al.*, 2013).

La tomografía computarizada y la resonancia magnética nuclear, aunque no son estudios que se indiquen de primera elección, tienen un valor agregado en el diagnóstico de pericarditis constrictiva. Obvio decir que estas han sido parte del gran avance tecnológico en años recientes. Por lo cual han contribuido a aumentar el grado de certeza diagnóstica como valor agregado cuando se establece un punto de comparación entre el diagnóstico de pericarditis constrictiva en los albores de la cirugía cardíaca y la fecha actual. Tomando todo esto en consideración, haremos una breve mención de cada una de ellas, así como los datos más usuales hoy en día como coadyuvantes para el diagnóstico de pericarditis constrictiva. Finalmente, haremos mención de sus inherentes ventajas y desventajas derivadas de su uso en conjunto en la época actual.

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Grosor pericárdico > 4mm, calcificación pericárdica; cambios morfológicos cardíacos tales como estrechamiento y deformación tubular de ventrículo derecho o izquierdo, tamaño ventricular normal o pequeño, enderezamiento o rectificación del tabique interventricular; dilatación de la vena cava inferior, las venas hepáticas y la aurícula derecha, hepatomegalia, esplenomegalia, ascitis y derrames pleurales (Klein *et al.*, 2013).

RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR

Engrosamiento pericárdico, edema e inflamación pericárdicos al realce tardío con gadolinio y T2-STIR, cambios funcionales similares a la ecocardiografía utilizando secuencias de cine (cese abrupto del llenado diastólico, rebote septal o variación respirofásica en excursión septal) (Klein *et al.*, 2013).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La ecocardiografía tiene las ventajas de la fácil disponibilidad (incluso muchas veces como procedimiento de consultorio), de bajo costo, seguro, portátil y de alta resolución temporal; además, se puede realizar en conjunto con un espirómetro y, tiene la capacidad para evaluar cambios con maniobras específicas tales como las de Valsalva. Las desventajas implican una ventana limitada, visión limitada, es altamente dependiente del operador, y tiene limitaciones importantes en pacientes con neumoopatía como EPOC (Klein *et al.*, 2013).

Las ventajas de la tomografía computarizada son mejor delimitación anatómica comparada con la ecocardiografía, posibilidad de evaluación de otras enfermedades cardíacas o extracardíacas asociadas, así como la calcificación pericárdica. En efecto, es altamente sensible para detectar calcificación. En los casos en los cuales no se demuestra calcificación en la radiografía de tórax, la tomografía puede detectarlos hasta en 15% a 50% de los mismos (Ling *et al.*, 2000). También puede ser utilizada para mejor planificación preoperatoria. Las desventajas implican la radiación

ionizante, uso de agente contrastado a base de yodo, ocasionalmente, la resolución temporal puede ser subóptima, necesidad de periodos de apnea, dificultad para realizarse con pacientes taquicárdicos o arrítmicos, y solamente se puede utilizar en pacientes hemodinámicamente estables (Ariyarajah *et al.*, 2009).

La resonancia magnética nuclear tiene las ventajas de mejor delimitación y caracterización anatómica y tisular comparada con la ecocardiografía, y es excelente para evaluar inflamación pericárdica (Bogaert & Francone, 2009). Las desventajas son el alto costo económico y consume tiempo para su correcta y completa evaluación, dificultad para su aplicación en pacientes arrítmicos o con taquicardia, contraindicado en pacientes con marcapasos o dispositivos cardíacos implantados, subóptima evaluación del tejido pulmonar comparada con la tomografía, la calcificación es mal visualizada, el uso de contraste con gadolinio contraindicado en pacientes con enfermedad renal avanzada (TFG < 30ml/min), necesidad de apnea, y solo se puede utilizar en pacientes hemodinámicamente estables (Klein *et al.*, 2013).

En resumen, si se compara la descripción del diagnóstico descrito por Gibbon hace más de 50 años con el momento actual, resulta evidente que el gran avance ha sido el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al diagnóstico por imágenes cardíacas. Así, actualmente la ecocardiografía podría ser suficiente para confirmar el diagnóstico de pericarditis constrictiva en 75% de los pacientes. Además, en gran contraste con el radiólogo en los albores de la cirugía cardíaca, el especialista moderno en técnicas diagnósticas por imagen considera la posibilidad de pericarditis constrictiva cuando se observa un movimiento anormal del tabique ventricular en pacientes que tienen insuficiencia cardíaca con fracción de eyección conservada mediante ecocardiografía en tiempo real o resonancia magnética nuclear (Bogaert & Francone, 2009).

CATETERISMO CARDÍACO

Mientras que antaño el cateterismo cardíaco podría formar parte integral de la evaluación diagnóstica para la pericarditis constrictiva, actualmente

la indicación de cateterismo cardíaco está reservada únicamente cuando los métodos no invasivos no son concluyentes o en aquellos casos en los cuales la contribución relativa de múltiples patologías asociadas, como disfunción miocárdica, enfermedad valvular o hipertensión pulmonar, requiere un mayor esclarecimiento (Nishimura *et al.*, 2012).

Siguiendo la escala del tiempo, los estudios hemodinámicos aplicables a la práctica diaria surgieron antes que la ecocardiografía y demás técnicas de diagnóstico por imágenes. Así, importantes observaciones referentes al diagnóstico de pericarditis constrictiva mediante cateterismo cardíaco fueron colectadas durante los primeros años de la cirugía cardíaca del siglo pasado. En contraste con la época actual, los hallazgos por cateterismo formaban parte fundamental del diagnóstico paraclínico en la pericarditis constrictiva. Hansen y cols. (1951) fueron los primeros en describir el signo de la raíz cuadrada o *dip-and-plateau* en el cateterismo de los pacientes con pericarditis constrictiva. El signo de la raíz cuadrada debe su nombre a una morfología *sui-generis* en el trazo de las presiones ventriculares por hemodinámica. Existe una fase anormalmente rápida de llenado ventricular en la diástole temprana (fase de caída) seguida de un aumento súbito de la presión debido a que la distensión de las cámaras ventriculares alcanza su máximo punto derivado de la rigidez impuesta por la limitación de la pericarditis constrictiva. Esto es, depresión protodiastólica súbita y profunda (sin alcanzar el cero), seguida de un ascenso súbito y de trayecto horizontal sostenido en meseta hasta el final de la diástole, dando lugar al signo de la raíz cuadrada, característico, aunque no patognomónico, de esta entidad (Hansen *et al.*, 1951).

Es importante mencionar la gran experiencia obtenida en el pasado, derivada de la necesidad de utilizar el cateterismo cardíaco como primera línea de instrumentación diagnóstica para la pericarditis constrictiva. Actualmente, solo un pequeño porcentaje de pacientes con pericarditis constrictiva sin concomitancia de alguna otra patología cardíaca necesita ser cateterizado como metodología diagnóstica primaria. No obstante, dada su importancia histórica, describiremos los hallazgos típicos encontrados en el cateterismo cardíaco. Estos incluyen aumento de la presión auricular con descensos *x* e *y* prominentes, ecualización de las

presiones telediastólicas en las cavidades, un descenso y meseta o signo de raíz cuadrada de la presión diastólica ventricular, y cambios opuestos en el llenado de los ventrículos izquierdo y derecho y las presiones sistólicas con la ventilación. Sin embargo, la variación respiratoria discordante en el llenado y las presiones de los ventrículos derecho e izquierdo pueden distinguir con precisión la pericarditis constrictiva de la miocardiopatía restrictiva (Talreja *et al.*, 2008). También, la insuficiencia tricuspídea grave produce inversiones del flujo sistólico en la vena hepática, que aumentan con la inspiración. Además, la ausencia de interdependencia ventricular en el cateterismo cardíaco puede descartar la constricción pericárdica (Jaber *et al.*, 2009).

De esta forma, hemos establecido una comparación de las herramientas diagnósticas entre la primera época del siglo veinte escrita en el tratado *Surgery of the Chest* por Gibbon, y hoy en día. Resulta evidente la importancia que ha representado el desarrollo tecnológico en las técnicas por imágenes para el diagnóstico y tratamiento oportuno de la pericarditis constrictiva.

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DEL PERICARDIO

PERICARDIOCENTESIS

Continuando con el ejercicio comparativo entre dos épocas, describiremos cómo se realizaba la pericardiocentesis, según lo descrito por Gibbon y, cómo se realiza actualmente.

Empezaremos diciendo que, la pericardiocentesis está indicada en casos de derrame pericárdico, ya sea con datos de taponamiento cardíaco, o bien para fines diagnósticos. En el tratado de Gibbon, la técnica es descrita de la siguiente manera “Se penetra entre la xifoides y el margen costal izquierdo. Se dirige hacia arriba y atrás y a 45° de inclinación una aguja No. 16 o 18 con bisel corto, hasta 5cm de profundidad en el niño y 7-8 cm en el adulto” (Gibbon *et al.*, 1969). Con esta técnica inicial, sin control de ninguna índole, el grado de complicaciones reportadas varía entre 6% y

50% (Maisch *et al.*, 2011). No obstante, la técnica ejecutoria para la pericardiocentesis ha evolucionado en los últimos años, teniendo como base la guía mediante ecocardiografía o flouroscofía (Maggiolini *et al.*, 2018).

La pericardiocentesis guiada por ecocardiografía se ha utilizado desde la época de los años 80. Callahan *et al* (1985) realizaron 132 pericardiocentesis consecutivas, con solo 2.3% como tasa de complicaciones utilizando la pericardicentesis guiada por imágenes ecocardiográficas bidimensionales. Esto ha permitido que la pericardicentesis evolucione hacia una técnica más segura para el tratamiento del derrame pericárdico (Callahan *et al.*, 1985).

Actualmente, la Sociedad Europea de Cardiología ha avalado y publicado las guías clínicas 2015 para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades pericárdicas. En las mismas, se recomienda el uso de la pericardiocentesis como Clase de Recomendación I, Nivel de Evidencia C para casos de taponamiento cardíaco o para derrames pericárdicos grandes o moderados sintomáticos que no responden a la terapia médica, o debido a sospecha de etiología bacteriana o neoplásica desconocidas (Adler *et al.*, 2015).

Las citadas guías clínicas refieren que la pericardicentesis debe ser realizada bajo control por flouroscofía o ecocardiografía, y bajo anestesia local. Así mismo, a diferencia del pasado, se debe evitar cualquier procedimiento a ciegas que pudiera potencialmente lacerar al corazón u otros órganos adyacentes, salvo en situaciones muy particulares y extremadamente urgentes. Debe ser ejecutada por un operador experimentado en instalaciones dotadas de monitoreo electrocardiográfico, ecocardiográfico, radiográfico y hemodinámico, preferentemente. La dirección de la pericardicentesis guiada mediante ecocardiografía, flouroscofía o cineangiografía constituye la técnica de elección hoy en día (Adler *et al.*, 2015).

De esta manera, es notorio el grado de avance que ha habido en la forma de realizar la pericardiocentesis convencional hasta la fecha. No obstante, la tasa libre de complicaciones no ha presentado variación a raíz del comienzo del uso de la guía por imagenología hasta la actualidad, siendo alrededor de 96% (Tsang *et al.*, 2002).

VENTANA PERICÁRDICA O PLEUROPERICÁRDICA

Al igual que la pericardiocentesis, la ventana pericárdica o pleuropericárdica, también ha evolucionado en su técnica a lo largo de los años. Primeramente, es necesario decir que la ventana pericárdica o pleuropericárdica es un procedimiento quirúrgico que consiste en comunicar libremente el espacio pericárdico con la cavidad pleural, con la finalidad de tener un espacio mayor para recibir el drenaje de derrame pericárdico, producto de una enfermedad crónica y recurrente. El objetivo final es evitar el taponamiento cardíaco recurrente. Así, la indicación más frecuente es el derrame pericárdico recurrente con gran riesgo de taponamiento cardíaco, generalmente asociados a un gran riesgo de mortalidad operatoria para realizar una pericardiectomía radical, o a una expectativa de vida reducida. Es importante señalar que la indicación de este procedimiento sigue siendo prácticamente la misma, a lo largo de los años, hasta llegar a nuestros días. Las enfermedades neoplásicas terminales constituyen un buen ejemplo. Es una intervención paliativa, y los resultados no son del todo definitivos, dada la alta tasa de recurrencia por el cierre espontáneo de la ventana (Triviño *et al.*, 2011).

Dicho lo anterior, el siguiente objetivo es establecer una diferencia entre la forma de realizar este procedimiento a mediados del siglo pasado y la época actual. En una serie de 56 pacientes operados por un gran derrame pericárdico crónico, 23% tenían diagnóstico de malignidad, la ventana pleuropericárdica se efectuó mediante videotoracoscopía. La mortalidad operatoria fue de 0% (Triviño *et al.*, 2011). En otra serie de 18 pacientes con derrame pericárdico crónico, la videoscopia fue la vía de abordaje para realizar una ventana pleuropericárdica. No hubo complicaciones operatorias (Georghiou *et al.*, 2005). Cuando se comparan la tradicional vía de abordaje transtorácica o subxifoidea con la toracoscopía asistida por videoscopia, no hubo diferencia significativa respecto al drenaje torácico ni en la duración de la estancia intrahospitalaria. Tampoco hubo diferencia en la mortalidad operatoria, la cual fue de 0% para ambos grupos (Muhammad *et al.*, 2011).

En resumen, en los últimos años la ventana pericárdica o pleuropericárdica ha evolucionado hacia el abordaje mínimamente invasivo por

toracoscopía video-asistida. Es una técnica efectiva y segura para el diagnóstico y tratamiento del derrame pericárdico crónico, que permite en un mismo acto quirúrgico su drenaje y la biopsia pleuropulmonar y/o mediastínica al mismo tiempo (Sakanoue *et al.*, 2016).

No obstante, a pesar de los buenos resultados obtenidos al utilizar minitoracotomía izquierda, (Celik *et al.*, 2012) en las actuales guías clínicas europeas para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades pericárdicas, la ventana pleuropericárdica puede considerarse en el tratamiento quirúrgico del taponamiento cardíaco maligno como una Clase de Recomendación II, Nivel de Evidencia B (Adler *et al.*, 2015). Sin duda, los actuales resultados después de utilizar videoscopia asistida para tratar los derrames pericárdicos crónicos recidivantes asociados a malignidad deben considerarse en la construcción de las próximas guías clínicas para el tratamiento de las enfermedades pericárdicas.

Hemos establecido una clara diferencia entre la manera de realizar tanto la pericardiocentesis como la ventana pericárdica o pleuropericárdica entre por descrito por Gibbon en siglo pasado, y la época moderna. Además, las guías clínicas de la Sociedad Europea de Cardiología 2015 para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades pericárdicas han establecido una diferencia monumental entre ambos momentos históricos.

PERICARDIECTOMÍA

Para poder establecer un comparativo real entre la gran diferencia en la forma de realizar la pericardiectomía entre las primeras décadas del siglo pasado y hoy en día, primeramente describiremos en una forma muy general las diferentes modalidades de la pericardiectomía. Posteriormente, mencionaremos las ventajas y desventajas de cada una de ellas que han sido previamente publicadas en la literatura. Finalmente, analizaremos en detalle la técnica quirúrgica en ambos momentos del tiempo.

La piedra angular en el tratamiento de la pericarditis constrictiva, ha sido y sigue siendo hasta la actualidad, la pericardiectomía (Syed *et al.*, 2014). Cabe mencionar la falta de guías de práctica clínica en el siglo pasado, hecho que es aplicable también al tratado de *Surgery of the Chest*

por Gibbon. De tal manera que, en los albores de la cirugía cardíaca, la decisión de llevar a cabo un determinado procedimiento estaba basado en la experiencia personal o gregaria. Este hecho encuentra su punto más álgido en la manera de realizar un determinado procedimiento quirúrgico. Así, podemos encontrar innumerables diferencias tanto en la indicación como en tipo de procedimiento realizado. Es indudable que el gran avance que hemos tenido hoy en día en el ejercicio de la medicina en general se refleja en la construcción y aplicación de guías para la práctica clínica, como el conocimiento y recomendación para tratar una determinada entidad patológica y que, es universalmente aceptado y respaldado por nuestros pares. Esta es la *Lex Artis* actual. Esto es aplicable también a la cirugía cardíaca. Por consiguiente, una de las diferencias fundamentales entre lo descrito por Gibbon y el momento actual es la aplicación y apego a las guías de práctica clínica (García-Villarreal *et al.*, 2021), las cuales aparecieron publicadas por primera vez en 2015 (Adler *et al.*, 2015).

Acorde a las guías clínicas vigentes para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del pericardio, cuando la terapia con medicamentos antiinflamatorios y esteroides por 6 a 8 semanas no ha sido suficiente para la curación de la constricción pericárdica, el siguiente paso es la pericardiectomía, como una Clase de Recomendación I, Nivel de Evidencia C (Adler *et al.*, 2015). Cuando el proceso constrictivo es crónico, sin evidencia de inflamación activa, puede ser necesaria la pericardiectomía de primera intención (Chiabrando *et al.*, 2020).

La primera “decorticación del corazón” exitosa en América fue realizada en 1928 en el Hospital General de Massachusetts por Churchill y cols. (1929). Desde entonces, la pericardiectomía ha evolucionado desde una resección limitada del pericardio por delante del nervio frénico y a través de una toracotomía anterolateral hasta una resección completa o radical que incluye todo el pericardio.

Dependiendo de su extensión, la pericardiectomía se divide en parcial y radical o completa.

La pericardiectomía parcial a través de abordaje por toracotomía anterolateral resulta bastante limitada por razones obvias. La accesibilidad a las cavidades derechas, que son las principales cámaras comprometidas

en la pericarditis constrictiva, es restringida; ocasionalmente se requiere realizar toracotomía bilateral o extensión tipo clamshell para realizar una resección pericárdica adecuada en extensión. No obstante, las desventajas de la pericardiectomía por vía de toracotomía anterolateral han sido puestas de manifiesto por Chowdhury y cols (2006). Este estudio compara la vía de abordaje a través de esternotomía media convencional *versus* toracotomía anterolateral. En la esternotomía, la pericardiectomía interfrénica anterior no radical se pudo realizar en el 100% de los casos, mientras que por toracotomía anterolateral solamente fue posible en 39.9%. El riesgo de muerte fue 4.5 veces mayor tras pericardiectomía parcial (razón de probabilidad: 4.5, IC 95%, 2.05 a 9.75). En un seguimiento a $17.9 \pm$ años, la supervivencia fue $83.3\% \pm 0.04\%$ para la pericardiectomía por vía anterior *versus* $73.9\% \pm 0.06\%$ por vía anterolateral. Esto también se vio reflejado en la supervivencia, 96.3% *versus* 79.1% , respectivamente ($p < 0.001$). La pericardiectomía anterior por vía esternotomía media fue el factor determinante estrechamente relacionado con estos hallazgos, además de ser independiente de la etiología de la pericarditis constrictiva (Chowdhury *et al.*, 2006).

La pericardiectomía parcial o anterior interfrénica se realiza exclusivamente resecando la cara anterior del pericardio, de nervio frénico a nervio frénico, respetando los mismos, y desde el repliegue en los grandes vasos hasta su inserción en el diafragma (Depboylu *et al.* 2017). A pesar de que algunos autores han reportado buenos resultados en cuanto a mortalidad utilizando exclusivamente la pericardiectomía anterior (Acharya *et al.*, 2018) se ha demostrado que la supervivencia y la clase funcional son mejores después de la pericardiectomía radical o completa (Unai *et al.*, 2019).

En la pericardiectomía radical o completa, el procedimiento incluye la resección completa del pericardio anterior del nervio frénico al nervio frénico, la extirpación del pericardio diafragmático, así como también la zona del pericardio posterior entre ambos nervios frénicos, los cuales son preservados en todo su trayecto (Di Lazzaro *et al.*, 2020).

El error más común en la práctica diaria, es una resección insuficiente del pericardio constrictivo. También, dado que el pericardio consta de dos hojas, la parietal y visceral, es importante subrayar que se debe disecar y resecar

cualquier capa visceral constrictiva adherida al epicardio además de la hoja parietal. De lo contrario, el estado constrictivo y la sintomatología pueden persistir o recidivar rápidamente después de la cirugía (Cho *et al.*, 2012).

A su vez, el procedimiento habitualmente se puede realizar como cirugía sin bomba. No obstante, cerca del 40% de los casos de pericarditis constrictiva se realizan con el apoyo de derivación cardiopulmonar (Chowdhury *et al.*, 2006). Clásicamente, se ha asociado el uso de la derivación cardiopulmonar con una mayor incidencia de muerte postoperatoria y aumento de morbilidad en general. Rupperecht y cols. (2018), compararon la cirugía sin bomba con el uso de la derivación cardiopulmonar para realizar la pericardiectomía en casos de pericarditis constrictiva. La mortalidad (13.8% *versus* 0%, $p < 0.001$), estancia en terapia intensiva (12 ± 9 *versus* 4 ± 4 días, $p = 0.013$), la ventilación mecánica (171 ± 246 *versus* 21 ± 40 horas, $p = 0.04$), y la estancia hospitalaria (28 ± 10 *versus* 24 ± 18 días, $p = 0.21$), todos ellos resultaron favorables para la cirugía sin derivación cardiopulmonar. Sin embargo, datos provenientes de estudios previamente publicados, han demostrado lo contrario (Cho *et al.*, 2013). En efecto, un claro ejemplo de esto lo constituye la experiencia de la Cleveland Clinic, la cual incluye el uso rutinario de derivación cardiopulmonar, esternotomía convencional, con resección radical y agresiva del pericardio y pediculización (extracción completa del pericardio del nervio frénico dejando solamente una pequeña cantidad de grasa) de ambos nervios frénicos (Unai *et al.*, 2019). Utilizando este abordaje en una serie de 601 casos, Unai y cols. reportaron una mortalidad operatoria de 6% en general, incluyendo 1.1% para pericarditis constrictiva de etiología idiopática, 9.7% para casos después de cirugía cardíaca y, 27% para casos después de radiación del mediastino.

Algunos autores sostienen que los resultados obtenidos después de la pericardiectomía radical o completa son superiores a aquellos provenientes del uso de la pericardiectomía parcial. Se ha enfatizado la importancia de realizar una pericardiectomía radical o completa, debido a que la resección pericárdica adecuada es la clave para prevenir el compromiso hemodinámico recurrente o persistente debido a la potencial coinstricción cardíaca residual (Hemmati *et al.*, 2017). En una serie de 41 pacientes sometidos a

reoperación por recidiva de la constricción después de pericardiectomía, se encontró que 94.7% tenían pericardio diafragmático residual y 100% tenían pericardio residual por detrás del nervio frénico izquierdo. La resección incompleta, así como el tiempo de recidiva de la constricción después de la pericardiectomía menor a un año, han sido identificados en el análisis multivariado como factores de riesgo para muerte después de la pericardiectomía [HR: 3.05, 95% IC 95%:1.136 a 8.192, $p=0.027$] (Cho *et al.*, 2012).

Aunque existen reportes de casos aislados de pericardiectomía en pericardiectomía constrictiva utilizando cirugía robótica mínimamente invasiva (Maciolek *et al.*, 2016), la cirugía abierta a través de esternotomía media convencional sigue siendo la técnica preferida para realizar la pericardiectomía radical o completa en los casos de pericarditis constrictiva.

Una vez que se han enlistado las ventajas y desventajas de las diversas técnicas, así como los potenciales peligros de una resección pericárdica incompleta, pasaremos a la descripción al detalle de la técnica quirúrgica, así como de las diferencias más importantes entre cómo se realizaba la pericardiectomía según lo descrito por Gibbon, y cómo se realiza actualmente.

TÉCNICA QUIRÚRGICA DE LA PERICARDIECTOMÍA RADICAL O COMPLETA

TÉCNICA PARA LA PERICARDIECTOMÍA POR PERICARDITIS CONSTRICTIVA DESCRITA POR GIBBON

La técnica operatoria descrita por Gibbon consiste básicamente en realizar una pericardiectomía anterior interfrénica con extensión inferior hacia la cara diafragmática. Dicha técnica la describimos a continuación: En primer término, se realiza una incisión vertical o transversal anterior al plano esternal. Acto seguido, se divide el esternón longitudinalmente a través de la línea media. Se realiza la liberación de las adherencias entre las pleuras y la cara externa del pericardio, así como también con el músculo diafragmático. Después de esta liberación, se incide el plano pericárdico a nivel cercano a borde izquierdo de lo expuesto. La incisión se prolonga en profundidad hasta alcanzar el plano epicárdico, sin penetrar

el plano muscular. Se realiza la “decorticación” cardíaca mediante la lisis de adherencias, trabajando fundamentalmente a base de disección roma y cortante con tijeras. Primero se liberan algunos centímetros hacia la izquierda. Luego se continúa la liberación hacia el plano del ventrículo derecho, para finalmente prolongar la disección alrededor de la punta del ventrículo izquierdo. De la misma forma, ahora se aborda la disección hacia la aurícula derecha, para luego continuar hacia la vena cava y la parte inferior y posterior del corazón, hasta alcanzar inclusive el plano de las venas pulmonares. El plano superior de disección lo constituye el repliegue pericárdico sobre los grandes vasos. La liberación de adherencias puede resultar difícil debido a la existencia de zonas de calcificación sobre el pericardio, las cuales pueden penetrar hasta el plano muscular. Dichas zonas pueden ser conservadas in situ, incidiendo el resto del pericardio a su alrededor. Una vez que se ha completado la liberación de adherencias entre epicardio y pericardio visceral engrosado y calcificado, el siguiente paso es la resección del pericardio. El límite de esta resección es el repliegue pericárdico en los grandes vasos hacia arriba, el nervio frénico hacia ambos lados, y resección extensa sobre la cara inferior, hasta descubrir zonas expuestas de musculatura diafragmática.

Al comparar con las técnicas actuales, esta pericardiectomía extensa descrita por Gibbon puede ser catalogada como “radical limitada”, dado que se preserva una parte importante del pericardio por detrás de ambos nervios frénicos, así como en la cara posterior del corazón.

Otra de los puntos claves es que no se describe el uso de derivación cardiopulmonar como soporte para realizar la pericardiectomía, así como ningún otro tipo de soporte circulatorio. Según se ha mencionado previamente, la falta de una pericardiectomía radical completa, del uso sistemático de la derivación cardiopulmonar, entre otros factores, tiene un impacto negativo en la mortalidad operatoria, sobrevida libre de recidiva y, sobrevida en general después de la pericardiectomía por pericarditis constrictiva (Rupprecht *et al.*, 2018).

TÉCNICA ACTUAL PARA LA PERICARDIECTOMÍA POR PERICARDITIS CONSTRUCTIVA

Tomando en consideración que la hoja parietal del pericardio es la más afectada, pero que puede haber también afectación al pericardio visceral adyacente al epicardio, lo que puede dar origen a ciertas espículas de tejido endurecido que penetran el epicardio llegando incluso hasta el miocardio, el uso electivo de derivación cardiopulmonar queda a consideración del grupo quirúrgico involucrado (Villavicencio *et al.*, 2008).

Típicamente el abordaje es a través de esternotomía media con sierra oscilante, dado que puede existir adherencias firmes entre la cara posterior del periostio esternal y el pericardio parietal engrosado y fibrótico. Después de despegar mediante una cuidadosa disección con electrocauterio y tijeras el periostio esternal del pericardio parietal y, una vez que se ha entrado en el espacio retroesternal, se incide el pericardio parietal a través de la pared fibrosa hasta alcanzar el epicardio. En este punto, la grasa epicárdica suele protruir hacia el exterior. Primero se disecan hasta quedar expuestas la aorta ascendente y la vena cava superior. En el caso de utilizar derivación cardiopulmonar, ambas estructuras son canuladas, previa heparinización sistémica, y se inicia la derivación cardiopulmonar parcial. En normotermia, con el corazón latiendo y sin pinzado aórtico, se prosigue con la disección de la hoja parietal del pericardio liberando todo el tejido fibroso posible hasta alcanzar el plano epicárdico. En caso de existir espículas o zonas fibróticas de tejido endurecido penetrando incluso hasta el miocardio, puede ser necesario utilizar gubias u otro instrumento para la remoción de dichas espículas. Si no es posible su remoción sin causar daño ulterior al corazón, puede ser dejadas *in situ*. Acto seguido, se disecciona el plano correspondiente a la aurícula derecha hasta alcanzar el plano de las venas pulmonares, y la vena cava inferior. Se realiza la canulación de la misma, y se comienza la derivación cardiopulmonar en forma completa. El nervio frénico es totalmente liberado del pericardio. De igual forma, se procede con el ventrículo derecho. El límite superior es el repliegue pericárdico sobre los grandes vasos. Luego, se procede de igual manera

con la cara diafragmática y el lado izquierdo del pericardio, disecando y liberando el nervio frénico izquierdo totalmente del saco pericárdico. En el caso de existir islotes de tejido calcificado imposibles de disecar de los nervios frénicos, se pueden preservar los mismos a través de una tira de pericardio *in situ* que los contenga (Villavicencio *et al.*, 2008). El plano de disección y liberación se extiende hasta las venas pulmonares, incluso hasta alcanzar el seno oblicuo por detrás del corazón.

El siguiente paso es de suma importancia y es lo que diferencia substancialmente una pericardiectomía radical por pericarditis constrictiva de cualquier otra forma de pericardiectomía. Una vez que se ha liberado prácticamente todo el epicardio del saco pericárdico y se ha liberado la mayor parte del epicardio de cualquier constricción, se procede a reseca la mayor parte del pericardio parietal, incluyendo el pericardio tanto de la cara diafragmática, como de la cara posterior. Para tal efecto, en necesaria una amplia disección de los tejidos circundantes. En la cara diafragmática, se elimina todo el pericardio inferior hasta el exponer el plano del músculo diafragmático. En la cara posterior, se realiza una extensa disección de la grasa que rodea al esófago y mediastino posterior hasta alcanzar las venas pulmonares izquierdas. Finalmente, el corazón queda en un espacio comunicante interpleural, y en contacto directo tanto con el diafragma como con el mediastino posterior (Villavicencio, *et al.* 2008).

Más allá de que de la pericardiectomía por pericarditis constrictiva, en especial en su forma calcificada, suele ser de difícil manejo para el cirujano, y puede implicar riesgo de lesión a arterias coronarias epicárdicas, o sangrado postoperatorio de hasta 3.2%, las complicaciones que han sido observadas incluyen casi exclusivamente la falla ventricular derecha asociada al no usar derivación cardiopulmonar y escaso control sobre la volemia cardíaca. Al ser liberado de la constricción el ventrículo derecho antes que el izquierdo, esto conlleva a una sobre distensión volumétrica de la cámara cardíaca derecha con una disociación actina-miosina de las fibras musculares cardíacas, con falla ventricular derecha abrupta, incluyendo paro cardíaco. Se ha reportado el uso de ECMO para tratar estos casos (Beckmann *et al.*, 2017).

El resultado final de la pericardiectomía está estrechamente relacionado con la etiología subyacente de la pericarditis constrictiva. Bertog *et al.* reportaron una mejor sobre vida a siete años para los casos idiopáticos (88%; IC 95%, 76% a 94%). El peor pronóstico fue para los casos post radiación mediastinal (27%; IC 95%, 9% a 58%) (Bertog *et al.*, 2004).

Es impresionante el grado de avance que se ha tenido desde los principios de la cirugía cardíaca en el siglo pasado hasta llegar al momento actual. Una de las diferencias más notables entre lo publicado por Gibbon y el tiempo presente, es la actual existencia de un score de riesgo para mortalidad, relativo a la pericardiectomía por pericarditis constrictiva. Después de un análisis de 1,000 casos utilizando modelos fijos de Cox para generar estimaciones de parámetros y una puntuación de riesgo de mortalidad, se creó un score de riesgo. Los predictores independientes de muerte utilizados para este propósito fueron enfermedad inducida por radiación, pobre función renal, baja función sistólica del ventrículo izquierdo, presión sistólica arterial pulmonar elevada, nivel de sodio sérico más bajo y edad avanzada. Así, se obtuvo un modelo de riesgo, y la puntuación final indicó que los casos con una puntuación menor a 9.9 tuvieron un riesgo más bajo, aquellos entre 9.9 y 11.2 tuvieron un riesgo intermedio, y los casos con score mayor a 11.2 tuvieron el riesgo más alto. Es de destacar que el factor más fuerte para la puntuación de este score fue el antecedente de radiación del mediastino (Bertog *et al.*, 2004).

De esta manera, se establece una clara diferencia entre la supervivencia observada en los tiempos de la descripción por Gibbon, donde la causa primaria era infecciosa, y lo reportado actualmente, en donde la pericarditis por radiación es una de las etiologías predominantes (Martinou *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, la etiología de la pericarditis ha cambiado radicalmente, de acuerdo a la zona geográfica, así como de la época del tiempo analizada. En los países desarrollados, la etiología de la pericarditis constrictiva crónica ha pasado de ser bacteriana (específicamente por tuberculosis)

a ser idiopática (habitualmente post viral), posterior a cirugía cardíaca, y posterior a radiación del mediastino como tratamiento antineoplásico. En los países en vías de desarrollo, como India, África y algunas partes de Asia, la etiología sigue siendo por tuberculosis, especialmente en combinación con virus del SIDA. Más recientemente, tras la pandemia por SARS-CoV-2, la respuesta inmumológica por el huésped puede provocar pericarditis aislada hasta en 5.8% de los casos (Eiros *et al.*, 2022).

Los avances en imagenología han hecho posible el diagnóstico y tratamiento oportuno de las enfermedades del pericardio. Mientras la radiografía de tórax era el único medio diagnóstico por imagen en los albores de la cirugía cardíaca, actualmente el estudio por ecocardiografía en sus diferentes modalidades, tomografía computarizada y resonancia magnética nuclear, entre otros, constituyen las técnicas corrientes diagnósticas de elección. A su vez, la imagenología es parte integral de la actual técnica para la pericardiocentesis.

La cirugía del pericardio, especialmente por pericarditis constrictiva, ha presentado algunas modificaciones sustanciales desde sus reportes iniciales hasta hoy en día. Ahora se considera la pericardiectomía vía esternotomía anterior, como pericardiectomía radical o completa incluyendo la resección del pericardio anterior interfrénico, así como el pericardio diafragmático y posterior, como la técnica recomendada de primera elección.

Con los avances en el manejo moderno en cardiología, así como en cuidados intensivos, la mortalidad después de la cirugía por pericarditis constrictiva ha disminuido en forma dramática hasta alrededor de un dígito porcentual.

No obstante, el más avanzado manejo terapéutico, la pericarditis constrictiva continúa siendo una entidad eminentemente quirúrgica.

REFERENCIAS

- Acharya, A., Koirala, R., Rajbhandari, N., Sharma, J., & Rajbanshi, B. (2018). Anterior Pericardiectomy for Postinfective Constrictive Pericarditis: Intermediate-Term Outcomes. *The Annals of thoracic surgery*, *106*(4), 1178–1181. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.04.048>
- Adler, Y., Charron, P., Imazio, M., Badano, L., Barón-Esquivias, G., Bogaert, J., Brucato, A., Gueret, P., Klingel, K., Lionis, C., Maisch, B., Mayosi, B., Pavié, A., Ristic, A. D., Sabaté Tenas, M., Seferovic, P., Swedberg, K., Tomkowski, W., & ESC Scientific Document Group (2015). 2015 ESC Guidelines for the diagnosis and management of pericardial diseases: The Task Force for the Diagnosis and Management of Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: The European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European heart journal*, *36*(42), 2921–2964. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv318>
- Akhter S. A. (2011). The heart and pericardium. *Thoracic surgery clinics*, *21*(2), 205–viii. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2011.01.007>
- Ariyaratnam, V., Jassal, D. S., Kirkpatrick, I., & Kwong, R. Y. (2009). The utility of cardiovascular magnetic resonance in constrictive pericardial disease. *Cardiology in review*, *17*(2), 77–82. <https://doi.org/10.1097/CRD.0b013e318197e950>
- Beckmann, E., Ismail, I., Cebotari, S., Busse, A., Martens, A., Shrestha, M., Kühn, C., Have-rich, A., & Fegbeutel, C. (2017). Right-Sided Heart Failure and Extracorporeal Life Support in Patients Undergoing Pericardiectomy for Constrictive Pericarditis: A Risk Factor Analysis for Adverse Outcome. *The Thoracic and cardiovascular surgeon*, *65*(8), 662–670. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1593817>
- Benjamin, S. R., Mohammad, A., Shankar, R., Kuruvilla, K. T., Philip, M. A., Thankachen, R., Gnanamuthu, B. R., & Kesavan, P. (2022). Does tuberculosis affect surgical outcomes following pericardiectomy for chronic constrictive pericarditis? Twelve years' experience from a tertiary care center in India. *Indian journal of thoracic and cardiovascular surgery*, *38*(3), 241–250. <https://doi.org/10.1007/s12055-021-01313-y>
- Bertog, S. C., Thambidorai, S. K., Parakh, K., Schoenhagen, P., Ozduran, V., Houghtaling, P. L., Lytle, B. W., Blackstone, E. H., Lauer, M. S., & Klein, A. L. (2004). Constrictive pericarditis: etiology and cause-specific survival after pericardiectomy. *Journal of the American College of Cardiology*, *43*(8), 1445–1452. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.11.048>
- Bogaert, J., & Francone, M. (2009). Cardiovascular magnetic resonance in pericardial diseases. *Journal of cardiovascular magnetic resonance : official journal of the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance*, *11*(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1532-429X-11-14>
- Callahan, J. A., Seward, J. B., Nishimura, R. A., Miller, F. A., Jr, Reeder, G. S., Shub, C., Callahan, M. J., Schattenberg, T. T., & Tajik, A. J. (1985). Two-dimensional echocardiographically

- guided pericardiocentesis: experience in 117 consecutive patients. *The American journal of cardiology*, 55(4), 476–479. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(85\)90397-2](https://doi.org/10.1016/0002-9149(85)90397-2)
- Callahan, J. A., Seward, J. B., & Tajik, A. J. (1985). Cardiac tamponade: pericardiocentesis directed by two-dimensional echocardiography. *Mayo Clinic proceedings*, 60(5), 344–347. [https://doi.org/10.1016/s0025-6196\(12\)60541-2](https://doi.org/10.1016/s0025-6196(12)60541-2)
- Campbell, N. J., Sneij, E., Al-Adwan, S. A., & Wiisanen, M. (2021). Pericarditis after transcatheter aortic valve replacement, a rarely reported post-cardiac syndrome. Complex Clinical Cases. *Journal of the American College of Cardiology*, 77(18 Supplement 1) 2476. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(21\)03831-6](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(21)03831-6)
- Celik, S., Celik, M., Aydemir, B., Tanrikulu, H., Okay, T., & Tanrikulu, N. (2012). Surgical properties and survival of a pericardial window via left minithoracotomy for benign and malignant pericardial tamponade in cancer patients. *World journal of surgical oncology*, 10, 123. <https://doi.org/10.1186/1477-7819-10-123>
- Chang, S. A., & Oh, J. K. (2019). Constrictive Pericarditis: A Medical or Surgical Disease? *Journal of cardiovascular imaging*, 27(3), 178–186. <https://doi.org/10.4250/jcvi.2019.27.e28>
- Chiabrando, J. G., Bonaventura, A., Vecchié, A., Wohlford, G. F., Mauro, A. G., Jordan, J. H., Grizzard, J. D., Montecucco, F., Berrocal, D. H., Brucato, A., Imazio, M., & Abbate, A. (2020). Management of Acute and Recurrent Pericarditis: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, 75(1), 76–92. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.11.021>
- Chowdhury, U. K., Subramaniam, G. K., Kumar, A. S., Airan, B., Singh, R., Talwar, S., Seth, S., Mishra, P. K., Pradeep, K. K., Sathia, S., & Venugopal, P. (2006). Pericardiectomy for constrictive pericarditis: a clinical, echocardiographic, and hemodynamic evaluation of two surgical techniques. *The Annals of thoracic surgery*, 81(2), 522–529. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.08.009>
- Cho, Y. H., Schaff, H. V., Dearani, J. A., Daly, R. C., Park, S. J., Li, Z., & Oh, J. K. (2012). Completion pericardiectomy for recurrent constrictive pericarditis: importance of timing of recurrence on late clinical outcome of operation. *The Annals of thoracic surgery*, 93(4), 1236–1240. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.01.049>
- Cho, Y. H., & Schaff, H. V. (2013). Surgery for pericardial disease. *Heart failure reviews*, 18(3), 375–387. <https://doi.org/10.1007/s10741-012-9338-7>
- Churchill, E. D. (1929). Decortication of the heart (delorme) for adhesive pericarditis. *Arch Surg*. 19(6), 1457–1469. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1929.01150060519026>
- Clínica Mayo. (s. f.). Pericarditis. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/pericarditis/symptoms-causes/syc-20352510>.
- Depboylu, B. C., Mootosamy, P., Vistarini, N., Testuz, A., El-Hamamsy, I., & Cikirikcioglu, M. (2017). Surgical Treatment of Constrictive Pericarditis. *Texas Heart Institute journal*, 44(2), 101–106. <https://doi.org/10.14503/THIJ-16-5772>
- Di Lazzaro, D., Di Bella, I., Pasquino, S., Berti, V., & Da Col, U. (2020). Pericardiectomy for constrictive pericarditis. *Multimedia manual of cardiothoracic surgery : MMCTS*, 2020, 10.1510/mmcts.2020.076. <https://doi.org/10.1510/mmcts.2020.076>

- Eckstein, F. S., Bohlmann, M. K., Balmer, M. C., & Carrel, T. P. (2001). Constrictive tuberculous pericarditis in a HIV-positive patient. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 19(6), 940–942. [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(01\)00715-1](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(01)00715-1)
- Eiros, R., Barreiro-Pérez, M., Martín-García, A., Almeida, J., Villacorta, E., Pérez-Pons, A., Merchán, S., Torres-Valle, A., Sánchez-Pablo, C., González-Calle, D., Pérez-Escorza, O., Toranzo, I., Díaz-Peláez, E., Fuentes-Herrero, B., Macías-Álvarez, L., Oliva-Ariza, G., Lecomte, Q., Fluxa, R., Bravo-Grande, J. L., Orfao, A., ... Sánchez, P. L. (2022). Afección pericárdica y miocárdica tras infección por SARS-CoV-2: estudio descriptivo transversal en trabajadores sanitarios [Pericardial and myocardial involvement after SARS-CoV-2 infection: a cross-sectional descriptive study in healthcare workers]. *Revista Española de Cardiología*, 75(9), 735–747. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.10.021>
- Farand, P., Bonenfant, F., Belley-Côté, E. P., & Tzouannis, N. (2010). Acute and recurring pericarditis: More colchicine, less corticosteroids. *World journal of cardiology*, 2(12), 403–407. <https://doi.org/10.4330/wjc.v2.i12.403>
- García-Rueda, J. E., Caicedo-Bolaños, A. M., Gómez-Ramírez, L. A., & Sánchez-Madrid, J. R. (2022). Pericarditis Aguda asociada a infección por COVID-19. *Iatreia*, 35(1), 74–78. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.130>
- García-Villarreal O. A. (2022). Professional medical liability, clinical practice guidelines and Lex Artis. The importance of following clinical practice guidelines recommendations. Responsabilidad médica profesional, guías para la práctica clínica y lex artis. La importancia de seguir las recomendaciones de las guías clínicas. *Gaceta medica de Mexico*, 158(6), 430–434. <https://doi.org/10.24875/GMM.M22000723>
- Georghiou, G. P., Stamler, A., Sharoni, E., Fichman-Horn, S., Berman, M., Vidne, B. A., & Saute, M. (2005). Video-assisted thoracoscopic pericardial window for diagnosis and management of pericardial effusions. *The Annals of thoracic surgery*, 80(2), 607–610. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.02.068>
- Geske, J. B., Anavekar, N. S., Nishimura, R. A., Oh, J. K., & Gersh, B. J. (2016). Differentiation of Constriction and Restriction: Complex Cardiovascular Hemodynamics. *Journal of the American College of Cardiology*, 68(21), 2329–2347. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.08.050>
- Gibbon, J. H. Jr. (1962). *Surgery of the Chest*. 1ª Ed. W.B. Saunders Company.
- Gibbon, J. H., Sabiston, D. & Spencer F. (1969). *Surgery of the Chest*. 2ª Ed. W.B. Saunders Company
- Hansen, A. T., Eskildsen, P., & Gotzsche, H. (1951). Pressure curves from the right auricle and the right ventricle in chronic constrictive pericarditis. *Circulation*, 3(6), 881–888. <https://doi.org/10.1161/01.cir.3.6.881>.
- Hemmati, P., Greason, K. L., & Schaff, H. V. (2017). Contemporary Techniques of Pericardiectomy for Pericardial Disease. *Cardiology clinics*, 35(4), 559–566. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2017.07.009>

- Hoit B. D. (2017). Anatomy and Physiology of the Pericardium. *Cardiology clinics*, 35(4), 481–490. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2017.07.002>
- Im, E., Shim, C. Y., Hong, G. R., Yoo, K. J., Youn, Y. N., Chang, B. C., Jang, Y., Chung, N., & Ha, J. W. (2013). The incidence and clinical outcome of constrictive physiology after coronary artery bypass graft surgery. *Journal of the American College of Cardiology*, 61(20), 2110–2112. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.02.033>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2017). Diagnóstico y tratamiento de pericarditis en el adulto. Coordinación Técnica de Excelencia Clínica Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad (Eds.). <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/463GER.pdf>
- Izumi, S., Beppu, S., Matsuhisa, M., Ohmori, F., Park, Y. D., Nagata, S., Kinoshita, N., Miyatake, K., Sakakibara, H., & Nimura, Y. (1987). [The physiological role of the pericardium: studies based on right heart inflow dynamics in cases of left-sided pericardial defect]. *Journal of cardiology*, 17(1), 129–138.
- Jaber, W. A., Sorajja, P., Borlaug, B. A., & Nishimura, R. A. (2009). Differentiation of tricuspid regurgitation from constrictive pericarditis: novel criteria for diagnosis in the cardiac catheterisation laboratory. *Heart (British Cardiac Society)*, 95(17), 1449–1454. <https://doi.org/10.1136/hrt.2008.155523>
- Killian, D. M., Furiasse, J. G., Scanlon, P. J., Loeb, H. S., & Sullivan, H. J. (1989). Constrictive pericarditis after cardiac surgery. *American heart journal*, 118(3), 563–568. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(89\)90273-1](https://doi.org/10.1016/0002-8703(89)90273-1)
- Klein, A. L., Abbara, S., Agler, D. A., Appleton, C. P., Asher, C. R., Hoit, B., Hung, J., Garcia, M. J., Kronzon, I., Oh, J. K., Rodriguez, E. R., Schaff, H. V., Schoenhagen, P., Tan, C. D., & White, R. D. (2013). American Society of Echocardiography clinical recommendations for multimodality cardiovascular imaging of patients with pericardial disease: endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and Society of Cardiovascular Computed Tomography. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*, 26(9), 965–1012.e15. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2013.06.023>
- Ling, L. H., Oh, J. K., Breen, J. F., Schaff, H. V., Danielson, G. K., Mahoney, D. W., Seward, J. B., & Tajik, A. J. (2000). Calcific constrictive pericarditis: is it still with us?. *Annals of internal medicine*, 132(6), 444–450. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-132-6-200003210-00004>
- Ling, L. H., Schaff, H. V., dal-Bianco, J., et al. (2009). Detection of constrictive pericarditis: a single-centre experience of 523 surgically confirmed cases [abstract]. *Journal of the American College of Cardiology*, 53(Suppl 1), eA176.
- Lin, Y., Zhou, M., Xiao, J., Wang, B., & Wang, Z. (2012). Treating constrictive pericarditis in a chinese single-center study: a five-year experience. *The Annals of thoracic surgery*, 94(4), 1235–1240. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.05.002>
- Maciolek, K., Asfaw, Z. E., Krienbring, D. J., Arnsdorf, S. E., & Balkhy, H. H. (2016). Robotic Endoscopic Off-Pump Total Pericardiectomy in Constrictive Pericarditis.

- Innovations (Philadelphia, Pa.)*, 11(2), 134–137. <https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000258>
- Maggiolini, S., De Carlini, C. C., & Imazio, M. (2018). Evolution of the pericardiocentesis technique. *Journal of cardiovascular medicine (Hagerstown, Md.)*, 19(6), 267–273. <https://doi.org/10.2459/JCM.0000000000000649>
- Maisch, B., Ristic, A., Seferovic, P.M., & Tsang, T.S. (2011). *Interventional Pericardiology: Pericardiocentesis, Pericardioscopy, Pericardial Biopsy, Balloon Pericardiotomy, and Intrapericardial Therapy*. Springer.
- Martinou, M., & Gaya, A. (2013). Cardiac complications after radical radiotherapy. *Seminars in oncology*, 40(2), 178–185. <https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2013.01.007>
- Muhammad M. I. (2011). The pericardial window: is a video-assisted thoracoscopy approach better than a surgical approach?. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 12(2), 174–178. <https://doi.org/10.1510/icvts.2010.243725>
- Nishimura, R. A., & Carabello, B. A. (2012). Hemodynamics in the cardiac catheterization laboratory of the 21st century. *Circulation*, 125(17), 2138–2150. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.060319>
- Oh, K. Y., Shimizu, M., Edwards, W. D., Tazelaar, H. D., & Danielson, G. K. (2001). Surgical pathology of the parietal pericardium: a study of 344 cases (1993-1999). *Cardiovascular pathology : the official journal of the Society for Cardiovascular Pathology*, 10(4), 157–168. [https://doi.org/10.1016/s1054-8807\(01\)00076-x](https://doi.org/10.1016/s1054-8807(01)00076-x)
- Qamruddin, S., Alkharabsheh, S. K., Sato, K., Kumar, A., Cremer, P. C., Chetrit, M., Johnston, D. R., & Klein, A. L. (2019). Differentiating Constriction from Restriction (from the Mayo Clinic Echocardiographic Criteria). *The American journal of cardiology*, 124(6), 932–938. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.06.002>
- Rupprecht, L., Putz, C., Flörchinger, B., Zausig, Y., Camboni, D., Unsöld, B., & Schmid, C. (2018). Pericardiectomy for Constrictive Pericarditis: An Institution's 21 Years Experience. *The Thoracic and cardiovascular surgeon*, 66(8), 645–650. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1604303>
- Sakanoue, I., Hamakawa, H., Okubo, Y., Minami, K., Miyamoto, E., Shomura, Y., & Takahashi, Y. (2016). Efficacy and safety of thoracoscopic pericardial window in patients with pericardial effusions: a single-center case series. *Journal of cardiothoracic surgery*, 11(1), 92. <https://doi.org/10.1186/s13019-016-0488-x>
- Santamore, W. P., Li, K. S., Nakamoto, T., & Johnston, W. E. (1990). Effects of increased pericardial pressure on the coupling between the ventricles. *Cardiovascular research*, 24(9), 768–776. <https://doi.org/10.1093/cvr/24.9.768>
- Sharma, P., Verma, M., Bhilwar, M., Shekhar, H., Roy, N., Verma, A., & Pardeshi, G. (2019). Epidemiological profile of tuberculosis patients in Delhi, India: A retrospective data analysis from the directly observed treatment short-course (DOTS)

- center. *Journal of family medicine and primary care*, 8(10), 3388–3392. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_409_19
- Silva-Cardoso, J., Moura, B., Martins, L., Mota-Miranda, A., Rocha-Gonçalves, F., & Lecour, H. (1999). Pericardial involvement in human immunodeficiency virus infection. *Chest*, 115(2), 418–422. <https://doi.org/10.1378/chest.115.2.418>
- Strang, J. I., Kakaza, H. H., Gibson, D. G., Girling, D. J., Nunn, A. J., & Fox, W. (1987). Controlled trial of prednisolone as adjuvant in treatment of tuberculous constrictive pericarditis in Transkei. *Lancet (London, England)*, 2(8573), 1418–1422. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(87\)91127-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(87)91127-5)
- Surós Forns, J., Surós Batllo, J., Surós Batllo, A. (1978). *Semiología médica y técnica exploratoria*. 6ª edición. Salvat Editores, S.A.
- Syed, F. F., Schaff, H. V., & Oh, J. K. (2014). Constrictive pericarditis--a curable diastolic heart failure. *Nature reviews. Cardiology*, 11(9), 530–544. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2014.100>
- Talreja, D. R., Edwards, W. D., Danielson, G. K., Schaff, H. V., Tajik, A. J., Tazelaar, H. D., Breen, J. F., & Oh, J. K. (2003). Constrictive pericarditis in 26 patients with histologically normal pericardial thickness. *Circulation*, 108(15), 1852–1857. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000087606.18453.FD>
- Talreja, D. R., Nishimura, R. A., Oh, J. K., & Holmes, D. R. (2008). Constrictive pericarditis in the modern era: novel criteria for diagnosis in the cardiac catheterization laboratory. *Journal of the American College of Cardiology*, 51(3), 315–319. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.09.039>
- Triviño, A., Cózar, F., Congregado, M., Gallardo, G., Moreno-Merino, S., Jiménez-Merchán, R., & Loscertales, J. (2011). Ventana pericárdica por videotoracosopia [Pericardial window by videothorascopy]. *Cirugía española*, 89(10), 677–680. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.05.006>
- Tsang, T. S., Enriquez-Sarano, M., Freeman, W. K., Barnes, M. E., Sinak, L. J., Gersh, B. J., Bailey, K. R., & Seward, J. B. (2002). Consecutive 1127 therapeutic echocardiographically guided pericardiocenteses: clinical profile, practice patterns, and outcomes spanning 21 years. *Mayo Clinic proceedings*, 77(5), 429–436. <https://doi.org/10.4065/77.5.429>
- Unai, S., & Johnston, D. R. (2019). Radical Pericardiectomy for Pericardial Diseases. *Current cardiology reports*, 21(2), 6. <https://doi.org/10.1007/s11886-019-1092-1>
- Villavicencio, M. A., Dearani, J. A., & Sundt, T. M. (2008). Pericardiectomy for constrictive or recurrent inflammatory pericarditis. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 13, 2–13. <https://doi.org/10.1053/j.optechstcvs.2008.02.001>
- Welch, T. D., Ling, L. H., Espinosa, R. E., Anavekar, N. S., Wiste, H. J., Lahr, B. D., Schaff, H. V., & Oh, J. K. (2014). Echocardiographic diagnosis of constrictive pericarditis: Mayo Clinic criteria. *Circulation. Cardiovascular imaging*, 7(3), 526–534. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.113.001613>

DERIVACIÓN CARDIOPULMONAR EN CIRUGÍA DE CORAZÓN ABIERTO

ELISEO PORTILLA DE BUEN
OMAR SÁNCHEZ RAMÍREZ

John H. Gibbon Jr. fue reconocido particularmente por sus aportaciones al desarrollo de la derivación cardiopulmonar. No se trata de un solo desarrollo en realidad, sino de la implementación de diversos sistemas, en especial los de bombeo de la sangre, el control de su temperatura y el de su oxigenación, tres retos con grandes dificultades, cada uno en su momento. Se podría esperar entonces que el mismo Gibbon fuera quien escribiera este capítulo. Sin embargo, lo dejó en manos de John W. Kirklin, cirujano y Richard A. Theye, anestesiólogo. No participa algún perfusionista, ya que en aquel entonces la perfusión como profesión no tenía un gran desarrollo, tal como había sucedido con la anestesiología años atrás. Bennett A. Mitchell apenas acuñaba la palabra “perfusionist” por esos años (Capolla, 2002).

El tema se presenta como “perfusión del cuerpo completo”, lo que en este caso se logra técnicamente mediante la exclusión de la mayor parte de la circulación menor y la sustitución de la circulación mayor con sistemas mecánicos. En la actualidad se prefiere la denominación “derivación cardiopulmonar” (DCP) y se utilizará en adelante para esta presentación.

El análisis motivo de esta obra resulta en sí mismo un gran reto, pero quizá uno de los más grandes sea el de este capítulo, dados los impresionantes avances, tanto técnicos como conceptuales, sobre la fisiopatología de la DCP y sus implicaciones para la circulación extracorpórea en general, durante los últimos 60 años. Esta evolución ha sucedido alrededor de varios conceptos clave, cada uno de los cuales ahora podría ser el tema de un libro completo.

El marco conceptual con el que abre el capítulo refleja varias circunstancias interesantes. Comienza diciendo: “La perfusión de todo el

organismo desde un oxigenador de bomba es razonablemente bien tolerada por el humano”. Esto podría pasar desapercibido, si no se toma en cuenta que la derivación cardiopulmonar es menos bien tolerada en otras especies, en las que se hizo el desarrollo inicial. Completan la apertura del capítulo tres conceptos fundamentales: a) “seguridad considerable por hasta dos horas”, b) facilitación de la cirugía por interrupción del flujo coronario y cese de la actividad cardíaca y c) la protección miocárdica contra la anoxia utilizando hipotermia. Después de esta introducción, la presentación tiene tres ejes”: las “características controlables” de la perfusión, la “fisiología de la perfusión satisfactoria” y la “técnica de operación (quirúrgica) y de perfusión”.

¿QUÉ CONSIDERABAN KIRKLIN Y THEYE COMO CONDICIONES “CONTROLABLES” DE LA DCP?

En retrospectiva, parecería que era poco lo que se podía controlar, ya que se limitan a mencionar solo cinco puntos, que si bien, no resultan menores y siguen siendo vigentes, quizá no reflejen todo lo que se puede y debe controlar hoy en día.

TEMPERATURA. Primero, la temperatura del perfusato, que consideraban conveniente mantener a 37°C, a menos que se requiriera interrumpir la circulación coronaria, en cuyo caso se reducía la temperatura sistémica a 30°C para asegurar un mejor enfriamiento del corazón. En ese caso se utilizaba la técnica de Hufnagel (Hufnagel *et al.*, 1961), que consistía en agregar solución salina o de Ringer congeladas y granizadas al saco pericárdico inundado con CO₂ a 5-10 L/min. Crear una atmósfera de este gas, muy soluble en agua y por el que la hemoglobina tiene avidez, reducía el riesgo del paso de burbujas de nitrógeno a la circulación.

FLUJO ARTERIAL. Este es claramente controlable por la bomba y se buscaba ofrecer el mínimo posible para reducir la complejidad de la perfusión, alrededor de 2.2 L/min/m² en adultos y 2.4 en niños. Pero no consideraban necesario reducirlo con el paciente a 30°C si no se presentaba un retorno de sangre intracardiaca importante. Presentan una

estimación de la extracción de oxígeno y la saturación venosa central de oxígeno en función de cambios del gasto cardiaco secundarios a la inducción anestésica, que se corrobora con la relación teórica de la saturación de oxígeno venosa central y el flujo. Fue este tipo de cálculo teórico el que se utilizó para determinar los flujos de bomba que han prevalecido durante años, junto con el mínimo permisible, que se obtuvo a partir del concepto de “flujo ácidos” en perros (Andreasen & Watson, 1953). Este surgió de la observación de que, si se ocluía el flujo venoso de las venas cavas, sin obstruir el de la vena ácidos, los perros podían mantener presiones arteriales adecuadas por más de 30 min (Andreasen & Watson, 1952). Comentan que el nivel y la presión de pulso se atenúan y que, si bien se había sugerido en 1960 que una presión de pulso mayor mejoraría el flujo capilar (Nakamura *et al.*, 1989), no existía evidencia clara de ello y no era necesario buscar ampliarla.

PRESIÓN VENOSA. Solo se enfatiza la necesidad de mantenerla por debajo de 15 mm Hg y asegurar una volemia suficiente para garantizar el retorno de volumen adecuado al oxigenador. En la actualidad, generalmente hay un manejo rutinario de la canulación, ya sea con cánulas auriculares únicas o bicavales, de las que existen numerosas variantes comerciales. Sin embargo, gran parte de la flexibilidad de las técnicas de DCP sigue limitada por el drenaje venoso y su manejo debe individualizarse para cada caso. Para ello, Corno (2007) sugiere considerar la fórmula: Donde F = flujo (L/min), D = carga de drenaje (cm H₂O), L = longitud del tubo de retorno venoso (m) y C = área de sección transversal del tubo (cm²). Esta es particularmente útil para considerar en casos especiales, como la presencia de vena cava superior izquierda con drenaje al seno coronario, en presencia o ausencia de vena innominada. Por otro lado, la introducción de drenaje venoso asistido con distintas técnicas ha permitido también el uso de DCP en condiciones especiales, como la cirugía mínimamente invasiva, aunque aún se discuten sus ventajas y desventajas (De Somer, 2011; Saczkowski *et al.*, 2022; Willcox, 2013).

TRAUMA SANGUÍNEO. Sugieren la medición de hemoglobina libre en plasma para la evaluación de los sistemas *ex vivo*, pero no en la situación clínica. No mencionan límites permisibles para el nivel de esta molécula

o el grado de hemólisis. Actualmente, estas pruebas se hacen de acuerdo con regulaciones oficiales (ANSI/AAMI/ISO, 2016), a cargo de los fabricantes de equipos, quienes están obligados a presentar los resultados en el folleto que acompaña al producto. También pueden evaluarse *in vitro* con diferentes criterios (Griffith *et al.*, 1994) o clínicamente (Limandal *et al.*, 2023). Si bien el oxigenador es una fuente de hemólisis, dados los avances de diseño, no es la más importante. De hecho, hay modelos que pueden utilizarse por varios días como los utilizados para soporte extracorpóreo con membrana (ECMO). Aunque la contribución de los sistemas de succión a la hemólisis, en particular las zonas proximales de los aspiradores, era conocida desde principios de los años 1960 (Osborn *et al.*, 1962), hoy se considera que son más importantes que los oxigenadores en la generación de lisis celular (Iwanowski *et al.*, 2022).

CONTENIDO ARTERIAL DE GASES. Establecen un mínimo de 95% de saturación arterial de oxígeno y una $p\text{CO}_2$ alrededor de 30 mmHg. La capacidad de control de estos parámetros dependía fuertemente del tipo de oxigenador utilizado, lo que demuestran con una comparación entre un modelo de hoja y uno de pantalla (Theye *et al.*, 1962). Hoy, el grado de confiabilidad de los oxigenadores es muy alto en términos del intercambio de gases, por lo que el contenido arterial de oxígeno y CO_2 es más manejable y depende del porcentaje de mezcla de CO_2 /aire, el manejo de flujos y temperaturas y las condiciones metabólicas del paciente.

¿QUÉ CONSIDERABAN KIRKLIN Y THEYE COMO FISIOLÓGÍA SATISFACTORIA DE LA PERFUSIÓN?

Resumen una “DCP fisiológica” en seis rubros, muy relevantes, pero que podríamos considerar insuficientes en la perfusión moderna.

PRESIÓN ARTERIAL. Observan que, a flujo constante en normotermia, la presión arterial es baja, pero sube con el tiempo, reconociendo un aumento gradual importante en las resistencias periféricas. Aceptan la consecuencia de presiones arteriales más bajas por exceso de retorno sanguíneo debido a colaterales bronquiales con retorno intracardiaco

elevado, o bien por insuficiencia valvular aórtica o comunicaciones aórticopulmonares.

FLUJO SANGUÍNEO REGIONAL. Desde entonces se identificaba un flujo relativo elevado hacia el cerebro y región esplácnica durante la DCP, con reducción del flujo a músculo, piel y hueso. Interesantemente, se reconocen ignorantes de las implicaciones fisiopatológicas de los cambios en el contorno del pulso arterial, el pH, pO_2 , pCO_2 , temperatura y flujo retrógrado inherentes a los procedimientos.

FLUJO SANGUÍNEO CAPILAR. Solo especulan sobre la posible redistribución del flujo capilar total en función del flujo sistémico local y la temperatura. Hoy, sabemos que la dinámica microcirculatoria en condiciones de circulación artificial es mucho más compleja (Govender & Cabrales, 2022; Govender *et al.*, 2022).

INTERCAMBIO DE GASES. La extracción de oxígeno depende del flujo, lo que es independiente de la saturación arterial, pero sí es función del esquema anestésico y la temperatura. El contenido de oxígeno a nivel tisular solo se podía inferir y se consideraba usualmente adecuado. Estas afirmaciones las basaron en un estudio en el que se comparó el consumo de oxígeno con anestesia basada en ciclopropano antes del inicio de la DCP, contra uno en el que solo se utilizó relajación con tubocurarina o decametonio durante ese periodo (Underwood *et al.*, 1960). Este tipo de manejo respondía, entre otras cosas, a la necesidad de evitar la presencia de vapores explosivos en la sala operatoria mientras se utilizaba electrocauterio. En cuanto a los niveles de CO_2 , su eliminación no se considera desde entonces problemática, pero preocupaba mantener alrededor de 30 mmHg en sangre arterial para asegurar un flujo sanguíneo cerebral adecuado, sin movimientos diafragmáticos excesivos, secundarios a niveles elevados. Era rutinario el uso de CO_2 en la mezcla de gases del oxigenador.

EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE. En condiciones normotérmicas, con los flujos de 2.2-2.4 L/min/m² usados habitualmente en esa época, se observaba típicamente una acidosis metabólica compensada. Es interesante que esta se adjudicaba a las condiciones ventilatorias antes y después de la DCP, y no a las condiciones de la perfusión *per se*.

EFFECTOS SOBRE LA SANGRE. Se consideraba normal la destrucción eritrocitaria secundaria al paso de sangre por los circuitos, lo que era proporcional al flujo y el tipo de oxigenador. Otras fuentes de hemólisis conocidas ahora, como la presencia de zonas de turbulencia, no se mencionan. Llama la atención la aseveración de que el promedio de supervivencia de los eritrocitos después de pasar por los circuitos se reducía a solo nueve días, pero no presentan referencia bibliográfica. Esto implicaría problemas severos de anemia hemolítica en todos los pacientes después de ser sometidos a DCP, lo que no es el caso. El problema es más evidente en el caso de eritrocitos utilizados después del almacenaje en heparina o citratos (Han *et al.*, 2023). Aquí es importante resaltar que en 1963 se utilizaban volúmenes de sangre de banco que ahora se considerarían exorbitantes para un solo paciente: cinco para el purgado y 15 como reserva en caso de sangrados postoperatorios (Krumhaar *et al.*, 1963). Se requerían 150 llamadas telefónicas para asegurar el promedio de las casi 20 unidades de sangre total solicitadas por paciente. De cualquier forma, hoy se conoce la existencia de eriptosis, un tipo de muerte celular en eritrocitos sometidos a hiperosmolaridad, estrés oxidativo o exposición a xenobióticos (Repsold & Joubert, 2018), condiciones frecuentes durante la DCP. La hiperoxia es un contribuyente importante (Gretchen *et al.*, 2022).

Por otro lado, se identificaba una reducción severa del número de leucocitos al final de la DCP y se reemplazaban en el postoperatorio, aparentemente por transfusión, para alcanzar conteos de alrededor de $20,000/\text{mm}^3$. Con el tiempo, se identificaron varios orígenes de esta reducción, principalmente la activación leucocitaria y secuestro en diversos tejidos y zonas de los sistemas extracorpóreos (Doyle & Hunt, 2018; Gatto *et al.*, 2022; Uz *et al.*, 2020). También identificaban reducciones importantes de plaquetas, con muy raros eventos de púrpura. El valor de proteínas no cambia, excepto por reducciones del fibrinógeno. Sí se conocía la desnaturalización de proteínas durante la perfusión (Wright *et al.*, 1962), y se teorizaba que producían agregación eritrocitaria y otras complicaciones, no especificadas.

¿CÓMO DESCRIBÍAN KIRKLIN Y THEYE EL PROCEDIMIENTO DE CIRUGÍA CARDIACA ABIERTA Y DCP?

ANESTESIA. Quizá porque no era el motivo del capítulo, o bien por restricciones de extensión, se limitan a describir el mantenimiento con halotano, particularmente mezclado con los gases de ingreso al oxigenador. Un manejo demasiado simple, incluso para las condiciones de hace 60 años. De cualquier manera, es posible encontrar varias publicaciones de los autores en ese periodo, donde se describe un manejo anestésico más integral (Dawson *et al.*, 1960; Moffitt & Theye, 1959; Patrick *et al.*, 1957; Theye *et al.*, 1962). Por supuesto, el papel del manejo anestésico durante la DCP ha evolucionado y puede ser motivo de varios volúmenes (Zimmerman & Shore-Lesserson, 2018).

MONITOREO. Este rubro refleja mucho más claramente la gran evolución que han tenido la perfusión, la anestesia y, la cirugía en 60 años. Hoy, el monitoreo preciso, estrecho y expedito de una multiplicidad de parámetros ha generado la posibilidad de una mejor comprensión de la fisiopatología y el desarrollo de abordajes, manejos y técnicas más robustos para garantizar resultados óptimos en grupos de pacientes con mayor riesgo. Hace seis décadas, los autores comenzaban por mencionar el monitoreo de la presión venosa vía yugular externa. La presión arterial mediante brazalete antes de la DCP. No se medía la presión arterial durante la perfusión, ya que se consideraba seguro predecirla a partir del flujo, presión venosa y temperatura. Preferían la visión directa del corazón sobre el electrocardiograma y no veían necesidad de un encefalograma. Consideraban la medición de la presión en la línea arterial solo “deseable”, por motivos de seguridad. La temperatura se medía indistintamente en la nasofaringe, esófago medio o la línea de retorno venoso al oxigenador. Finalmente, declaran: “No es necesario monitorear el contenido arterial de gases si las características del oxigenador utilizado se conocen...”. Solo sobre este último aspecto, hoy sabemos que el monitoreo continuo en línea de gases arteriales y venosos permite mantener parámetros fisiológicos de manera más eficiente (Trowbridge *et al.*, 2000), lo que se traduce en la mejoría de un número de variables postoperatorias

(Trowbridge *et al.*, 2000). Ahora no es posible concebir la cirugía con DCP sin un grupo de trabajo constantemente atento a un sinnúmero de sistemas de monitoreo.

INCISIÓN. Preferían el uso de esternotomía media en todos los casos. Si bien, esto se mantiene en la actualidad, en casos especiales existen otros abordajes, como por ejemplo la toracotomía en pacientes reoperados (Cao *et al.*, 2020) y, por supuesto, todas las alternativas de cirugía mínimamente invasiva (Nakayama *et al.*, 2021; Yokoyama *et al.*, 2022).

CANULACIÓN. La conexión al circuito era rutinaria con cánulas de acero inoxidable por acceso extraperitoneal a la arteria iliaca externa en adultos y la iliaca común en pediátricos. Si se requería otro abordaje, se utilizaba una prótesis vascular de ¼” de diámetro suturada término-lateral a la aorta ascendente. La canulación directa en esta ubicación la reservaban solo para bebés. La canulación venosa era bicaval, a través de la orejuela derecha, lo mismo que una cánula extra en presencia de cava superior izquierda, para pasarla por el seno coronario. O una sola cánula para cirugías aórticas y ocasionalmente mitrales. La experiencia de 60 años se ha acompañado de múltiples diseños, usos y abordajes, quizá más allá de lo que entonces se pudiera haber imaginado (Fananas Mastral *et al.*, 2018; Goto *et al.*, 2021; Hirose & Bailey, 1962; Stoklosa *et al.*, 2022).

MANEJO DE LA PERFUSIÓN. El procedimiento inicial es muy parecido al realizado rutinariamente hoy. Desde entonces se enfatizaba la necesidad de descomprimir las cavidades cerradas. Recomendaban cuidar la presión venosa, para indicar transfusión si esta bajaba, o bien, en caso contrario identificar obstrucción del retorno venoso por dificultades técnicas. El uso de reservorios permitía equilibrar los flujos arteriales si el paciente tenía retornos por encima del flujo calculado. Al describir la salida de bomba, hay un error de edición que indica que se deben alcanzar “presiones arteriales de 15 a 18 mmHg”.

La reversión de heparina se hacía con bromuro de hexadimetrina (nombre comercial Polybrene) (Blumberg *et al.*, 1960), aunque ya se había propuesto el uso de protamina (Gemma *et al.*, 1958; Gerbode *et al.*, 1956; Keats *et al.*, 1959).

CONTROL DE LA TEMPERATURA. La rutina era reducir la temperatura a 30°C y recalentar a 37°C, a menos que se decidiera utilizar hipotermia profunda. A través del tiempo, han cambiado las rutinas, con reducciones transoperatorias a cerca de 25°C por razones de seguridad, hasta permitir solo la caída a 30-34°C, sin enfriamiento activo (Condello *et al.*, 2022). A pesar de esfuerzos por normar las mejores prácticas (Engelman *et al.*, 2015), se ha cuestionado la evidencia para el uso o no de hipotermia y hasta qué grado (Ho & Tan, 2011; Rong & Gaudino, 2022; Tveita & Sieck, 2022).

EXPOSICIÓN INTRACARDIACA. Para mantener el campo exangüe, la succión se hacía vía orejuela izquierda. El equipo de Mayo-Gibbon tipo de hoja utilizado por el grupo del Dr. Kirklin incluía un sistema servocontrolado que ajustaba el grado de succión y agregaba gran cantidad de componentes al equipo. Una condición relevante era el enfriamiento cardiaco, que se hacía llenando el foso pericárdico con solución salina congelada y desmenuzada. Después de cinco minutos en enfriamiento, se pinzaba la aorta para detener al corazón, lo que permitía hasta una hora para completar el procedimiento. Diez minutos antes de despinzar, se calentaba al paciente. El campo se llenaba con sangre para evitar que quedara aire en cavidades, antes de cerrarlas. Era rutinaria la necesidad de desfibrilación.

Está claro que hace 60 años no permeaba en la cirugía cardiaca el concepto de preservación miocárdica. No existía claridad sobre lo que ocurría durante la isquemia fría, ni la reperfusión.

OXIGENADOR DE BOMBA. Hacen una descripción del sistema. Es interesante el uso de vacío para el retorno venoso y la succión intracardiaca, así como el retorno automatizado de la sangre oxigenada. Es decir, el control del flujo arterial se hacía modificando las succiones de retorno. Actualmente existen diversos sistemas para drenaje venoso asistido, que permiten el uso de cánulas venosas más delgadas, circuitos más pequeños y menor purgado. Sin embargo, aumenta el riesgo de microembolias gaseosas, por lo que deben integrarse sistemas de detección y manejo de las mismas (Wang & Undar, 2008), que no se consideran totalmente seguras (Willcox, 2013). Las bombas eran de tipo rodillo y utilizaban tubería

de caucho de silicona (*Silastic*). El oxigenador consistía en una serie de 3 a 18 hojas de tereftalato de polietileno (*Mylar*) sobre aluminio delgado. El flujo máximo por hoja era de 225 mL/min. Esto exigía purgados del circuito con hasta 2800 mL de sangre total, para dar flujos de máximo 4.0 L/min. El flujo de gases consistía en 10 L/min de O₂ y 200 mL/min de CO₂. En cuanto a la hemólisis, aceptaban un máximo de 40 mg/dL de hemoglobina libre después de una hora de perfusión. La hemólisis sigue siendo un tema crítico en la actualidad; se presenta desde que inicia la DCP y alcanza los picos más altos incluso 30 min después de detenerla (Hokka *et al.*, 2021). No se ha logrado desarrollar ningún sistema que no se acompañe de destrucción eritrocitaria, aunque se busca llevarla al mínimo posible (Lawson *et al.*, 2017; Walski *et al.*, 2018).

Con esto concluye el capítulo de Kirklin y Theye. Y lo que ha sucedido con la DCP en los últimos 60 años no ha sido poca cosa. Si se hace una búsqueda sencilla en la página PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), con el descriptor: “extracorporeal circulation”[MeSH Major Topic] o “cardiopulmonary bypass”[MeSH Major Topic], aparecen cerca de 56,000 publicaciones entre 1963 y 2023.

¿QUÉ DICEN 60 AÑOS Y 56,000 PUBLICACIONES?

La extensión de la información y los aspectos que involucra la DCP permitirían escribir más de un libro. En el interés del análisis motivo de este capítulo, se esbozarán solo cuatro de estos aspectos, que ilustran una parte de los avances conceptuales y desarrollos durante los años transcurridos desde la publicación del texto de Gibbon y lo que se vislumbra al futuro. A saber, la hemodilución, la regulación microcirculatoria, la respuesta inflamatoria sistémica y el síndrome de isquemia-reperfusión

HEMODILUCIÓN

Un gran avance fue la posibilidad de disminuir la cantidad de unidades de sangre de banco que se requerían para cada procedimiento. Esto se logró a partir de cambios de diseño que permitieron la reducción del volumen requerido para el purgado de los circuitos (Theye *et al.*, 1962). Hoy existen circuitos miniaturizados que han demostrado beneficios clínicos importantes en términos de morbilidad y transfusiones (Cheng *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2023). Otra alternativa fue diluir la sangre, lo que generó intensa investigación sobre los efectos de la hemodilución, los grados tolerables de la misma, los hemodiluyentes ideales y sus efectos hemodinámicos, sobre la oxigenación y la coagulación. Inicialmente se utilizaron cristaloides (Zuhdi *et al.*, 1961), y también se consideraron las ventajas de utilizar coloides para mantener presiones coloidosmóticas más fisiológicas (de Moraes *et al.*, 1962). Los trabajos de Hint (1968) y Messmer *et al.* (1972), mostraron que la disminución de la viscosidad secundaria a la reducción del hematocrito tenía un efecto de mejora del gasto cardiaco, de modo que el transporte de oxígeno a hematocrito de 25 era equivalente al de niveles fisiológicos de 40, y aun mejor de 30. Tomando en cuenta que el flujo de bomba es más controlable, se publicaron experiencias incluso con hemodilución extrema (hematocritos entre 5 y 11) en DCP, con exanguinación pre-bomba y reinfusión del volumen extraído al final (Argüero *et al.*, 1977; Argüero *et al.*, 1975).

Hay cierto consenso general desde entonces en que la hemodilución es beneficiosa porque mejora la microcirculación y compensa la elevación de la viscosidad por hipotermia. Sin embargo, algunas evidencias apuntan a la necesidad de buscar viscosidades menos bajas. Se han identificado umbrales de hematocrito trans-DCP, por debajo de los cuales se deteriora la función renal (Ghatanatti *et al.*, 2015), así como aumentos en la morbilidad relacionados con los hematocritos mínimos, o “nadir” durante la DCP (Fang *et al.*, 1997; Swaminathan *et al.*, 2003). Valores ligeramente por debajo de 25 parecen asociarse con disfunción cognitiva postoperatoria (Soliman *et al.*, 2022), pero no de manera consistente (Portilla-de Buen & Arreola-Torres, 2015; Yuhe *et al.*, 2020). Algunas

evidencias fisiológicas demuestran la necesidad de mantener viscosidades suficientes para asegurar una función microcirculatoria normal, independiente del acarreo de oxígeno (Cabrales *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2021; Sriram *et al.*, 2012), lo que resalta la importancia de considerar la regulación microcirculatoria bajo cualquier condición asociada a la DCP.

REGULACIÓN MICROCIRCULATORIA: EL SÍNDROME VASOPLÉGICO

El síndrome vasoplégico se identificó asociado a la DCP desde los años 1990 (Gomes *et al.*, 1998), aunque también se ha identificado en pacientes sometidos a cirugía cardíaca sin bomba (Gomes *et al.*, 2003). Se estima que se presenta en 25% de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca (Ratnani *et al.*, 2023), lo que hace seguro que existiera desde los primeros casos, aunque probablemente no se identificó durante la DCP por la falta de monitoreo mencionada anteriormente. Se podría especular que un buen número de casos de síndrome vasoplégico se interpretaron como bajo gasto cardíaco postbomba.

A 30 años de la edición del libro de Gibbon, la revista *Science* anunció su “molécula del año”, que resultó ser el óxido nítrico (NO) (Koshland, 1992). Otros 30 años después, no se podría concebir la fisiopatología de la DCP sin considerar el papel central de esta molécula. Si bien, el NO es una molécula simple, sus funciones son múltiples y complejas. La producción endotelial tiene efectos locales, directamente sobre el músculo liso, en donde regula la microcirculación. Mientras que el producido a partir de la forma inducible contribuye de manera importante al estrés oxidativo, tanto en eritrocitos como en el parénquima de diversos órganos. A pesar de su vida media tan corta, funciona además como un señalizador a distancia (Montero *et al.*, 2014), e incluso como preconditionante farmacológico (Sanchez-Perez-Verdia *et al.*, 2001).

Hoy se reconoce que la regulación del flujo microcirculatorio es resultado de un sinfín de elementos, tanto sistémicos como locales. La regulación fina implica un balance complejo entre factores a nivel arteriolar

y capilar, entre los que están los niveles de oxígeno y la producción de NO endotelial. Esta última depende fuertemente de las fuerzas cortantes ofertadas, que son producto de la velocidad de flujo, el diámetro del vaso y la viscosidad de la sangre total. Al parecer, la viscosidad del plasma cobra mayor relevancia a nivel capilar (Cabralés *et al.*, 2004), donde el hematocrito es mucho más bajo que el sistémico (Olson, 2023; Valeanu *et al.*, 2022).

La lectura del capítulo de Kirklin y Theye ilustra la noción de que la microcirculación depende solo de algunas condiciones macrocirculatorias. Hoy está claro que las condiciones locales son quizá más relevantes (Govender & Cabralés, 2022; Muhammad *et al.*, 2022) y que aún queda mucho por explorar y comprender.

RESPUESTA INFLAMATORIA SISTÉMICA

En los años 1960, se habían relacionado los efectos sistémicos de cambios en los niveles locales de algunas moléculas relacionadas con el sistema inmune, lo que se esquematizó como “proceso inflamatorio” (Glenn *et al.*, 1968). Se conocía la reacción de fase aguda (Billingham & Gordon, 1976), conceptualizada como la producción hepática de una batería de proteínas, pero no se había sospechado una relación con la DCP *per se*. El mismo Kirklin publicó años más tarde estudios que demostraban una “reacción inflamatoria de todo el cuerpo” (Kirklin *et al.*, 1987) secundaria al contacto con superficies distintas al endotelio y un esquema que intentaba explicar la respuesta inflamatoria sistémica, basado en producción de calicreína (Tinker, 1989). Durante los años 1990 maduró el concepto de “respuesta inflamatoria sistémica” (Butler *et al.*, 1993), que se reforzó con múltiples estudios que demostraron la participación de moléculas como citocinas (Butler *et al.*, 1992) o interleucinas (Kalfin *et al.*, 1993), células inflamatorias (Gadaleta *et al.*, 1994), plaquetas (Rinder *et al.*, 1995) y células endoteliales (Giacinto *et al.*, 2019). Hoy, se habla en el idioma inglés de SIRS para referirse al “síndrome de respuesta inflamatoria aguda” y de CARS “respuesta compensatoria antiinflamatoria”

(Ward *et al.*, 2008), lo que ilustra una serie de mecanismos complejos que interactúan, no solo durante procesos infecciosos, sino en “inflamación aséptica”, como sucede con la DCP. A 60 años, la respuesta inflamatoria sistémica se considera una parte ineludible del uso de cualquier sistema de circulación extracorpórea y su conocimiento ha permitido explicar con mayor profundidad la fisiopatología de la DCP (Squicciarro *et al.*, 2022) y mejorar sustancialmente su manejo (Kunihara *et al.*, 2023; Yildirim *et al.*, 2022).

SÍNDROME DE ISQUEMIA Y REPERFUSIÓN

En la edición de 1962 no se incluyó un capítulo específico sobre los cambios por isquemia y reperfusión, así como las estrategias de preservación miocárdica, por lo que es muy relevante abordar el tema aquí. Y es que el síndrome de bajo gasto cardiaco post DCP sigue presente como un problema muy importante, relacionado, entre otros factores, con la inducción de isquemia al corazón. La comprensión profunda del síndrome de isquemia-reperfusión miocárdica y su manejo siguen siendo cruciales en la cirugía cardiaca moderna. Desde hace décadas, se había explorado ya el fenómeno de la isquemia y su manejo (DeWall *et al.*, 1971), que llevó al desarrollo de las soluciones de St. Thomas (Hearse *et al.*, 1976), y HTK (Preusse *et al.*, 1981), entre otras, así como algunos fenómenos relacionados con la reperfusión, como la generación de edema y bajo flujo microcirculatorio (Careaga *et al.*, 1995; Chandra *et al.*, 1976), pero la isquemia y reperfusión como síndrome, fue un concepto revolucionario.

Jennings *et al.* (1960), fueron quizá quienes por primera vez hicieron la observación de que la reperfusión no necesariamente sería benéfica para el miocardio isquémico (Hearse, 1977; Jennings *et al.*, 1960). Siguieron las evidencias de que para algunos cambios no había nada que indicara que la lesión se hubiera producido antes de la reperfusión (Bjork & Hultquist, 1967). Se acumuló evidencia de que después de periodos prolongados de isquemia muchas células tenían una lesión, que podía ser reversible o no después de la reperfusión (Ganote *et al.*, 1975). Pero

estaba claro también que la reperfusión por sí misma era nociva (Cerra *et al.*, 1975; Chandra *et al.*, 1976). Se recomendó permitir periodos de reperfusión adecuados con el corazón vacío para mejorar las condiciones (Schaper *et al.*, 1977).

El síndrome se fue caracterizando cada vez mejor (Ginks *et al.*, 1972; Long *et al.*, 1980; Maroko *et al.*, 1972; Schaper *et al.*, 1980), y en 1982 surge el concepto de “miocardio aturdido” (Braunwald & Kloner, 1982).

Un reto aún mayor ha sido explicar los mecanismos subyacentes a cada parte del proceso, incluidas la isquemia, la reperfusión y los fenómenos moleculares que permiten preparar a las células para soportar el síndrome antes (precondicionamiento) y después (poscondicionamiento).

En los años 1980 inicia la era del estudio de radicales de oxígeno libres y estrés oxidativo en la isquemia y reperfusión (McCord, 1985; Shlafer *et al.*, 1982). Se describe la lesión de membranas celulares (Das *et al.*, 1986) y la participación de los neutrófilos como generadores de lesión (Engler *et al.*, 1986; Romson *et al.*, 1983). Después, el efecto protector de un periodo corto de isquemia y reperfusión, antes de la isquemia prolongada, bautizado como preconditionamiento (Murry *et al.*, 1986), llegando a las estrategias de preconditionamiento farmacológico para diversos órganos (Franco-Acevedo *et al.*, 2020; Rodriguez-Reynoso *et al.*, 2001; Sanchez-Perez-Verdia *et al.*, 2001).

Actualmente, no se ha encontrado un método ideal y universal para la protección miocárdica y continúan los esfuerzos por encontrar las mejores estrategias (Pisarenko & Studneva, 2021; Portilla-de Buen *et al.*, 2011; Todorovic *et al.*, 2021), e incluso predictores de bajo gasto cardiaco post DCP (Zou *et al.*, 2022). Sin duda, la protección miocárdica de la isquemia reperfusión es uno de los campos de estudio más activos relacionados con la cirugía cardiaca y la DCP (Bradić *et al.*, 2023; Chan *et al.*, 2023; Ghiragosian *et al.*, 2022; Russell *et al.*, 2022).

CONCLUSIONES

Quedan reflexiones fascinantes que hacer. Por ejemplo, el año 1953 marcó dos hitos en el desarrollo humano. La identificación de la estructura molecular del ADN se publicó el mismo año en que Gibbon realizó la primera DCP en humanos. Y cerca de un cuarto de siglo después, se publicó la evidencia de patrones de expresión génica particulares de la DCP (Ruel *et al.*, 2003; Tomic *et al.*, 2005). ¿Qué nuevo conocimiento depara el futuro?

No se pueden agotar todos los aspectos en un solo escrito, pero sí dejar una idea general que ilustre la riqueza de conocimiento y técnicas que giran alrededor de la DCP. Queda la motivación para estudiar qué ha sucedido con el conocimiento de las alteraciones metabólicas, la infección en el contexto de la microbiómica, los efectos y manejos de la coagulación/anticoagulación, los efectos sobre órganos específicos, etc. La DCP en condiciones especiales como pacientes gestantes, con cirrosis, trombofilia, hemofilia, anemias, crioglobulinemia, obesidad mórbida, insuficiencia renal, trasplante, porfiria, etcétera.

La DCP permitió, no solo resolver la patología de miles de pacientes, sino conocer la función cardíaca mucho más allá de lo imaginable.

Los avances en la comprensión de la fisiopatología de la circulación extracorpórea y los desarrollos tecnológicos en sistemas de bombeo, oxigenación, monitoreo, intercambio de temperatura, etc., han permitido a cirujanos, intensivistas, urgenciólogos y médicos de otras especialidades incursionar en gran cantidad de modalidades de tratamiento de diversas patologías, no solo cardíacas. A 60 años, lo que es posible concluir es que la fisiopatología de la circulación artificial es compleja y aún tiene múltiples vetas interesantes por explorar. Seguramente que el conocimiento cada vez más profundo y los desarrollos tecnológicos que este guía y hace posibles, tienen todavía mucho por aportar en beneficio de los pacientes.

REFERENCIAS

- Andreasen, A. T., & Watson, F. (1952). Experimental cardiovascular surgery. *Br J Surg*, 39(158), 548-551. <https://doi.org/10.1002/bjs.18003915819>
- Andreasen, A. T., & Watson, F. (1953). Experimental cardiovascular surgery; further experiments on the azygos factor. *Br J Surg*, 40(164), 616-621. <https://doi.org/10.1002/bjs.18004016418>
- ANSI/AAMI/ISO 7199:2016; Cardiovascular implants and artificial organs— Blood-gas exchangers (oxygenators). (2016). In: Association for the Advancement of Medical Instrumentation.
- Argüero, R., Escalante-Perales, G., Ochoa, E., & Esponda, M. A. (1977). Hemodilución extrema simultánea a exsanguinación en derivación cardiopulmonar. *Gaceta Médica de México*, 113(3), 139-146.
- Arguero, R., Escalante, G., Ochoa, E., Soria, G., Cuellar, L., & Solis, G. (1975). [Exsanguination, extreme hemodilution and autologous retransfusion in cardiopulmonary bypass]. *Arch Invest Med (Mex)*, 6(1), 41-54. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1156077> (exsanguinacion, hemodilucion extrema y retransfusion autologa en derivacion cardiopulmonar.)
- Billingham, M. E., & Gordon, A. H. (1976). The role of the acute phase reaction in inflammation. *Agents Actions*, 6(1-3), 195-200. <https://doi.org/10.1007/BF01972208>
- Bjork, V. O., & Hultquist, G. (1967). Ultrastructural, enzyme histochemical and light microscopic investigation of the myocardium in cases undergoing open-heart surgery. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg*, 1(1), 27-41. <https://doi.org/10.3109/14017436709131838>
- Blumberg, J. B., Winterscheid, L. C., Dillard, D. H., Vetto, R. R., & Merendino, K. A. (1960). The clinical use of polybrene as an antiheparin agent in open heart surgery. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 39(3), 330-336. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(20\)31839-0](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(20)31839-0)
- Bradić, J., Andjić, M., Novaković, J., Jeremić, N., & Jakovljević, V. (2023). Cardioplegia in Open Heart Surgery: Age Matters. *J Clin Med*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/jcm12041698>
- Braunwald, E., & Kloner, R. A. (1982). The stunned myocardium: prolonged, postischemic ventricular dysfunction. *Circulation*, 66(6), 1146-1149. <https://doi.org/10.1161/01.cir.66.6.1146>
- Butler, J., Chong, G. L., Baigrie, R. J., Pillai, R., Westaby, S., & Rocker, G. M. (1992). Cytokine responses to cardiopulmonary bypass with membrane and bubble oxygenation. *Ann Thorac Surg*, 53(5), 833-838. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(92\)91446-g](https://doi.org/10.1016/0003-4975(92)91446-g)

- Butler, J., Rucker, G. M., & Westaby, S. (1993). Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*, 55(2), 552-559. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(93\)91048-r](https://doi.org/10.1016/0003-4975(93)91048-r)
- Cabrales, P., Martini, J., Intaglietta, M., & Tsai, A. G. (2006). Blood viscosity maintains microvascular conditions during normovolemic anemia independent of blood oxygen-carrying capacity. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 291(2), H581-H590. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.01279.2005>
- Cabrales, P., Tsai, A. G., & Intaglietta, M. (2004). Microvascular pressure and functional capillary density in extreme hemodilution with low- and high-viscosity dextran and a low-viscosity Hb-based O₂ carrier. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 287(1), H363-373. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.01039.2003>
- Cao, H., Zhou, Q., Xue, Y., Fan, F., & Wang, D. (2020). Mitral Valve Surgery via a Right Infra-axillary Thoracotomy in High-Risk Reoperative Patients. *Heart Surg Forum*, 23(2), E200-e204. <https://doi.org/10.1532/hf.2897>
- Capolla, P. R. (2002). A man to be remembered. Bennet A. Mitchell (1923-2002). *Journal of Extra-Corporeal Technology*, 34(34), 168-171.
- Careaga, G., Argüero, R., Chávez-Negrete, A., Valero, G., Portilla, E., García, R. M., Mendoza, L., Angulo, L., & Miranda, Y. (1995). Control of myocardial reperfusion injury with hypertonic-hyperosmotic solution in isolated rabbit heart. *European Surgical Research*, 27, 269-276.
- Cerra, F. B., Lajos, T. Z., Montes, M., & Siegel, J. H. (1975). Hemorrhagic infarction: A reperfusion injury following prolonged myocardial ischemic anoxia. *Surgery*, 78(1), 95-104. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1138403>
- Chan, J., Oo, S., Butt, S., Benedetto, U., Caputo, M., Angelini, G. D., & Vohra, H. A. (2023). Network meta-analysis comparing blood cardioplegia, Del Nido cardioplegia and custodiol cardioplegia in minimally invasive cardiac surgery. *Perfusion*, 38(3), 464-472. <https://doi.org/10.1177/02676591221075522>
- Chandra, R., Baumann, F. G., & Goldman, R. A. (1976). Myocardial reperfusion, a cause of ischemic injury during cardiopulmonary bypass. *Surgery*, 80(2), 266-276. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/941098>
- Cheng, T., Barve, R., Cheng, Y. W. M., Ravendren, A., Ahmed, A., Toh, S., Goulden, C. J., & Harky, A. (2021). Conventional versus miniaturized cardiopulmonary bypass: A systematic review and meta-analysis. *JTCVS Open*, 8, 418-441. <https://doi.org/10.1016/j.xjon.2021.09.037>
- Condello, I., Nasso, G., Serraino, G. F., Mastroberto, P., Fiore, F., Speziale, G., & Santarpino, G. (2022). The Evolution of Temperature Management for Cardiac Surgery: A Historical Perspective. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 36(8 Pt B), 3237-3243. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.12.023>

- Corno, A. F. (2007). Systemic venous drainage: can we help Newton? *Eur J Cardiothorac Surg*, 31(6), 1044-1051. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2007.01.066>
- Das, D. K., Engelman, R. M., Rousou, J. A., Breyer, R. H., Otani, H., & Lemeshow, S. (1986). Role of membrane phospholipids in myocardial injury induced by ischemia and reperfusion. *Am J Physiol*, 251(1 Pt 2), H71-79. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1986.251.1.H71>
- Dawson, B., Theye, R. A., & Kirklin, J. W. (1960). Halothane in open cardiac operations: a technic for use with extracorporeal circulation. *Anesth Analg*, 39, 59-63. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13814575>
- de Moraes D, Jasbik W, Lima A, Braga S, Franco S, Vieira Z. [Extracorporeal circulation with hemodilution. Use of plasma and dextran (Macrodex) as diluents]. *Hospital (Rio J)*. 1962 Jun;61:1197-210. Portuguese. PMID: 14475769.
- De Somer, F. (2011). Venous drainage--gravity or assisted? *Perfusion*, 26 Suppl 1, 15-19. <https://doi.org/10.1177/0267659110394713>
- DeWall, R. A., Vasko, K. A., Stanley, E. L., & Kezdi, P. (1971). Responses of the ischemic myocardium to allopurinol. *Am Heart J*, 82(3), 362-370. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(71\)90302-4](https://doi.org/10.1016/0002-8703(71)90302-4)
- Doyle, A. J., & Hunt, B. J. (2018). Current Understanding of How Extracorporeal Membrane Oxygenators Activate Haemostasis and Other Blood Components. *Front Med (Lausanne)*, 5, 352. <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00352>
- Engelman, R., Baker, R. A., Likosky, D. S., Grigore, A., Dickinson, T. A., Shore-Lesserson, L., & Hammon, J. W. (2015). The Society of Thoracic Surgeons, The Society of Cardiovascular Anesthesiologists, and The American Society of ExtraCorporeal Technology: Clinical Practice Guidelines for Cardiopulmonary Bypass--Temperature Management During Cardiopulmonary Bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 29(4), 1104-1113. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2015.07.011>
- Engler, R. L., Dahlgren, M. D., Peterson, M. A., Dobbs, A., & Schmid-Schonbein, G. W. (1986). Accumulation of polymorphonuclear leukocytes during 3-h experimental myocardial ischemia. *Am J Physiol*, 251(1 Pt 2), H93-100. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1986.251.1.H93>
- Fananas Mastral, J., Bellido Morales, J. A., Ochoa Rea, M. E., Matamala Adell, M., & Ballester Cuenca, C. (2018). Venous Cannulation for Cardiopulmonary Bypass in the Case of Anomaly of the Inferior Vena Cava. *Ann Thorac Surg*, 105(1), e23-e24. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.08.043>
- Fang, W. C., Helm, R. E., Krieger, K. H., Rosengart, T. K., DuBois, W. J., Sason, C., Lesser, M. L., Isom, O. W., & Gold, J. P. (1997). Impact of minimum hematocrit during cardiopulmonary bypass on mortality in patients undergoing coronary artery surgery. *Circulation*, 96(9 Suppl), II-194-199. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9386097>

- Franco-Acevedo, A., Echavarria, R., Moreno-Carranza, B., Ortiz, C. I., Garcia, D., Gonzalez-Gonzalez, R., Bitzer-Quintero, O. K., Portilla-De Buen, E., & Melo, Z. (2020). Opioid Preconditioning Modulates Repair Responses to Prevent Renal Ischemia-Reperfusion Injury. *Pharmaceuticals (Basel)*, *13*(11). <https://doi.org/10.3390/ph13110387>
- Gadaleta, D., Fahey, A. L., Verma, M., Ko, W., Kreiger, K. H., Isom, O. W., & Davis, J. M. (1994). Neutrophil leukotriene generation increases after cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*, *108*(4), 642-647. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7934097>
- Ganote, C. E., Seabra-Gomes, R., Nayler, W. G., & Jennings, R. B. (1975). Irreversible myocardial injury in anoxic perfused rat hearts. *Am J Pathol*, *80*(3), 419-450.
- Gatto, C. S. T., Piccioni, M. A., Strunz, C. M. C., Cestari, I. A., Cunha, L. C. C., Roggerio, A., Silva, V. M. D., Zuccato, M. C. F., Cortella, L. R. X., Kakoi, A. A. Y., Jatene, F. B., Auler Junior, J. O. C., & Galas, F. (2022). Blood cell adhesion to arterial filters analysis by scanning electron microscopy and real-time PCR assay: observational clinical study in cardiac surgery patients. *Perfusion*, *37*(2), 144-151. <https://doi.org/10.1177/0267659120986525>
- Gemma, G. B., Caluzzi, F., & Margaglia, F. (1958). [Neutralization of heparin with protamine sulfate after extracorporeal circulation with the artificial heart-lung apparatus]. *Minerva Chir*, *13*(23), 1455-1457. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13632486> (Neutralizzazione dell'eparina con solfato di protamina dopo circolazione extracorporea con il cuore-polmone artificiale.)
- Gerbode, F., Hurt, R., Osborn, J. J., & Perkins, H. A. (1956). The neutralization of heparin by protamine in extracorporeal circulation. *J Thorac Surg*, *32*(5), 612-619. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13368239>
- Ghatanatti, R., Teli, A., Narayan, P., Roy Chowdhuri, K., Mondal, A., Bhattacharya, S., Sengupta, G., & Datta, M. (2015). Ideal Hematocrit to Minimize Renal Injury on Cardiopulmonary Bypass. *Innovations (Phila)*, *10*(6), 420-424. <https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000196>
- Ghiragosian, C., Harpa, M., Stoica, A., Sânziana, F. O., Bălău, R., Hussein, H. A., Elena, G. S., Neagoe, R. M., & Suci, H. (2022). Theoretical and Practical Aspects in the Use of Bretschneider Cardioplegia. *J Cardiovasc Dev Dis*, *9*(6). <https://doi.org/10.3390/jcdd9060178>
- Giacinto, O., Satriano, U., Nenna, A., Spadaccio, C., Lusini, M., Mastroianni, C., Nappi, F., & Chello, M. (2019). Inflammatory Response and Endothelial Dysfunction Following Cardiopulmonary Bypass: Pathophysiology and Pharmacological Targets. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov*, *13*(2), 158-173. <https://doi.org/10.2174/1872213X13666190724112644>

- Ginks, W. R., Sybers, H. D., Maroko, P. R., Covell, J. W., Sobel, B. E., & Ross, J., Jr. (1972). Coronary artery reperfusion. II. Reduction of myocardial infarct size at 1 week after the coronary occlusion. *J Clin Invest*, *51*(10), 2717-2723. <https://doi.org/10.1172/JCI107091>
- Glenn, E. M., Bowman, B. J., & Koslowske, T. C. (1968). The systemic response to inflammation. *Biochem Pharmacol*, Suppl:27-49. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(68\)90291-8](https://doi.org/10.1016/0006-2952(68)90291-8)
- Gomes, W. J., Carvalho, A. C., Palma, J. H., Teles, C. A., Branco, J. N., Silas, M. G., & Buffolo, E. (1998). Vasoplegic syndrome after open heart surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, *39*(5), 619-623. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9833722>
- Gomes, W. J., Erlichman, M. R., Batista-Filho, M. L., Knobel, M., Almeida, D. R., Carvalho, A. C., Catani, R., & Buffolo, E. (2003). Vasoplegic syndrome after off-pump coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*, *23*(2), 165-169. [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(02\)00734-0](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(02)00734-0)
- Goto, T., Fukuda, I., Konno, Y., Tabata, A., Ohira, T., Kato, R., Yamamoto, K., Ogasawara, J., Daitoku, K., & Minakawa, M. (2021). Clinical evaluation of a new dispersive aortic cannula. *Perfusion*, *36*(1), 44-49. <https://doi.org/10.1177/0267659120923879>
- Govender, K., & Cabrales, P. (2022). Extracorporeal circulation impairs microcirculation perfusion and organ function. *J Appl Physiol (1985)*, *132*(3), 794-810. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00726.2021>
- Govender, K., Jani, V. P., & Cabrales, P. (2022). The Disconnect Between Extracorporeal Circulation and the Microcirculation: A Review. *ASAIO J*, *68*(7), 881-889. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000001618>
- Gretchen, C., Bayir, H., Kochanek, P. M., Ruppert, K., Viegas, M., Palmer, D., & Kim-Campbell, N. (2022). Association Between Hyperoxemia and Increased Cell-Free Plasma Hemoglobin During Cardiopulmonary Bypass in Infants and Children. *Pediatr Crit Care Med*, *23*(2), e111-e119. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002814>
- Griffith, K. E., Vasquez, M. R., Beckley, P. D., & LaLone, B. J. (1994). Predicting oxygenator clinical performance from laboratory in-vitro testing. *J Extra Corpor Technol*, *26*(3), 114-120. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10150678>
- Han, L., Li, L., Linghu, H., Zheng, L., & Gou, D. (2023). Cardiopulmonary bypass in a rat model may shorten the lifespan of stored red blood cells by activating caspase-3. *PLoS One*, *18*(9), e0290295. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290295>
- Hearse, D. J. (1977). Reperfusion of the ischemic myocardium. *J Mol Cell Cardiol*, *9*(8), 605-616. [https://doi.org/10.1016/s0022-2828\(77\)80357-x](https://doi.org/10.1016/s0022-2828(77)80357-x)
- Hearse, D. J., Stewart, D. A., & Braimbridge, M. V. (1976). Cellular protection during myocardial ischemia. The development and characterization of a procedure for the induction of reversible ischemic arrest. *Circulation*, *54*, 193-202. (Not in File)

- Hint, H. (1968). The pharmacology of dextran and the physiological background for the clinical use of Rheomacrodex and Macrodex. *Acta Anaesthesiol Belg*, 2, 119-136.
- Hirose, T., & Bailey, C. P. (1962). The "Universal" Cardiovascular Cannula. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 43(4), 559-560. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(20\)31602-0](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(20)31602-0)
- Ho, K. M., & Tan, J. A. (2011). Benefits and risks of maintaining normothermia during cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery: a systematic review. *Cardiovasc Ther*, 29(4), 260-279. <https://doi.org/10.1111/j.1755-5922.2009.00114.x>
- Hokka, M., Egi, M., Kubota, K., & Mizobuchi, S. (2021). Perioperative Serum Free Hemoglobin and Haptoglobin Levels in Valvular and Aortic Surgery With Cardiopulmonary Bypass: Their Associations With Postoperative Kidney Injury. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 35(11), 3207-3214. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.04.029>
- Hufnagel, C. A., Conrad, P. W., Schanno, J., & Pifarre, R. (1961). Profound cardiac hypothermia. *Ann Surg*, 153, 790-796. <https://doi.org/10.1097/00000658-196105000-00018>
- Iwanowski, I., Bockhaus, J., Richardt, P., Kutschka, I., Hanekop, G. G., & Friedrich, M. G. (2022). A New Evaluation Q-Factor to Be Calculated for Suction Geometries as a Basis for Smooth Suction in the Operating Field to Ensure the Highest Possible Blood Integrity for Retransfusion Systems. *J Extra Corpor Technol*, 54(2), 107-114. <https://doi.org/10.1182/ject-107-114>
- Jennings, R. B., Sommers, H. M., Smyth, G. A., Flack, H. A., & Linn, H. (1960). Myocardial necrosis induced by temporary occlusion of a coronary artery in the dog. *Arch Pathol*, 70, 68-78.
- Kalfin, R. E., Engelman, R. M., Rousou, J. A., Flack, J. E., 3rd, Deaton, D. W., Kreutzer, D. L., & Das, D. K. (1993). Induction of interleukin-8 expression during cardiopulmonary bypass. *Circulation*, 88(5 Pt 2), 11401-406. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8222186>
- Keats, A. S., Cooley, D. A., & Telford, J. (1959). Relative antiheparin potency of polybrene and protamine in patients undergoing extracorporeal circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 38, 362-368. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14405074>
- Kirklin, J. K., Blackstone, E. H., & Kirklin, J. W. (1987). Cardiopulmonary bypass: studies on its damaging effects. *Blood Purif*, 5(2-3), 168-178. <https://doi.org/10.1159/000169466>
- Koshland, D. E., Jr. (1992). The molecule of the year. *Science*, 258(5090), 1861. <https://doi.org/10.1126/science.1470903>
- Krumhaar, D., Foote, A. V., & Maloney, J. V., Jr. (1963). Survival after Extracorporeal Circulation of Stored Erythrocytes Treated with Acid-Citrate-Dextrose (Acid) and Heparin. *J Surg Res*, 3, 404-408. [https://doi.org/10.1016/s0022-4804\(63\)80066-9](https://doi.org/10.1016/s0022-4804(63)80066-9)

- Kunihara, T., Shingu, Y., Wakasa, S., Shiiya, N., & Gando, S. (2023). Impact of Steroid on Macrophage Migration Inhibitory Factor During and After Cardiopulmonary Bypass. *ASAIO J*, 69(4), 391-395. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000001836>
- Lawson, D. S., Eilers, D., Osorio Lujan, S., Bortot, M., & Jagggers, J. (2017). Hemolysis generation from a novel, linear positive displacement blood pump for cardiopulmonary bypass on a six kilogram piglet: a preliminary report. *Perfusion*, 32(4), 264-268. <https://doi.org/10.1177/0267659116679881>
- Li, W., Tsai, A. G., Intaglietta, M., & Tartakovsky, D. M. (2021). A model of anemic tissue perfusion after blood transfusion shows critical role of endothelial response to shear stress stimuli. *J Appl Physiol* (1985), 131(6), 1815-1823. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00524.2021>
- Limandal, H. K., Kaygin, M. A., Ergun, S., Ozkara, T., Diler, M. S., Cucen, H. I., Yildiz, Z., & Dag, O. (2023). Clinical evaluation of two adult oxygenator systems in terms of mortality and major adverse events. *Perfusion*, 38(3), 515-522. <https://doi.org/10.1177/026765912111063830>
- Long, R., Symes, J., Allard, J., Burdon, T., Lisbona, R., Huttner, I., & Sniderman, A. (1980). Differentiation between reperfusion and occlusion myocardial necrosis with technetium-99m pyrophosphate scans. *The American Journal of Cardiology*, 46(3), 413-418. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(80\)90009-0](https://doi.org/10.1016/0002-9149(80)90009-0)
- Maroko, P. R., Libby, P., Ginks, W. R., Bloor, C. M., Shell, W. E., Sobel, B. E., & Ross, J., Jr. (1972). Coronary artery reperfusion. I. Early effects on local myocardial function and the extent of myocardial necrosis. *J Clin Invest*, 51(10), 2710-2716. <https://doi.org/10.1172/JCI107090>
- McCord, J. M. (1985). Oxygen-derived free radicals in postischemic tissue injury. *N Engl J Med*, 312(3), 159-163. <https://doi.org/10.1056/NEJM198501173120305>
- Messmer, K., Lewis, D. H., Sunder-Plassmann, L., Klovekorn, W. P., Mendler, N., & Holper, K. (1972). Acute normovolemic hemodilution. Changes of central hemodynamics and microcirculatory flow in skeletal muscle. *Eur Surg Res*, 4(1), 55-70. <https://doi.org/10.1159/000127600>
- Moffitt, E. A., & Theye, R. A. (1959). Management of anaesthesia, perfusion and supportive care during open intracardiac operations and extracorporeal circulation. *Br J Anaesth*, 31, 411-416. <https://doi.org/10.1093/bja/31.9.411>
- Montero, S., Lemus, M., Luquin, S., Garcia-Estrada, J., Melnikov, V., Leal, C. A., Portilla-de, B. E., & Roces, d. A.-B. (2014). Nitric oxide in the commissural nucleus tractus solitarii regulates carotid chemoreception hyperglycemic reflex and c-Fos expression. *Nitric. Oxide*, 36, 87-93. [https://doi.org/S1089-8603\(13\)00343-1](https://doi.org/S1089-8603(13)00343-1) [pii];10.1016/j.niox.2013.12.004 [doi] (Not in File)

- Muhammad, R., Dharmadjati, B. B., Mulia, E. P. B., & Rachmi, D. A. (2022). Vasoplegia: Mechanism and Management Following Cardiopulmonary Bypass. *Eurasian J Med*, 54(1), 92-99. <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2022.20394>
- Murry, C. E., Jennings, R. B., & Reimer, K. A. (1986). Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*, 74(5), 1124-1136. <https://doi.org/10.1161/01.cir.74.5.1124> (Not in File)
- Nakamura, K., Koga, Y., Sekiya, R., Onizuka, T., Ishii, K., Chiyotanda, S., & Shibata, K. (1989). The effects of pulsatile and non-pulsatile cardiopulmonary bypass on renal blood flow and function. *The Japanese journal of surgery*, 19(3), 334-345. <https://doi.org/10.1007/bf02471410>
- Nakayama, T., Nakamura, Y., Yasumoto, Y., Yoshiyama, D., Kuroda, M., Nishijima, S., Ito, Y., Tsuruta, R., & Hori, T. (2021). Early and mid-term outcomes of minimally invasive mitral valve repair via right mini-thoracotomy: 5-year experience with 129 consecutive patients. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 69(8), 1174-1184. <https://doi.org/10.1007/s11748-020-01573-2>
- Olson, K. R. (2023). Always enough but never too much: the how and why of downregulating tissue oxygenation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 325(4), H888-H891. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00449.2023>
- Osborn, J. J., Cohn, K., Hait, M., Russi, M., Salel, A., Harkins, G., & Gerbode, F. (1962). Hemolysis during Perfusion. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 43(4), 459-464. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(20\)31587-7](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(20)31587-7)
- Patrick, R. T., Theye, R. A., & Moffitt, E. A. (1957). Studies in extracorporeal circulation. V. Anesthesia and supportive care during intracardiac surgery with the Gibbon-type pump-oxygenator. *Anesthesiology*, 18(5), 673-685. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13458862>
- Pisarenko, O., & Studneva, I. (2021). Modulating the Bioactivity of Nitric Oxide as a Therapeutic Strategy in Cardiac Surgery. *J Surg Res*, 257, 178-188. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.07.022>
- Portilla-de Buen, E., & Arreola-Torres, R. (2015). Disfunción cognoscitiva posoperatoria. Papel de la anestesia, la cirugía y la circulación extracorpórea. In I. González-Burgos (Ed.), *Psicobiología de la memoria. Un enfoque interdisciplinario* (1 ed., pp. 397-432). Bios-Médica. (Reprinted from In File)
- Portilla-de Buen, E., Leal, C., García-Martínez, D., Cornejo, A., Zepeda, A., & Aburto, E. (2011). Pig heart preservation with antegrade intracellular crystalloid versus antegrade/retrograde miniplegia. *J Extra Corpor Technol*, 43(3), 130-136. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4679972/pdf/ject-43-130.pdf>
- Preusse, C. J., Gebhard, M. M., & Bretschneider, H. J. (1981). Myocardial "equilibration processes" and myocardial energy turnover during initiation of artificial cardiac arrest

- with cardioplegic solution - reasons for a sufficiently long cardioplegic perfusion. *Thorac Cardiovasc Surg*, 29(2), 71-76. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1023446>
- Ratnani, I., Ochani, R. K., Shaikh, A., & Jatoi, H. N. (2023). Vasoplegia: A Review. *METHO-DIST DEBAKEY CARDIOVASC J*, 19(4), 38-47. <https://doi.org/10.14797/mdcvj.1245>
- Repsold, L., & Joubert, A. M. (2018). Eryptosis: An Erythrocyte's Suicidal Type of Cell Death. *Biomed Res Int*, 2018, 9405617. <https://doi.org/10.1155/2018/9405617>
- Rinder, C. S., Rinder, H. M., Smith, B. R., Fitch, J. C., Smith, M. J., Tracey, J. B., Matis, L. A., Squinto, S. P., & Rollins, S. A. (1995). Blockade of C5a and C5b-9 generation inhibits leukocyte and platelet activation during extracorporeal circulation. *J Clin Invest*, 96(3), 1564-1572. <https://doi.org/10.1172/JCI118195>
- Rodriguez-Reynoso, S., Leal, C., Portilla, E., Olivares, N., & Muniz, J. (2001). Effect of exogenous melatonin on hepatic energetic status during ischemia/reperfusion: possible role of tumor necrosis factor-alpha and nitric oxide. *J Surg Res*, 100(2), 141-149. <https://doi.org/10.1006/jsre.2001.6185>
- Romson, J. L., Hooc, B. G., Kunkel, s. L., Abrams, G. D., Schork, M. A., & Lucchesi, B. R. (1983). Reduction of the extent of ischemic myocardial injury by neutrophil depletion in the dog. *Circulation*, 67(5), 1016-1023.
- Rong, L. Q., & Gaudino, M. (2022). Hypothermia, Meta-Analyses and Reporting Bias: Nothing New Under the Sun. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 36(7), 1891-1892. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2022.03.027>
- Ruel, M., Bianchi, C., Khan, T. A., Xu, S., Liddicoat, J. R., Voisine, P., Araujo, E., Lyon, H., Kohane, I. S., Libermann, T. A., & Sellke, F. W. (2003). Gene expression profile after cardiopulmonary bypass and cardioplegic arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 126(5), 1521-1530. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(03\)00969-3](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(03)00969-3)
- Russell, S., Butt, S., & Vohra, H. A. (2022). In search of optimal cardioplegia for minimally invasive valve surgery. *Perfusion*, 37(7), 668-674. <https://doi.org/10.1177/026765912111012554>
- Saczkowski, R., Zulauf, F., & Spada, S. (2022). An evaluation of hard-shell venous reservoir integrated pressure relief valve pressure mitigation performance. *Perfusion*, 37(1), 37-45. <https://doi.org/10.1177/0267659120976278>
- Sanchez-Perez-Verdia, E., Lopez-Neblina, F., Portilla, E., Ortiz, G. G., Gonzalez-Ojeda, A., & Alvarez, R. (2001). Exogenous nitric oxide protects kidney from ischemia/reperfusion. *J Invest Surg*, 14(6), 313-320. <https://doi.org/10.1080/089419301753435684>
- Schaper, J., Hehrlein, F., Schlepper, M., & Thiedemann, K. U. (1977). Ultrastructural alterations during ischemia and reperfusion in human hearts during cardiac surgery. *J Mol Cell Cardiol*, 9(3), 175-189. [https://doi.org/10.1016/0022-2828\(77\)90028-1](https://doi.org/10.1016/0022-2828(77)90028-1)
- Schaper, J., Schwarz, F., Kittstein, H., Kreisel, E., Winkler, B., & Hehrlein, F. W. (1980). Ultrastructural evaluation of the effects of global ischemia and reperfusion on

- human myocardium. *Thorac Cardiovasc Surg*, 28(5), 337-342. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1022104>
- Shlafer, M., Kane, P. F., & Kirsh, M. M. (1982). Superoxide dismutase plus catalase enhances the efficacy of hypothermic cardioplegia to protect the globally ischemic, reperfused heart. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 83, 830-839.
- Soliman, R., Saad, D., Abukhudair, W., & Abdeldayem, S. (2022). The neurocognitive outcomes of hemodilution in adult patients undergoing coronary artery bypass grafting using cardiopulmonary bypass. *Ann Card Anaesth*, 25(2), 133-140. https://doi.org/10.4103/aca.aca_206_20
- Squicciarro, E., Stasi, A., Lorusso, R., & Paparella, D. (2022). Narrative review of the systemic inflammatory reaction to cardiac surgery and cardiopulmonary bypass. *Artif Organs*. <https://doi.org/10.1111/aor.14171>
- Sriram, K., Salazar Vázquez, B. Y., Tsai, A. G., Cabrales, P., Intaglietta, M., & Tartakovsky, D. M. (2012). Autoregulation and mechanotransduction control the arteriolar response to small changes in hematocrit. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 303(9), H1096-H1106. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00438.2012>
- Stoklosa, K., Contreras, J. R., & Cusimano, R. J. (2022). Cuffed endotracheal tube as a cardiopulmonary bypass venous return cannula. *JTCVS Tech*, 13, 89-91. <https://doi.org/10.1016/j.jtc.2022.02.026>
- Swaminathan, M., Phillips-Bute, B. G., Conlon, P. J., Smith, P. K., Newman, M. F., & Stafford-Smith, M. (2003). The association of lowest hematocrit during cardiopulmonary bypass with acute renal injury after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg*, 76(3), 784-791; discussion 792. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(03\)00558-7](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(03)00558-7)
- Theye, R. A., Kirklin, J. W., & Fowler, W. S. (1962). Performance and Film Volume of Sheet and Screen Vertical-Film Oxygenators. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 43(4), 481-488. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(20\)31590-7](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(20)31590-7)
- Theye, R. A., Moffitt, E. A., & Kirklin, J. W. (1962). Anesthetic management during open intracardiac surgery. *Anesthesiology*, 23, 823-827. <https://doi.org/10.1097/00000542-196211000-00012>
- Tinker, J. H. (1989). *Cardiopulmonary bypass: current concepts and controversies*. Saunders.
- Todorovic, Z., Durasevic, S., Stojkovic, M., Grigorov, I., Pavlovic, S., Jasnica, N., Tosti, T., Macut, J. B., Thiernemann, C., & Dordevic, J. (2021). Lipidomics Provides New Insight into Pathogenesis and Therapeutic Targets of the Ischemia-Reperfusion Injury. *Int J Mol Sci*, 22(6). <https://doi.org/10.3390/ijms22062798>
- Tomic, V., Russwurm, S., Moller, E., Claus, R. A., Blaess, M., Brunkhorst, F., Bruegel, M., Bode, K., Bloos, F., Wippermann, J., Wahlers, T., Deigner, H. P., Thiery, J., Reinhart, K., & Bauer, M. (2005). Transcriptomic and proteomic patterns of systemic

- inflammation in on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting. *Circulation*, 112(19), 2912-2920. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16275880> (In File)
- Trowbridge, C. C., Vasquez, M., Stammers, A. H., Glogowski, K., Tremain, K., Niimi, K., Muhle, M., & Yiang, T. (2000). The effects of continuous blood gas monitoring during cardiopulmonary bypass: a prospective, randomized study--Part II. *J Extra Corpor Technol*, 32(3), 129-137. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11146956>
- Trowbridge, C. C., Vasquez, M., Stammers, A. H., Glowgowski, K., Tremain, K., Niimi, K., Muhle, M., & Yiang, T. (2000). The effects of continuous blood gas monitoring during cardiopulmonary bypass: a prospective, randomized study--Part I. *J Extra Corpor Technol*, 32(3), 120-128. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11146955>
- Tveita, T., & Sieck, G. C. (2022). Physiological Impact of Hypothermia: The Good, the Bad, and the Ugly. *Physiology (Bethesda)*, 37(2), 69-87. <https://doi.org/10.1152/physiol.00025.2021>
- Underwood, R. J., Roth, J. C., & Starr, A. (1960). The influence of anesthetic technique on oxygen consumption during total cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology*, 21, 263-268. <https://doi.org/10.1097/00000542-196005000-00006>
- Uz, Z., Aykut, G., Massey, M., Ince, Y., Ergin, B., Shen, L., Toraman, F., van Gulik, T. M., & Ince, C. (2020). Leukocyte-Endothelium Interaction in the Sublingual Microcirculation of Coronary Artery Bypass Grafting Patients. *J Vasc Res*, 57(1), 8-15. <https://doi.org/10.1159/000501826>
- Valeanu, L., Andrei, S., Ginghina, C., Robu, C., Ciurciun, A., Balan, C., Stefan, M., Stoian, A., Stanculea, I., Cheta, A., Dima, L., Stiru, O., Filipescu, D., Bubenek-Turconi, S. I., & Longrois, D. (2022). Perioperative trajectory of plasma viscosity: A prospective, observational, exploratory study in cardiac surgery. *Microcirculation*, 29(4-5), e12777. <https://doi.org/10.1111/micc.12777>
- Walski, T., Drohomirecka, A., Bujok, J., Czerski, A., Waz, G., Trochanowska-Pauk, N., Gorczykowski, M., Cichon, R., & Komorowska, M. (2018). Low-Level Light Therapy Protects Red Blood Cells Against Oxidative Stress and Hemolysis During Extracorporeal Circulation. *Front Physiol*, 9, 647. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00647>
- Wang, S., & Undar, A. (2008). Vacuum-assisted venous drainage and gaseous microemboli in cardiopulmonary bypass. *J Extra Corpor Technol*, 40(4), 249-256.
- Ward, N. S., Casserly, B., & Ayala, A. (2008). The compensatory anti-inflammatory response syndrome (CARS) in critically ill patients. *Clin Chest Med*, 29(4), 617-625, viii. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2008.06.010>
- Willcox, T. W. (2013). Vacuum assist: angel or demon CON. *J Extra Corpor Technol*, 45(2), 128-132.
- Wright, E. S., Sarkozy, E., Harpur, E. R., Dobell, A. R., & Murphy, D. R. (1962). Plasma protein denaturation in extracorporeal circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 44, 550-556. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14001945>

- Yang, K., Huang, H., Dai, R., Zhang, J., Wei, X., Gao, F., Wu, X., Wu, F., He, S., & Xin, M. (2023). Modified cardiopulmonary bypass with low priming volume for blood conservation in cardiac valve replacement surgery. *J Cardiothorac Surg*, *18*(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s13019-023-02175-8>
- Yildirim, F., Amanvermez Senarlan, D., Yersel, S., Bayram, B., Taneli, F., & Tetik, O. (2022). Systemic inflammatory response during cardiopulmonary bypass: Axial flow versus radial flow oxygenators. *Int J Artif Organs*, *45*(3), 278-283. <https://doi.org/10.1177/039139882211075043>
- Yokoyama, Y., Kuno, T., Takagi, H., Briasoulis, A., & Ota, T. (2022). Conventional sternotomy versus right mini-thoracotomy versus robotic approach for mitral valve replacement/repair: insights from a network meta-analysis. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, *63*(4), 492-497. <https://doi.org/10.23736/s0021-9509.21.11902-0>
- Yuhe, K., Huey Chew, S. T., Ang, A. S., Ge Ng, R. R., Boonkiangwong, N., Liu, W., Hao Toh, A. H., Caleb, M. G., Man Ho, R. C., & Ti, L. K. (2020). Comparison of postoperative cognitive decline in patients undergoing conventional vs miniaturized cardiopulmonary bypass: A randomized, controlled trial. *Ann Card Anaesth*, *23*(3), 309-314. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_192_18
- Zimmerman, J., & Shore-Lesserson, L. (2018). Perioperative safety in coronary artery bypass grafting: the role of the anesthesiologist. *Curr Opin Cardiol*, *33*(6), 627-632. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000570>
- Zou, L., Yu, D., Wang, R., Cun, Y., Li, Y., Wang, Q., Shu, Y., & Mo, X. (2022). Predictors of Low Cardiac Output Syndrome in Infants After Open-Heart Surgery. *Front Pediatr*, *10*, 829731. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.829731>
- Zuhdi, N., Mc, C. B., Carey, J., & Greer, A. (1961). Double-belical reservoir heart-lung machine designed for hypothermic perfusion; primed with 5 per cent glucose in water; inducing hemodilution. *Arch Surg*, *82*, 320-325. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1961.01300080148015>

CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CARDIÓLOGO

CARLOS ALVA ESPINOSA

Contrastar el capítulo de Cardiopatías congénitas (CC), escrito hace 60 años por el doctor Harris B. Shumacker Jr, en el libro de Gibbon (Shumacker, 1962) con lo que ha ocurrido hasta el presente, ha sido una tarea extraordinariamente interesante y placentera que fundamentalmente tiene que ver con el concepto de evolución. Este concepto en su acepción más amplia se refiere al proceso universal del cambio. Los cambios hasta antes de la aparición del hombre habían sido contingencias producto del azar, sin dirección ni objetivos, en donde la selección natural es ciega. Con la aparición de la especie humana se inicia una evolución dirigida, por primera vez, la evolución tiene dirección y sentido. La humanidad apunta hacia una transformación de su entorno para sobrevivir y establecer así el progreso humano, no sin retrocesos, pero paulatina y progresivamente modificando la historia natural.

La medicina es un buen ejemplo de este proceso y precisamente la evolución del abordaje de las cardiopatías congénitas en particular, es un fiel reflejo del progreso. Hoy a 60 años de distancia, la posibilidad de que un niño con CC que recibe tratamiento llegue a la vida adulta es de 89% (Moons *et al.*, 2010). Como consecuencia de esto, desde 2010 existen más adultos con CC que niños con esta anomalía: 66 *versus* 33% (Marelli *et al.*, 2014). Estos datos generales reflejan el progreso en esta disciplina. Lo que veremos en este capítulo, de manera particular, será el contraste entre lo que se hacía hace 60 años, con lo hecho actualmente, en algunas entidades específicas. Referiremos solo algunos de los cambios más relevantes, especialmente a los procesos diagnósticos y a las intervenciones médicas que se miden contra la evolución natural de la enfermedad, señaladamente la sobrevida.

TRANSPOSICIÓN DE LOS GRANDES VASOS (TGV)

La TGV es la causa más frecuente de cianosis en recién nacidos, algunos con datos de insuficiencia cardíaca y muchos sin soplos. Probablemente los resultados del tratamiento TGV actuales, representen los cambios más espectaculares en los últimos 60 años en la modificación de la historia natural de una cardiopatía congénita. Recordemos, ahora, como hace seis décadas, 90% de los niños, con TGV, sin tratamiento, morían antes de cumplir el primer año de vida (Liebman *et al.*, 1969). Shumacker relata los resultados quirúrgicos de la que llamaban corrección total, mediante la “retransposición interatrial” (conocida ahora como switch atrial o cirugía de Mustard o Senning, actualmente en desuso), nos hace la siguiente drámatica descripción:

Sin embargo, tres pequeñitos niños en severa e intratable insuficiencia cardíaca, no sobrevivieron, la operación fue realizada con éxito en un niño de un año de edad. (Shumacker, 1962 p. 788)

Este único logro, junto con la devastadora historia natural de estos enfermos, justifica e impulsa al autor a continuar los esfuerzos para la corrección total.

En contraste, a seis décadas de distancia, la operación de Jatene o switch arterial (la operación que corrige anatómicamente la TGV) tiene una mortalidad operatoria de 0 a 2.2% (Fraser, 2017) en tanto que la supervivencia a 20 años es cercana al 90% (Villafañe *et al.*, 2014) con una calidad de vida, en la mayoría de ellos, prácticamente normal

Es muy importante señalar que el diagnóstico definitivo de la TGV, como en el resto de las cardiopatías congénitas, requería necesariamente del cateterismo cardíaco; en la actualidad los enfermos son diagnosticados de forma rápida, no invasiva en la cuna del enfermo mediante ecocardiografía, lo que ha constituido una revolución en el paradigma diagnóstico de todas las cardiopatías congénitas. La mayoría de los casos se diagnostican correctamente mediante esta herramienta (bi o tridimensional) y un sin número de ellas se operan sin cateterismo.

Enfocándonos nuevamente en la TGV, una vez confirmado el diagnóstico por ecocardiografía, dos medidas terapéuticas han sido importantes en el manejo inicial de recién nacido: 1) la septostomía auricular (Rashkind & Miller, 1966) y 2) el uso de las prostaglandinas (Olley *et al.*, 1976), que permiten la supervivencia inmediata del enfermo, mejorando la mezcla de sangre a nivel auricular y dilatando el conducto arterioso respectivamente, en lo que se prepara al enfermo para la operación.

COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR (CIV)

En el libro de Gibbon, la CIV es uno de los temas más ampliamente tratado. Si bien el tratamiento quirúrgico estaba indicado en los defectos grandes, el dilema al que se enfrentaban residía en los lactantes en insuficiencia cardíaca. Había dos conductas, una era cerrar el defecto bajo derivación cardiopulmonar total (DCP) o aplicar un bandaje de la arteria pulmonar, para 1962, la DCP tiene pocos años y su utilización en niños pequeños es reducida. El autor del capítulo se inclina por el bandaje, propuesto por Muller. Sin embargo, lo más interesante radica en que todavía no se plantean, en los enfermos con CIV grande y enfermedad vascular pulmonar, la contraindicación de operarlos, más aún Schumacher (1962), es optimista. Cita los resultados quirúrgicos de Kirklin, quien entonces tenía los mejores números en CIV: había logrado reducir la mortalidad de 24% en 1958 a 20% a 1959 en este grupo de pacientes. A 60 años de distancia y con las ventajas de los estudios de seguimiento a largo plazo, ahora comprendemos que ese optimismo era infundado, pero, impulsado por el deseo de ayudar a estos enfermos. Justo es señalar que Schumacher era consciente de la necesidad de estudios a largo plazo, idea que plasma a todo lo largo de su capítulo.

Desde los años 60 del siglo pasado, se reconoció que la mayor mortalidad por CC ocurría en recién nacidos y lactantes. Sobre esta base, Barratt-Boyes *et al.* (1976), en Nueva Zelanda y Castañeda *et al.* (1977) inician el tratamiento correctivo de estas lesiones en niños pequeños, con derivación cardiopulmonar total (DCP), convirtiéndose en los líderes

de una nueva era, la era de los recién nacidos y lactantes corregidos bajo DCP. Este criterio prevalece hasta nuestros días, extendido por todo el mundo. La CIV no es la excepción. Esta conducta, en la CIV, evita muertes tempranas por insuficiencia cardíaca en los lactantes y previene el desarrollo de enfermedad vascular pulmonar. En la actualidad la mortalidad operatoria fue de cero, en una serie de 243 pacientes (Schipper *et al.*, 2017), con media de edad y peso de 5.6 meses y 6.0kg respectivamente. Solo dos casos requirieron marcapaso definitivo por bloqueo auriculo ventricular completo postquirúrgico (0.8%).

Por otro lado, si bien el cateterismo cardíaco y la angiocardigrafía se conocían desde hacía un par de décadas, era inimaginable la cardiología intervencionista. Serían necesarios cuatro años más para que Rashkind *et al.* (1966) utilizara un catéter balón para crear una septostomía auricular en los casos de transposición completa de los grandes vasos y más de 20 años para que la cardiología intervencionista lograra el primer cierre de CIV por cateterismo cardíaco. Desde entonces, las mejorías técnicas de los dispositivos y le experiencia han permitido obtener en casos seleccionados, resultados similares a los obtenidos con el cierre quirúrgico (Murray *et al.*, 2019).

ESTENOSIS VALVULAR AÓRTICA

Schumacher describe con claridad la clínica y la exploración física de la estenosis valvular aórtica en niños mayores. Disnea, angina y síncope son los síntomas clásicos, así como el soplo expulsivo irradiado a cuello. Interesante, no se menciona la lesión en recién nacidos y lactantes. El cateterismo cardíaco y la angiocardigrafía confirman y definen el diagnóstico, sin embargo, el criterio quirúrgico no está señalado en términos de gradiente, sino más bien, en bases clínicas. En cuanto al tratamiento, Schumacher señala otros autores que utilizan la hipotermia para realizar la comisurotomía aórtica cerrada, pero está convencido de hacerla bajo DCP, criterio que se consolidará en algunos años. Describe sus siete casos operados con éxito. Señaladamente, relata el caso de un joven de 17 años con válvula aórtica

severamente calcificada (muy infrecuente a esa edad) que después de la operación presentó insuficiencia aórtica, la cual se resolvió satisfactoriamente con el implante de una prótesis aórtica. Situación bien conocida hasta nuestros días. Además de mencionar la etiología reumática en pacientes mayores, especula sobre si la comisurotomía evitará la calcificación a largo plazo e insiste en la necesidad de seguimiento a largo plazo, en esa época, no se contaba con seguimientos a largo plazo.

Los dos cambios más importantes en las últimas décadas son probablemente: 1) El tratamiento quirúrgico en lactantes, gracias a los progresos en la miniaturización del instrumental y la experiencia y, 2) El surgimiento de la cardiología intervencionista. La valvuloplastia aórtica con balón se utilizó por primera vez por Lababidi, en 1983; desde entonces el procedimiento se ha generalizado (Alva *et al.*, 2002; Alva *et al.*, 2004; Kallio *et al.*, 2017; Auld *et al.*, 2019). En recién nacidos y lactantes menores con estenosis grave, es una indicación precisa (McElhinney, *et al.* 2005; McLean *et al.*, 2006). Cuando se comparó en este grupo de edad la cirugía con el intervencionismo, Zain *et al.* (2006) encontró que la valvuloplastia tuvo más reintervenciones, pero menores estancias en terapia intensiva y hospitalarias, así como menos insuficiencia aórtica severa. Ambos procedimientos son paliativos. En niños mayores, Hill *et al.* (2016) en una revisión sistemática y metaanálisis comparando la comisurotomía quirúrgica con la valvuloplastia, encuentra que el tiempo libre de reintervención es menor que con cirugía, pero no hubo diferencias en cuanto a mortalidad temprana o tardía ni en el tiempo libre de implantación de prótesis aórtica. La valvuloplastia evita la esternotomía y la utilización de DCP en la primera intervención. Los enfermos con anillo aórtico reducido o con otras lesiones severas asociadas, son quirúrgicos. Un gradiente pico-pico igual o mayor a 50mmHg o un gradiente de 60mmHg por ecocardiografía Doppler indican la intervención. En los últimos años, la utilización de estimulación cardíaca con marcapaso “pacing” asociada a la valvuloplastia, ha reducido significativamente la insuficiencia aórtica secundaria a esta última (David *et al.*, 2007). Una revisión sistemática reciente que incluyó a 72 pacientes pediátricos concluyó que la estimulación cardíaca con marcapaso es segura, efectiva y

puede ayudar en la estabilización del balón durante la valvuloplastia y disminuir la insuficiencia aórtica post procedimiento. No se encontró en esta revisión ningún caso de insuficiencia aórtica severa con esta nueva técnica (Mylonas *et al.*, 2020). Sin embargo, son necesarios estudios prospectivos aleatorizados, que comparen la valvuloplastia con y sin “pacing” y estos procedimientos con la valvulotomía quirúrgica.

COMUNICACIÓN INTERAURICULAR (CIA)

En 1962, se conocía muy bien la elevada frecuencia de la CIA, sus manifestaciones clínicas: fatiga, segundo ruido desdoblado fijo, e hiperflujo en la placa de tórax, con algunos enfermos asintomáticos. Sabían muy bien que hay dos grupos de enfermos, la mayoría con hiperflujo pulmonar, pero resistencias bajas y el grupo reducido de adultos jóvenes con defecto grande, discreto corto circuito y resistencia pulmonares altas y que en este último grupo la mortalidad era alta. Aunque varios autores todavía realizaban el cierre de la CIA bajo hipotermia sin derivación, Schumacher opta por el empleo de la DCP. Tuvo dos fallecimientos en su serie de 49 niños y agrega los resultados de Gerbode de 77 casos, y Cooley con 8 en 172 enfermos, con cero mortalidad en los últimos 109 pacientes. Como en el tema de CIV, descrito antes, llama la atención cómo Shumacher piensa que la muerte de enfermos operados con CIA y resistencias altas puede atribuirse, por ejemplo, a la falta de asistencia respiratoria en el postoperatorio inmediato y junto con otros autores insisten en que los resultados pueden mejorar en este grupo de enfermos. Desde luego, hace la reflexión sobre la falta de estudios a largo plazo. Claramente se percibe el deseo y el impulso de operar para corregir una lesión, pero la gran pregunta que persiste hasta nuestros días: se puede corregir un defecto, ¿pero se debe hacer? Los estudios a largo plazo demostrarían que, en los pacientes con enfermedad vascular pulmonar fija, más de 8 de URP, la corrección está contraindicada en cualquier corto-circuito que en un principio fue de izquierda a derecha.

Desde que Mills y King (1976) cerraron por primera vez una CIA por cateterismo, se han desarrollado múltiples dispositivos y mejoras en las técnicas de apoyo visual (ecocardiograma transesofágico e intracardiaco) hasta convertirse en una alternativa segura, rápida y económica al cierre quirúrgico. Fraisse *et al.* (2018) señalan los criterios de inclusión, en base a la experiencia de diversas series con lo que se han precisado las indicaciones: defectos menores de 38mm de diámetro y con buenos bordes, ausencia de lesiones quirúrgicas asociadas y de enfermedad vascular pulmonar, y peso de los niños de 15kg o más. Existen reportes en pacientes con peso menor, pero tienen más riesgo de complicaciones y se requieren seguimientos a largo plazo para precisar su seguridad. A pesar de reunir satisfactoriamente los criterios de inclusión para el cierre percutáneo, puede haber mortalidad, O'Byrne y Levi (2019) en su excelente revisión encuentran en series contemporáneas un riesgo de mortalidad hospitalaria de 0 a 0.015%. También existen complicaciones a corto y largo plazo, la más temida es la erosión cardíaca por el dispositivo, Fraisse *et al.* (2018) a partir de varias series reportan un riesgo de 0.04 a 0.3% sobre el total de cierres.

En resumen, la mayoría de los enfermos con CIA, predominantemente *ostium secundum*, se cierran actualmente con éxito por cardiología intervencionista, con muy baja morbi-mortalidad. Para la mayoría de los demás casos, la cirugía está indicada.

Una vez descrito lo anterior, es importante señalar que los esfuerzos realizados en la cirugía de mínima invasión con esternotomía reducida y los de cirugía toracoscópica video asistida (O'Byrne & Levi, 2019) abren un nuevo horizonte promisorio, sin embargo, son necesarias investigaciones a fondo con estudios a largo plazo aleatorizados que comparen estos procedimientos con los quirúrgicos tradicionales y con la cardiología intervencionista.

TETRALOGÍA DE FALLOT (T DE F)

La T de F es la cardiopatía congénita cianógena más estudiada desde que Fallot (1888), hiciera la primera descripción anatomoclínica de esta entidad (hubo otros, pero sin la precisión y correlación señalada). Maude Abbot, contribuyó a su comprensión y a ella se atribuye el epónimo de Fallot a esta cardiopatía, sin embargo, fue con Helen Taussig que se produjo el primer gran salto al tratamiento quirúrgico de las cardiopatías congénitas cianógenas: la primera paliación quirúrgica, una fístula sistémico pulmonar en una niña con T de F con mejoría inmediata (Blalock & Taussig, 1944), el segundo salto, ocurrió con la invención de la bomba de circulación extracorpórea de Gibbon, J.R. (1953), precisamente el autor que estamos contrastando y que abrió la sorprendente posibilidad de corregir esta y un sinnúmero de CC.

Retomando el tema en el libro de Gibbon, Shumacher expone con claridad las características clínicas y paraclínicas del Fallot: cianosis desde la infancia, crisis de hipoxia en los casos severos, flujo pulmonar disminuido con pulmonar excavada en la teleradiografía de tórax, advirtiendo que es mediante el cateterismo cardíaco con el que se hace el diagnóstico definitivo.

En cuanto al tratamiento, en aquellos días estaba clara la utilidad de la fístula de Blalock/Taussig, en especial en los niños con cianosis severa, no así en aquellos con cianosis ligera. Shumacher se mostraba optimista en su serie, al reducir la mortalidad de 4.5 a 1.3% en los últimos 76 casos, pero estaba consciente de que la mortalidad se incrementaba en menores de 18 meses; así mismo conocía el fracaso de casos que desarrollaban insuficiencia cardíaca provocada por una fístula demasiado grande. También sabía que en el mejor de los casos los enfermos mejoraban con la paliación, pero no todos; la decisión más difícil que se planteaba consistía en si optar por la corrección total. Curiosamente divide los resultados quirúrgicos de esta, en tres grupos: Sin cianosis, 0% de mortalidad, con cianosis moderada, 14% y 23% para los casos con cianosis severa. Adicionalmente reporta 9% de bloqueo auriculoventricular postquirúrgico y comenta con admiración la serie 110 enfermos operados por Kirklin

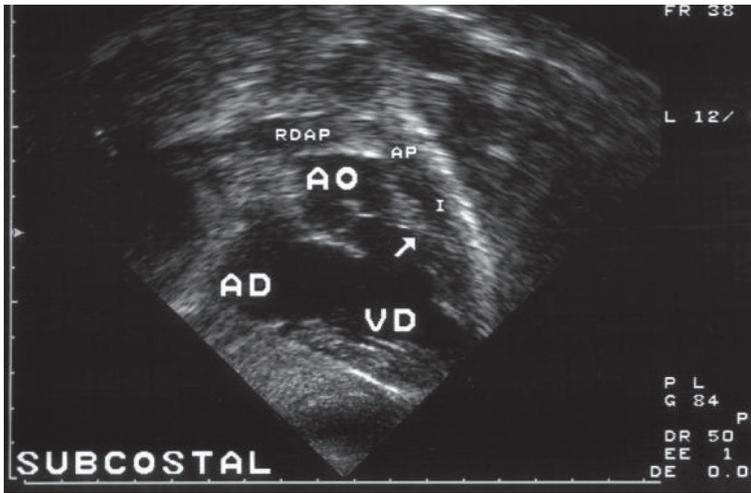


Figura 1. Ecocardiograma. Subcostal eje largo, enfermo con Tetralogía de Fallot. La flecha señala el desplazamiento anterior del septum infundibular característico obstruyendo la el tracto de salida del VD, infundíbulo I, VD ventrículo derecho, AD aurícula derecha, AO aorta, RDAP rama derecha de arteria pulmonar
Fuente: Carlos Alva Espinosa.

con 17% de fallecidos. Con las experiencias de entonces, Shumacher revela su criterio quirúrgico: pacientes sin cianosis o cianosis moderada, corrección total y aquellos con cianosis severa van a fístula. Un hecho revelador de la difícil decisión era que recomendaba, a partir de ofrecerles las opciones disponibles, consultar a los padres sobre qué camino elegir. Esta conducta obligatoria en nuestros días era rara en aquella época y refleja la profunda preocupación por los enfermos, que no operados, aproximadamente 50% de ellos mueren en los primeros años de vida y difícilmente alguno, sobrevive a los 30 años (Bertranou *et al.*, 1978). En contraste, en la actualidad, el diagnóstico rara vez requiere cateterismo y pueden operarse con diagnóstico ecocardiográfico (figura 1). En cuanto a los resultados quirúrgicos, puede esperarse que 90% en los niños operados de corrección total sobrevivan hasta la quinta década de la vida (Hickey *et al.*, 2009) mientras que recientemente (Smith *et al.*, 2019) reporta una sobrevivencia del 94.5% a 25 años de seguimiento.

Estas cifras son el resultado de un proceso evolutivo a través de varias décadas. En este sentido, analizar la experiencia del Hospital Sick Children's de Toronto es demostrativo de este proceso. En su experiencia inicial

hacían la corrección en dos tiempos, luego hubo un periodo de transición de 1993 a 1998 en donde fueron abandonando la paliación, de tal modo que el antecedente de fístula antes de corrección total pasó de 38 al 0% en una serie de 227 casos consecutivos sometidos a corrección total, con una mortalidad de solo 2.6% y de 0% en los últimos tres años (Apitz *et al.*, 2009). Este proceso ha sido acompañado de la tendencia, iniciada por Castañeda y Barratt Boyes, como hemos referido, de operar a los enfermos a temprana edad. Van Arsdell *et al.* (2000), entre otros, concluyen que la mejor sobrevivencia y los mejores resultados fisiológicos se obtienen cuando la corrección total se hace dentro del rango de los 3 a los 11 meses de vida, no antes ni después.

Pero no todo está resuelto, las principales causas de reoperación son la insuficiencia pulmonar, la estenosis y la comunicación interventricular residuales. Las arritmias y la muerte súbita, asociada a ellas siguen siendo motivo de preocupación (Gatzoulis *et al.*, 2000). Con los años, se documentó que la insuficiencia pulmonar importante relacionada al ensanchamiento progresivo del QRS, conduce a la presencia de arritmias graves, falla ventricular derecha y muerte (Harrison *et al.*, 2001). Estos hallazgos cambiaron la valoración de la insuficiencia pulmonar y derivaron a la indicación de prótesis pulmonar temprana, que previene las complicaciones descritas. El riesgo operatorio de la sustitución valvular pulmonar es bajo, menos del 1%, y la sobrevivencia estimada a 10 y 20 años es satisfactoria, de $96 \pm 2\%$ y $94 \pm 3\%$ respectivamente (Hickey *et al.*, 2009).

El implante percutáneo de válvulas cardíacas se ha convertido en uno de los campos más fascinantes de la cardiología actual y el pulmonar no es la excepción. En la serie más grande publicada con 155 enfermos tratados, no hubo mortalidad periprocedimiento y la mortalidad tardía ha sido muy baja (Lurz *et al.*, 2008). Recientemente, Oechslin *et al.* (2018) publican 25 casos con éxito, la mayoría con la prótesis de Medtronic Melody.

Finalmente, la ecocardiografía prenatal ha contribuido a identificar correcta y oportunamente la T de F (Hirji *et al.*, 2010).

NACIMIENTO ANÓMALO DE LA CORONARIA IZQUIERDA DE LA ARTERIA PULMONAR (ALCAPA)

Mejor conocido por su acrónimo en inglés ALCAPA, es un tema tratado por Shumacher brevemente. Por Keith, sabe que los niños mueren en los primeros meses de vida por infarto del miocardio y hace la siguiente recomendación clínica: debe sospecharse el diagnóstico cuando en un menor se encuentre crecimiento cardíaco radiológico e infarto del ventrículo izquierdo por electrocardiograma. Desde luego el diagnóstico de certeza se hacía por cateterismo cardíaco, pero, es muy interesante observar que todavía se debate sobre si la dirección del flujo es hacia la arteria pulmonar o desde ella. Sumacher con Rowe, favorecen claramente el flujo retrógrado, como realmente ocurre: la coronaria derecha perfunde el ventrículo izquierdo a través de colaterales septales para enseguida ascender por el sistema coronario izquierdo hasta la arteria pulmonar. El tratamiento que proponen es la ligadura de la coronaria anómala en su origen en la arteria pulmonar, en un procedimiento cerrado, con resultados satisfactorios, sin embargo, no menciona cifras.

ALCAPA es una fascinante anomalía congénita de las coronarias y es considerada la más importante lesión congénita de las coronarias, por sus implicaciones pronósticas y terapéuticas. Bland *et al.* (1933) publicaron la primera descripción clínica y electrocardiográfica de una niña que falleció por esta enfermedad y en quien se corroboró el diagnóstico por autopsia. Brooks (1886) y Abbot en 1908 habían reportado la malformación, pero sin la correlación anatómica. Ahora sabemos que existen dos grupos de pacientes, los lactantes con isquemia e insuficiencia cardíaca y los mayores, con frecuencia asintomáticos. La explicación radica en que en la mayoría de los lactantes no desarrollan circulación colateral, sobreviene la isquemia, el infarto y la insuficiencia cardíaca. En el reducido número de enfermos que superan el periodo crítico, desarrollando circulación colateral, se evita la isquemia y pueden sobrevivir incluso hasta la vida adulta. En ambos grupos ahora el diagnóstico se hace por ecocardiografía (Houston *et al.*, 1990; Lin *et al.*, 2001; Alva *et al.*, 2009). En los lactantes con insuficiencia cardíaca, gran irritabilidad y datos de isquemia deben estudiarse, de manera urgente

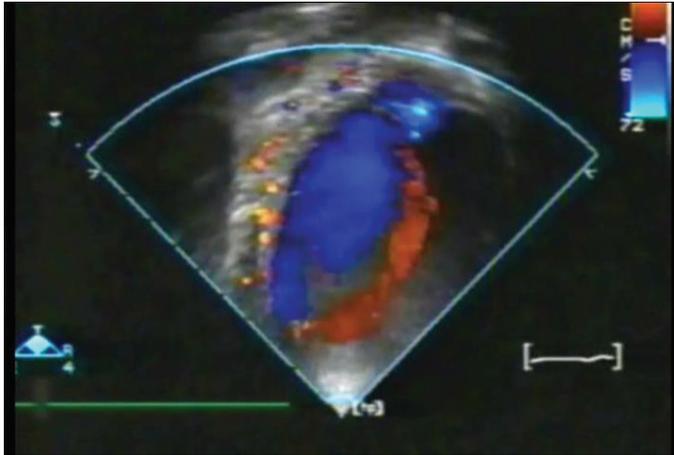


Figura 2. Ecocardiograma apical 4 cámaras. Se observa flujo ascendente anormal en el septum interventricular, alimentado por colaterales. Fuente: Alva *et al.* 2009.

con ecocardiograma, los datos son: imposibilidad de ver el nacimiento de la coronaria izquierda de la aorta, coronaria derecha dilatada, dilatación cardíaca, disfunción ventricular izquierda e insuficiencia mitral; en los mayores el diagnóstico se realiza al observar el flujo de colaterales a través del septum interventricular (figura 2).

El tratamiento actual bajo DCP implica el reimplante de la coronaria anómala derecho o mediante un parche intrapulmonar, con una mortalidad temprana de 2.4% y de cero a 13 años de seguimiento promedio (Naimo *et al.*, 2016), mientras otra serie (Ling *et al.*, 2016) reporta cero de mortalidad. En ambas, la función ventricular se recupera y la insuficiencia mitral se reduce.

TRANSPOSICIÓN CORREGIDA DE LAS GRANDES ARTERIAS (TCGV)

Muy breve es el trato que Shumacher da este extraordinario tema. Apunta que tanto las manifestaciones clínicas como el tratamiento quirúrgico

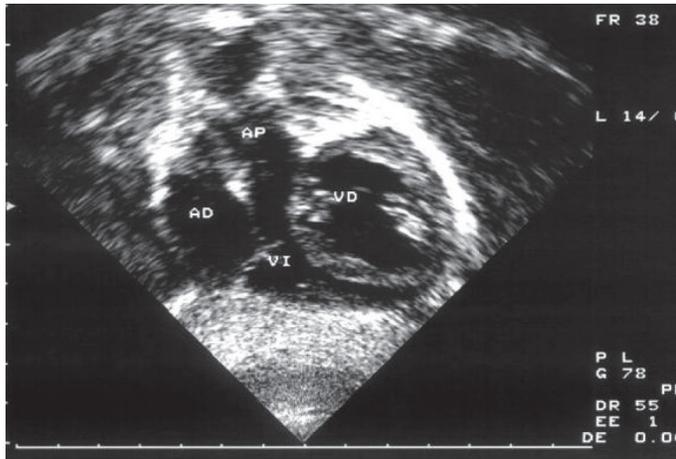


Figura 3. Transposición corregida de las grandes arterias, en un lactante en *situs solitus*. Abordaje subcostal. Se aprecia la conexión atrioventricular donde la aurícula derecha (AD) se conecta con un ventrículo izquierdo (VI) de pared delgada, el septum interventricular protruyendo en su interior. El VI se conecta con la arteria pulmonar (AP) sin estenosis. El ventrículo derecho hipertrófico y globoso. Fuente: Alva-Espinosa, 2016.

es el de las lesiones asociadas. Mucho se ha aprendido desde entonces, pero, también mucho por mejorar.

Cuando el médico ve por primera vez un enfermo en el que la aurícula derecha morfológica se conecta con el ventrículo izquierdo y este con la arteria pulmonar, en tanto que la aurícula izquierda se encuentra comunicada con el ventrículo derecho y este a su vez con la aorta, no puede menos que sorprenderse. Se trata desde luego de la doble discordancia: auriculoventricular y ventriculoarterial, como también se le conoce. Es una entidad rara, pero, quizás no tanto, dado que un número desconocido de individuos no tienen lesiones asociadas y pueden pasar décadas asintomáticos. Cuando están presentes, la combinación más frecuente es comunicación interventricular con estenosis pulmonar e insuficiencia tricuspídea. El diagnóstico se confirma con facilidad mediante el ecocardiograma (figura 3). Efectivamente, las manifestaciones clínicas son las de las lesiones asociadas, pero, con dos agravantes, primera, existe una tendencia al bloqueo AV espontáneo y dos, más importante aún, también con el tiempo, el ventrículo derecho, que es el sistémico tiende a desfallecer, a pesar de que se hayan corregidos las lesiones asociadas.

Estas observaciones llevaron a pensar, ingeniosamente, en corregir quirúrgicamente la doble discordancia, restituyendo al ventrículo izquierdo su función sistémica y al derecho su función en el circuito pulmonar, llamada corrección anatómica o doble “switch” (Ilbawi *et al.*, 1990). Desde entonces se han desarrollado dos abordajes principales: en presencia de estenosis o atresia pulmonar, se realiza un switch a nivel atrial tipo Senning y se reorienta la aorta con el ventrículo izquierdo, a través de la comunicación interventricular mediante un parche, así mismo, se implanta un tubo de Rastelli para conectar el derecho con la arteria pulmonar. En los casos con válvula pulmonar normal y ausencia de obstrucción en esta vía de salida, se realiza el switch atrial junto con el switch arterial para reinstalar las funciones de los ventrículos con su normal circulación. Los resultados tienen un rango desde excelentes, con nula mortalidad y baja morbilidad (Ly *et al.*, 2009), medianamente satisfactorios (Duncan *et al.*, 2003) hasta una serie que los equipara con el abordaje tradicional (Shin’oka *et al.*, 2007) excepto en los casos con insuficiencia tricuspídea donde el doble switch fue superior. Un reciente y excelente metaanálisis de la Universidad de Alabama (Chatterjee *et al.*, 2020) abarcó 895 enfermos sometidos a corrección anatómica, reveló una mortalidad operatoria de 8.3% con 5.3% de reintervenciones.

De cualquier forma, la TCGV sigue siendo un desafío. La corrección anatómica es una cirugía prolongada que requiere experiencia, no exenta de complicaciones. Además, en los enfermos sin estenosis pulmonar, el ventrículo izquierdo no está preparado para soportar la circulación sistémica y requiere de prepararse mediante un bandaje pulmonar previo a la corrección. Es difícil saber qué hacer con los individuos asintomáticos sin lesiones asociadas. ¿Valdrá la pena someterlos a una operación compleja para prevenir la falla ventricular derecha? Dicho esto, resulta evidente que la TCGA sigue siendo un reto, en especial terapéutico. Son necesarios estudios comparativos prospectivos y el desarrollo de nuevas técnicas que disminuyan las complicaciones y ofrezcan una mejor supervivencia (Alva-Espinosa, 2016).

ANEURISMA CONGÉNITO DEL SENO DE VALSALVA (ASV)

Shumacher, desarrolla brevemente el tema. Describe con claridad los síntomas de dolor precordial y la instalación rápida de insuficiencia cardíaca, así como la exploración con *thrill* y soplo continuo precordial, pulsos amplios como de insuficiencia aórtica y muerte, sino se atiende oportunamente al enfermo. Relata la serie de Adam y Scott con 45 casos confirmados con necropsia. Señala que el cierre quirúrgico se hace en el sitio de entrada, ya sea en la aurícula o el ventrículo, pero, describe un caso cerrando la boca del aneurisma por vía intraórtica, todos bajo DCP. Finalmente, sin señalar mortalidad reporta que los últimos 10 casos han evolucionado favorablemente.

Desde al capítulo de Shumacher diversos conocimientos, procedimientos diagnósticos y terapéuticos se han incorporado al manejo de estos enfermos. Desde luego, la clínica es la misma: en todo paciente joven con dolor precordial y soplo continuo en el pecho, debe sospecharse ASV roto. Pronto se supo que la lesión es más frecuente en el lejano Oriente y relacionada comúnmente con la comunicación interventricular (Feldman *et al.*, 2006). A partir de la sospecha diagnóstica debe realizarse, de manera urgente el ecocardiograma transtorácico y/o transesofágico que generalmente son suficientes para confirmar la lesión (Wang *et al.*, 1977; Doost *et al.*, 2020). También han surgido otras modalidades diagnósticas como la tomografía multicorte y la resonancia magnética (Bricker *et al.*, 2010).

Tratamiento quirúrgico. Realizamos una revisión de 14 series publicadas (Alva *et al.*, 2010). La mortalidad operatoria fue muy baja, en promedio 3.17%, en 1,127 enfermos y la sobrevida a 10 y 15 años ha sido de 94 y 90% respectivamente. Cardiología intervencionista. Desde que Cullen *et al.* (1994), realizan en el Royal Brompton Hospital en Londres, el primer cierre, diversos autores han reportado sus experiencias; dos series recientes son relevantes: Zhong *et al.* (2014), publican 22 casos, en 20 hubo éxito y sin complicaciones a 18.5 meses de seguimiento, sin embargo, dos enfermos requirieron implante valvular aórtico de urgencia por insuficiencia aórtica aguda durante el procedimiento intervencionista;

la otra serie reciente de Xiao *et al.* (2018), reportan 33 casos, con éxito en 32 (97%), pero, un caso requirió cirugía de urgencia por la misma razón, insuficiencia aórtica provocada por el procedimiento. El seguimiento promedio fue de 73.5 meses sin complicaciones. No sorprende que estas series sean chinas.

Por ahora, la cardiología intervencionista es una alternativa prometedora, sin embargo, las series son reducidas y los seguimientos cortos. La cirugía es el tratamiento de elección. Se requieren estudios prospectivos aleatorizados. Un tema no resuelto radica en que hacer con los ASV no rotos asintomáticos. Probablemente el seguimiento estrecho con ecocardiogramas sea la mejor conducta.

PANORAMA GENERAL DE LOS PROGRESOS EN EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

Con el surgimiento de la ecocardiografía prenatal, transtorácica, transesofágica, bi y tridimensional, la tomografía multicorte y la resonancia magnética, el problema diagnóstico de las CC se encuentra prácticamente resuelto. Gracias a la reducción en la mortalidad operatoria y a largo plazo, 89% de los enfermos llega a la vida adulta, como consecuencia, ahora, dos tercios de los enfermos con CC son adultos y su prevalencia se incrementa con el tiempo.

El rol de la cardiología intervencionista crece. La experiencia danesa de 39 años, reveló que el cateterismo intervencionista como tratamiento inicial, creció del 5.8% al 25.9% y pasó de ser el único tratamiento del 4.8% al 24%, en tanto que la edad promedio al momento del intervencionismo se redujo de 3.4 a 0.6 años (Larsen *et al.*, 2017). Es relevante mencionar el intervencionismo prenatal guiado por ecocardiografía, en particular la valvuloplastia aórtica prenatal; Tulzer *et al.* (2021), reportan 96% de éxito a partir de 2014.

Sin embargo, es muy interesante asentar que no obstante el crecimiento en la participación de la cardiología intervencionista, el número de intervenciones quirúrgicas crece anualmente, sobre todo en el grupo

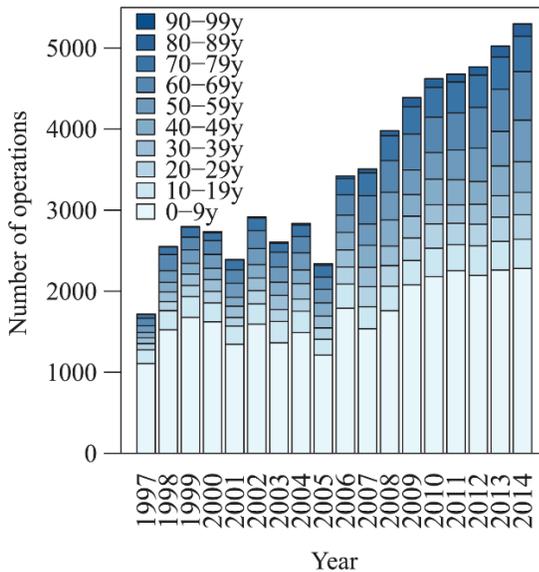


Figura 4. Tabla con el número de cirugías por año y por grupo de edad en Inglaterra. Tomado de Kempny *et al.*, 2017. Observe como el incremento de operaciones aumenta con los años, principalmente en adultos.

de adultos, como lo revela el notable estudio sobre la experiencia de 18 años en Inglaterra (Kempny 2017) (figura 4). El trasplante cardíaco ha prolongado la vida de enfermos operados y no operados con CC complejas (Crossland *et al.*, 2019). Por otro lado, los avances en electrofisiología y tratamiento mediante ablación por radiofrecuencia de diversas arritmias (Baruteau *et al.*, 2016) y el empleo de marcapasos diminutos, libres de cables (Rav Acha *et al.*, 2020), han coadyubado en el manejo de los enfermos con CC, especialmente en el seguimiento.

La edificación de los progresos de los últimos 60 años se basó, como hemos visto, en los firmes cimientos realizados por Gibbon, Shumacher y sus colaboradores. Pero nuevos desafíos han derivado del progreso. La sobrevida mejorada y el consecuente incremento en la prevalencia de los enfermos con CC ha llevado a fundar y desarrollar especialistas en la transición de la adolescencia a la vida adulta de estos enfermos. En América se fundó en 1991 la Canadian Adult Congenital Heart Network con el propósito explícito de atender a estos enfermos, en Europa en 1993, se fundó The Jane Somerville Foundation con el mismo objetivo, la cual evolucionó a la Grown-up Congenital Heart Disease de la European Society of Cardiology.

En 1994 se crearon la Adult Congenital Heart Association y la International Society for Adult Congenital Heart Disease (Vázquez-Antona, 2018). Todas estas instituciones son accesibles con su nombre en internet. Desde esos años, se establecieron las CC en el adulto como una subespecialidad. Se ha demostrado que los centros especializados en estos enfermos disminuyen la mortalidad, pero ha resultado evidente, sobre todo, en países en desarrollo, la necesidad de crear más equipos quirúrgicos completos, cardiólogos, intensivistas, electro fisiólogos e intensivistas especializados en CC que trabajando en equipo ofrezcan un manejo integral a los enfermos.

La uniformidad de la nomenclatura, los estudios multicéntricos y las periódicas guías clínicas sobre enfermos con CC, han facilitado la difusión del conocimiento en todo el mundo. Finalmente, el impulso en la investigación de las CC desde la clínica hasta la genética, serán decisivos para mantener el paso del progreso en la atención nuestros pacientes.

REFERENCIAS

- Alva, C., Sánchez, A., David, F., Jiménez, S., Jiménez, D., Ortégón, J., Hernández, M., Magaña, J. A., Argüero, R., y Ledesma, M. (2002). Percutaneous aortic valvoplasty in congenital aortic valvar stenosis. *Cardiology in the young*, *12*(4), 328–332. <https://doi.org/10.1017/s1047951100012919>
- Alva, C., Sánchez, A., Jiménez, S., David, F., Ortégón, J., Hernández, M., & Ledesma, M. (2004). Valvuloplastia aórtica percutánea en 70 enfermos con estenosis valvular aórtica congénita. Resultados a mediano plazo [Congenital percutaneous aortic valvuloplasty in 70 subjects with congenital aortic stenosis, mid-term results]. *Gaceta medica de Mexico*, *140*(3), 269–272.
- Alva, C., Gómez, F. D., Jiménez-Arteaga, S., Martínez-Sánchez, A., Ortégón-Cardaña, J., Yáñez, L., & Riera-Kinkel, C. (2009). Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery. Echocardiographic diagnosis. *Archivos de cardiología de Mexico*, *79*(4), 274–278.
- Alva, C. y Vázquez, C. (2010). Aneurisma congénito del seno de Valsalva. Revisión. *Revista mexicana de cardiología*, *21*(3), 104-110.
- Alva-Espinosa C. (2016). Transposición corregida de las grandes arterias (TCGA), problema no resuelto [Corrected transposition of the great arteries]. *Gaceta medica de Mexico*, *152*(3), 397–406.

- Apitz, C., Webb, G. D., & Redington, A. N. (2009). Tetralogy of Fallot. *Lancet (London, England)*, 374(9699), 1462–1471. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60657-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60657-7)
- Auld, B., Carrigan, L., Ward, C., Justo, R., Alphonso, N., & Anderson, B. (2019). Balloon Aortic Valvuloplasty for Congenital Aortic Stenosis: A 14-Year Single Centre Review. *Heart, lung & circulation*, 28(4), 632–636. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2018.02.014>
- Barratt-Boyes, B. G., Neutze, J. M., Clarkson, P. M., Shardey, G. C., & Brandt, P. W. (1976). Repair of ventricular septal defect in the first two years of life using profound hypothermia-circulatory arrest techniques. *Annals of surgery*, 184(3), 376–390. <https://doi.org/10.1097/00000658-197609000-00015>
- Baruteau, A. E., Pass, R. H., Thambo, J. B., Behaghel, A., Le Pennec, S., Perdreau, E., Combes, N., Liberman, L., & McLeod, C. J. (2016). Congenital and childhood atrioventricular blocks: pathophysiology and contemporary management. *European journal of pediatrics*, 175(9), 1235–1248. <https://doi.org/10.1007/s00431-016-2748-0>
- Bertranou, E. G., Blackstone, E. H., Hazelrig, J. B., Turner, M. E., & Kirklin, J. W. (1978). Life expectancy without surgery in tetralogy of Fallot. *The American journal of cardiology*, 42(3), 458–466. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(78\)90941-4](https://doi.org/10.1016/0002-9149(78)90941-4)
- Blalock A. y Taussig H.B. (1945). Surgical treatment of malformations of the heart; in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia. *JAMA*, 128:189-202.
- Bland, E.F., White, P.D. y Garland, J. (1933). Congenital anomalies of the coronary arteries. *American heart journal*, 8, 787-793.
- Bricker, A. O., Avutu, B., Mohammed, T. L., Williamson, E. E., Syed, I. S., Julsrud, P. R., Schoenhagen, P., & Kirsch, J. (2010). Valsalva sinus aneurysms: findings at CT and MR imaging. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 30(1), 99–110. <https://doi.org/10.1148/rg.301095719>
- Castañeda, A. R., Freed, M. D., Williams, R. G., & Norwood, W. I. (1977). Repair of tetralogy of Fallot in infancy. Early and late results. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 74(3), 372–381.
- Chatterjee, A., Miller, N. J., Cribbs, M. G., Mukherjee, A., & Law, M. A. (2020). Systematic review and meta-analysis of outcomes of anatomic repair in congenitally corrected transposition of great arteries. *World journal of cardiology*, 12(8), 427–436. <https://doi.org/10.4330/wjc.v12.i8.427>
- Crossland, D. S., Jansen, K., Parry, G., Harper, A., Perri, G., Davidson, A., De Rita, F., Hermuzi, A., Nassar, M., Seller, N., MacGowan, G. A., Hasan, A., O’Sullivan, J. J., & Coats, L. (2019). Outcome following heart transplant assessment in adults with congenital heart disease. *Heart (British Cardiac Society)*, 105(22), 1741–1747. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-314711>
- Cullen, S., Somerville, J., & Redington, A. (1994). Transcatheter closure of a ruptured aneurysm of the sinus of Valsalva. *British heart journal*, 71(5), 479–480. <https://doi.org/10.1136/hrt.71.5.479>

- David, F., Sánchez, A., Yáñez, L., Velásquez, E., Jiménez, S., Martínez, A., y Alva, C. (2007). Cardiac pacing in balloon aortic valvuloplasty. *International journal of cardiology*, 116(3), 327–330. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2006.03.058>
- Doost, A., Craig, J. A., & Soh, S. Y. (2020). Acute rupture of a sinus of Valsalva aneurysm into the right atrium: a case report and a narrative review. *BMC cardiovascular disorders*, 20(1), 84. <https://doi.org/10.1186/s12872-020-01383-7>
- Duncan, B. W., Mee, R. B., Mesia, C. I., Qureshi, A., Rosenthal, G. L., Seshadri, S. G., Lane, G. K., & Latson, L. A. (2003). Results of the double switch operation for congenitally corrected transposition of the great arteries. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 24(1), 11–20. [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(03\)00189-1](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(03)00189-1)
- Fallot, A. (1888). Contribution a l'anatomie pathologique de la maladie bleue (cyanosis cardiaque). *Marseille Medicale*, 71-93, 138-158, 207-223, 270-286, 341-354.
- Feldman, D. N., & Roman, M. J. (2006). Aneurysms of the sinuses of Valsalva. *Cardiology*, 106(2), 73–81. <https://doi.org/10.1159/000092635>
- Fraisse, A., Latchman, M., Sharma, S. R., Bayburt, S., Amedro, P., di Salvo, G., & Baruteau, A. E. (2018). Atrial septal defect closure: indications and contra-indications. *Journal of thoracic disease*, 10(Suppl 24), S2874–S2881.
- Fraser C. D., Jr (2017). The Neonatal Arterial Switch Operation: Technical Pearls. *Seminars in thoracic and cardiovascular surgery. Pediatric cardiac surgery annual*, 20, 38–42. <https://doi.org/10.1053/j.pcsu.2016.10.002>
- Gatzoulis, M. A., Balaji, S., Webber, S. A., Siu, S. C., Hokanson, J. S., Poile, C., Rosenthal, M., Nakazawa, M., Moller, J. H., Gillette, P. C., Webb, G. D., & Redington, A. N. (2000). Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicentre study. *Lancet (London, England)*, 356(9234), 975–981. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02714-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02714-8)
- Gibbon J. H., Jr (1954). Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minnesota medicine*, 37, 171-185.
- Harrison, D. A., Siu, S. C., Hussain, F., MacLoughlin, C. J., Webb, G. D., & Harris, L. (2001). Sustained atrial arrhythmias in adults late after repair of tetralogy of fallot. *The American journal of cardiology*, 87(5), 584–588. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(00\)01435-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(00)01435-1)
- Hickey, E. J., Veldtman, G., Bradley, T. J., Gengsakul, A., Manlhiot, C., Williams, W. G., Webb, G. D., & McCrindle, B. W. (2009). Late risk of outcomes for adults with repaired tetralogy of Fallot from an inception cohort spanning four decades. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 35(1), 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.06.050>
- Hill, G. D., Ginde, S., Rios, R., Frommelt, P. C., & Hill, K. D. (2016). Surgical Valvotomy Versus Balloon Valvuloplasty for Congenital Aortic Valve Stenosis: A Systematic Review

- and Meta-Analysis. *Journal of the American Heart Association*, 5(8), e003931. <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.003931>
- Hirji, A., Bernasconi, A., McCrindle, B. W., Dunn, E., Gurofsky, R., Manlhiot, C., Miner, S. E., Kingdom, J. C., Jaeggi, E. T., Van Arsdell, G., & Nield, L. E. (2010). Outcomes of prenatally diagnosed tetralogy of Fallot: Implications for valve-sparing repair *versus* transannular patch. *The Canadian journal of cardiology*, 26(1), e1–e6. [https://doi.org/10.1016/s0828-282x\(10\)70330-5](https://doi.org/10.1016/s0828-282x(10)70330-5)
- Houston, A. B., Pollock, J. C., Doig, W. B., Gnanapragasam, J., Jamieson, M. P., Lilley, S., & Murtagh, E. P. (1990). Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary trunk: elucidation with colour Doppler flow mapping. *British heart journal*, 63(1), 50–54. <https://doi.org/10.1136/hrt.63.1.50>
- Ilbawi, M. N., DeLeon, S. Y., Backer, C. L., Duffy, C. E., Muster, A. J., Zales, V. R., Paul, M. H., & Idriss, F. S. (1990). An alternative approach to the surgical management of physiologically corrected transposition with ventricular septal defect and pulmonary stenosis or atresia. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 100(3), 410–415.
- Kallio, M., Rahkonen, O., Mattila, I., & Pihkala, J. (2017). Congenital aortic stenosis: treatment outcomes in a nationwide survey. *Scandinavian cardiovascular journal: SCJ*, 51(5), 277–283. <https://doi.org/10.1080/14017431.2017.1355069>
- Kempny, A., Dimopoulos, K., Uebing, A., Diller, G. P., Rosendahl, U., Belitsis, G., Gatzoulis, M. A., & Wort, S. J. (2017). Outcome of cardiac surgery in patients with congenital heart disease in England between 1997 and 2015. *PloS one*, 12(6), e0178963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178963>
- Lababidi Z. (1983). Aortic balloon valvuloplasty. *American heart journal*, 106(4 Pt 1), 751–752. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(83\)90097-2](https://doi.org/10.1016/0002-8703(83)90097-2)
- Larsen, S. H., Olsen, M., Emmertsen, K., & Hjortdal, V. E. (2017). Interventional Treatment of Patients With Congenital Heart Disease: Nationwide Danish Experience Over 39 Years. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(22), 2725–2732. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.587>
- Liebman, J., Cullum, L., & Belloc, N. B. (1969). Natural history of transposition of the great arteries. Anatomy and birth and death characteristics. *Circulation*, 40(2), 237–262. <https://doi.org/10.1161/01.cir.40.2.237>
- Lin, C. P., Chen, Y. P., Chen, T. H., Liu, W. H., Lin, F. S., & Wang, M. J. (2001). Anomalous origin of the *left* main coronary artery from the main pulmonary artery in a young adult. *Circulation*, 104(13), 1575–1576. <https://doi.org/10.1161/hc3801.095695>
- Ling, Y., Bhushan, S., Fan, Q., & Tang, M. (2016). Midterm outcome after surgical correction of anomalous left coronary artery from the pulmonary artery. *Journal of cardiothoracic surgery*, 11(1), 137. <https://doi.org/10.1186/s13019-016-0535-7>
- Lurz, P., Coats, L., Khambadkone, S., Nordmeyer, J., Boudjemline, Y., Schievano, S., Mu-thurangu, V., Lee, T. Y., Parenzan, G., Derrick, G., Cullen, S., Walker, F., Tsang, V.,

- Deanfield, J., Taylor, A. M., & Bonhoeffer, P. (2008). Percutaneous pulmonary valve implantation: impact of evolving technology and learning curve on clinical outcome. *Circulation*, *117*(15), 1964–1972.
- Ly, M., Belli, E., Leobon, B., Kortas, C., Grollmüss, O. E., Piot, D., Planché, C., & Serraf, A. (2009). Results of the double switch operation for congenitally corrected transposition of the great arteries. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, *35*(5), 879–884. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.01.0>
- Marelli, A. J., Ionescu-Ittu, R., Mackie, A. S., Guo, L., Dendukuri, N. y Kaouache, M. (2014). Lifetime prevalence of congenital heart disease in the general population from 2000 to 2010. *Circulation*, *130*, 749–756.
- McLean, K. M., Lorts, A., & Pearl, J. M. (2006). Current treatments for congenital aortic stenosis. *Current opinion in cardiology*, *21*(3), 200–204. <https://doi.org/10.1097/01.hco.0000221581.63996.da>
- McElhinney, D. B., Lock, J. E., Keane, J. F., Moran, A. M., & Colan, S. D. (2005). Left heart growth, function, and reintervention after balloon aortic valvuloplasty for neonatal aortic stenosis. *Circulation*, *111*(4), 451–458. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000153809.88286.2E>
- Mills, N. L., & King, T. D. (1976). Nonoperative closure of left-to-right shunts. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, *72*(3), 371–378.
- Moons, P., Bovijn, L., Budts, W., Belmans, A. y Gewillig, M. (2010). Temporal trends in survival to adulthood among patients born with congenital heart disease from 1970 to 1992 in Belgium. *Circulation*, *122*, 2264–2272.
- Morray B. H. (2019). Ventricular Septal Defect Closure Devices, Techniques, and Outcomes. *Interventional cardiology clinics*, *8*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.iccl.2018.08.002>
- Mylonas, K. S., Ziogas, I. A., Mylona, C. S., Avgerinos, D. V., Bakoyiannis, C., Mitropoulos, F., & Tzifa, A. (2020). Rapid right ventricular pacing for balloon valvuloplasty in congenital aortic stenosis: A systematic review. *World journal of cardiology*, *12*(11), 540–549. <https://doi.org/10.4330/wjc.v12.i11.540>
- Naimo, P. S., Fricke, T. A., d’Udekem, Y., Cochrane, A. D., Bullock, A., Robertson, T., Brizard, C. P., & Konstantinov, I. E. (2016). Surgical Intervention for Anomalous Origin of Left Coronary Artery From the Pulmonary Artery in Children: A Long-Term Follow-Up. *The Annals of thoracic surgery*, *101*(5), 1842–1848. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.11.020>
- O’Byrne, M. L., & Levi, D. S. (2019). State-of-the-Art Atrial Septal Defect Closure Devices for Congenital Heart. *Interventional cardiology clinics*, *8*(1), 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.iccl.2018.08.008>

- Oechslin, L., Corti, R., Greutmann, M., Kretschmar, O., & Gaemperli, O. (2018). Percutaneous pulmonary valve implantation in grown-up congenital heart disease patients: Insights from the Zurich experience. *Journal of interventional cardiology*, 31(2), 251–260. <https://doi.org/10.1111/joic.12477>
- Olley, P. M., Coceani, F., & Bodach, E. (1976). E-type prostaglandins: a new emergency therapy for certain cyanotic congenital heart malformations. *Circulation*, 53(4), 728–731. <https://doi.org/10.1161/01.cir.53.4.728>
- Rashkind, W. J., y Miller, W. W. (1966). Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. A palliative approach to complete transposition of the great arteries. *JAMA*, 196(11), 991–992.
- Rav Acha, M., Soifer, E., & Hasin, T. (2020). Cardiac Implantable Electronic Miniaturized and Micro Devices. *Micromachines*, 11(10), 902. <https://doi.org/10.3390/mi11100902>
- Schipper, M., Sliker, M. G., Schoof, P. H., y Breur, J. M. (2017). Surgical Repair of Ventricular Septal Defect; Contemporary Results and Risk Factors for a Complicated Course. *Pediatric cardiology*, 38(2), 264–270. <https://doi.org/10.1007/s00246-016-1508-2>
- Shin'oka, T., Kurosawa, H., Imai, Y., Aoki, M., Ishiyama, M., Sakamoto, T., Miyamoto, S., Hobo, K., & Ichihara, Y. (2007). Outcomes of definitive surgical repair for congenitally corrected transposition of the great arteries or double outlet right ventricle with discordant atrioventricular connections: risk analyses in 189 patients. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 133(5), 1318–1328. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2006.11.063>
- Shumacker, H. (1962). Congenital heart disease. En J. H. Gibbon (Ed.), *Surgery of the Chest* (pp. 747-795). W B Saunders Company.
- Smith, C. A., McCracken, C., Thomas, A. S., Spector, L. G., St Louis, J. D., Oster, M. E., Moller, J. H., & Kochilas, L. (2019). Long-term Outcomes of Tetralogy of Fallot: A Study From the Pediatric Cardiac Care Consortium. *JAMA cardiology*, 4(1), 34–41. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.4255>
- Tulzer, A., Arzt, W., Gitter, R., Sames-Dolzer, E., Kreuzer, M., Mair, R., & Tulzer, G. (2021). Valvuloplasty in 103 fetuses with critical aortic stenosis: outcome and new predictors for postnatal circulation. *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 10.1002/uog.24792. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/uog.24792>
- Van Arsdell, G. S., Maharaj, G. S., Tom, J., Rao, V. K., Coles, J. G., Freedom, R. M., Williams, W. G., & McCrindle, B. W. (2000). What is the optimal age for repair of tetralogy of Fallot?. *Circulation*, 102(19 Suppl 3), III123–III129. https://doi.org/10.1161/01.cir.102.suppl_3.iii-123
- Vázquez-Antona, C., Alva-Espinosa, C., Yáñez-Gutierrez, L., & Márquez-González, H. (2018). *Gaceta medica de Mexico*, 154(6), 698–711. <https://doi.org/10.24875/GMM.18004659>

- Villafañe, J., Lantin-Hermoso, M. R., Bhatt, A. B., Tweddell, J. S., Geva, T., Nathan, M., Elliott, M. J., Vetter, V. L., Paridon, S. M., Kochilas, L., Jenkins, K. J., Beekman, R. H., 3rd, Wernovsky, G., Towbin, J. A., & American College of Cardiology's Adult Congenital and Pediatric Cardiology Council (2014). D-transposition of the great arteries: the current era of the arterial switch operation. *Journal of the American College of Cardiology*, 64(5), 498–511. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.06.1150>
- Wang, K. Y., St John Sutton, M., Ho, H. Y., & Ting, C. T. (1997). Congenital sinus of Valsalva aneurysm: a multiplane transesophageal echocardiographic experience. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*, 10(9), 956–963. [https://doi.org/10.1016/s0894-7317\(97\)80012-0](https://doi.org/10.1016/s0894-7317(97)80012-0)
- Xiao, J. W., Niu, M. N., Wang, Q. G., Zhang, D. Z., Han, X. M., Zhang, P., Cui, C. S., & Zhu, X. Y. (2018). *Zhonghua xin xue guan bing za zhi*, 46(10), 799–803. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.10.007>
- Zain, Z., Zadinello, M., Menahem, S., & Brizard, C. (2006). Neonatal isolated critical aortic valve stenosis: balloon valvuloplasty or surgical valvotomy. *Heart, lung & circulation*, 15(1), 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2005.02.003>
- Zhong, L., Tong, S. F., Zhang, Q., Zhang, Z. H., Yao, Q., Li, Y. H., Zhang, W. H., & Song, Z. Y. (2014). Clinical efficacy and safety of transcatheter closure of ruptured sinus of Valsalva aneurysm. *Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*, 84(7), 1184–1189. <https://doi.org/10.1002/ccd.25323>

CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CIRUJANO

ALEJANDRO BOLIO CERDÁN

En 1962, en este capítulo, el doctor Harris B. Shumacker Jr hacía notar que el manejo quirúrgico de las cardiopatías congénitas era muy difícil de abordar por los constantes cambios y modificaciones a las técnicas, las adaptaciones en el paciente pediátrico, el advenimiento de nuevas tecnologías y las mejorías en los resultados dado las curvas de aprendizaje en cada centro. Al día de hoy aunque podría decirse que prácticamente se conoce la manera de abordar quirúrgicamente cualquier cardiopatía congénita, y se han creado paradigmas de manejo para cada patología, estamos muy lejos de pensar que no hay controversia en el uso de nuevas tecnologías, modificaciones de la técnica quirúrgica, modificaciones de las técnicas de apoyo circulatorio, el manejo peri operatorio y el seguimiento de los pacientes a mediano y largo plazo; a sesenta años resulta divertido e interesante analizar cómo cada acción, cada diagnóstico o cada algoritmo de manejo ha sido mejorado de una u otra forma o ha demostrado que no tenía utilidad alguna o ha sido desplazado por otro que permite mejores resultados y da un mejor pronóstico. Tal vez la principal diferencia al día de hoy es que, lo que antes eran casos anecdóticos, en la actualidad se pueden analizar con estudios multicéntricos, y ser motivo de reportes con validez estadística tal que permite comparaciones entre tratamientos y generar evidencia de cuando es el mejor momento para tratar una cardiopatía, con qué procedimiento y con qué auxiliares diagnósticos y terapéuticos.

Sin embargo, en el manejo de cardiopatías congénitas por lo heterogéneo de los casos, aún sigue siendo difícil llegar a tomas de decisiones inamovibles y siempre habrá algo nuevo o diferente que se hizo o se pudo haber hecho y los resultados de cada grupo a veces se basarán

en casos cuidadosamente seleccionados y otras veces se obtendrán de casos poco seleccionados incluyendo a pacientes de mal pronóstico que en otro centro no se tratarían. En un esfuerzo para estratificar el riesgo quirúrgico y la estandarización de procedimientos se han implementado distintas escalas, como RACHS-1 (EUA) y Aristotle (UE), y una nueva propuesta de riesgo de mortalidad por procedimientos de las sociedades americana y europea, la estratificación STAT, con 5 categorías de procedimientos, siendo los de la 1 los de menor riesgo y los de la 5 los de mayor riesgo (Braz, 2015).

En relación a los tipos de procedimientos, por regla general las cirugías que no implican circulación extracorpórea, se realizan por toracotomía lateral, derecha o izquierda y el abordaje medio-esternal se prefiere para pacientes que requieren circulación extracorpórea, que permite apoyos parciales, perfusión total con cardioplejia e isquemia cardíaca, y la utilización de técnicas de hipotermia moderada o profunda (aproximadamente 21 grados) con parada circulatoria si fuese necesario, en la que el límite de seguridad cerebral es de 45 minutos a una hora. La canulación se lleva a cabo en aorta ascendente, dejando espacio para el pinzamiento de la aorta e infusión de cardioplejia que induce disminución del metabolismo cardíaco mediante paro diastólico por el alto contenido de potasio y mediante hipotermia, al ser infundida entre 4 y 7 grados centígrados, además de distintos aditivos que permiten retrasar el daño. El corazón del paciente pediátrico tolera la isquemia miocárdica con menos riesgo, incluso hay reportes de traslado para trasplante de hasta 9 horas. La solución de cardioplejia ha hecho obsoletas prácticas como el pinzamiento intermitente de aorta o la inducción de fibrilación ventricular. Las cánulas venosas drenan la sangre de la aurícula derecha o de cada una de las venas cavas cerca de su llegada al corazón mediante un efecto sifón, sin embargo, en años recientes se ha vuelto una regla aplicar presión negativa al sistema venoso de la bomba para acortar las líneas, disminuir el cebado y facilitar la derivación de la sangre en el campo operatorio. Existen modelos comerciales de oxigenadores con reservorio integrado y en la actualidad solo se utilizan los oxigenadores de membrana compuestos de multifibras huecas de polipropileno. Ante el riesgo de lesión importante y sangrado en

el caso, por ejemplo, de pacientes reoperados, se deja preparada el área inguinal en el momento de la asepsia y antisepsia de la región a operar, para canular por vía femoral en caso necesario. Desde la primera edición de este capítulo se utilizaba, en ocasiones, la anastomosis de un injerto a la incisión aórtica o del vaso (subclavia o tronco braquiocefálico) por el que se va a perfundir, en la actualidad dicho injerto suele ser de PTFE.

Durante la cirugía, especialmente las de corazón abierto, se realiza el monitoreo anestésico necesario con la colocación de línea arterial, catéter venoso central, termómetro central rectal y faríngeo, sonda urinaria, electrocardiograma continuo, NIRS cerebral y renal, CO₂ exhalado y saturación de oxígeno. Los equipos modernos de circulación extracorpórea cuentan con la posibilidad de monitoreo en tiempo real de gases arteriales, y otras constantes hematológicas, y monitoreo del flujo y presión del sistema. Cabe mencionar que se liberan algunas sustancias proinflamatorias durante la circulación extracorpórea, y el añadir un filtro de hemodiafiltración durante la perfusión (ultrafiltración convencional) o realizar filtración al final del procedimiento antes de retirar las cánulas (ultrafiltración modificada), ayuda a prevenir el efecto deletéreo de dichas sustancias, además de la extracción de agua, lo que permite optimizar la concentración de electrolitos y la osmolaridad sanguíneas.

Un aspecto importante es la necesidad de anti coagular con heparina para el uso de la circulación extracorpórea, lo cual debe ser revertido al final de esta con protamina. Los pacientes con cardiopatías cianóticas frecuentemente cursan con hematocritos elevados y deficiencia de factores de coagulación que hacen que el riesgo de sangrado se vea incrementado, lo que aunado a otros factores de riesgo de sangrado lleva a la necesidad de tener controles estrictos sobre la coagulación y anticoagulación. Esto ha derivado en toda una especialidad de medicina transfusional para la reposición de productos hemáticos que incluye factores de coagulación, uso de medicamentos antifibrinolíticos, y distintas pruebas de coagulación orientadas a determinar el tratamiento. Esto incluye durante y posterior a la cirugía, las pruebas tradicionales de coagulación, pruebas visco elásticas (TEG y ROTEM), productos de banco de sangre como plasma, glóbulos rojos, crioprecipitados y plaquetas, productos

comerciales como factores específicos de coagulación, concentrados de proteínas protrombónicas y fibrinógeno, así como materiales hemostáticos locales que se utilizan durante el procedimiento que incluye gelatinas y sellantes. En muchos centros ya es rutinario el uso de los llamados recuperadores celulares, que la sangre y otros líquidos aspirados del campo operatorio son anticoagulados y separados para obtener glóbulos rojos que sirven para reposición del sangrado del paciente.

Resulta difícil en este capítulo enumerar los detalles del manejo postoperatorio de los pacientes operados de cardiopatías congénitas, pero es necesario mencionar que este ha derivado en una nueva especialidad multidisciplinaria que en nuestro medio se conoce como Terapia Intensiva Cardíaca Pediátrica Cardíaca.

NOTAS HISTÓRICAS

Abbott® publica en 1936 su atlas de cardiopatías congénitas con aspectos clínicos, anatómicos y de material patológico lo que indudablemente contribuye al progreso en la cirugía de las cardiopatías congénitas. Cuando es publicado este capítulo en 1962, ya habían transcurrido 24 años de que Robert Gross hubiera realizado el primer cierre exitoso de un conducto arterioso siguiendo lo sugerido por Munro en 1907, y ya se mencionaba los avances en angiografías y cateterismos. En 1945, Blalock y Taussig reportan la importante mejoría que se produce en los pacientes con tetralogía de Fallot al realizarles una fístula sistémico pulmonar. Durante ese año, Crafoord y Nylin, y el mismo Gross, reportan casos exitosos de cirugía de coartación de aorta y en 1948 Brock reporta el método de valvotomía pulmonar cerrada. Ya en los años 50 del siglo XX se había propuesto varios métodos experimentales para cierre de comunicaciones interauriculares (CIA), los cuales se aplican en casos clínicos pero no de forma muy satisfactoria. Se llevaron a cabo cierres de CIA mediante oclusión de venas cavas e hipotermia, lo que después se utilizó para otros defectos como estenosis aórticas y pulmonares. En 1954 Walton Lillehei reporta casos exitosos de cierre de comunicaciones interventriculares

mediante circulación cruzada controlada (Lillehei, 1955), método rápidamente abandonado, se cuenta que Lillehei fue criticado por alguna complicación en el donador sanguíneo lo que le valió comentarios sarcásticos en cuanto a que podía tener 200 por ciento de mortalidad en sus procedimientos. Definitivamente el mayor avance lo constituye el advenimiento de la circulación extracorpórea y no caben en este capítulo los innumerables experimentos que llevaron a conseguir una máquina de bombeo y oxigenación. En octubre de 1952, Dodrill y colaboradores utilizan puenteo del corazón derecho para una valvulotomía pulmonar abierta con el uso de una de estas máquinas, sin embargo, Gibbon consigue el 6 de mayo de 1953 el primer cierre de una comunicación interauricular, es decir, la primera cirugía de corazón abierto con el uso de *bypass* cardiopulmonar total y circulación extracorpórea, fruto de sus múltiples investigaciones pioneras en este método, desde 1937.

A 60 años de publicación del libro de Gibbon, sigue siendo vigente el uso de una máquina de circulación extracorpórea, y la perfusión total para la corrección de cardiopatías congénitas, y este método dejó en desuso la circulación cruzada o la oclusión de cavas. La posibilidad de hacer una paro cardíaco con soluciones de preservación miocárdica ha desplazado a la fibrilación ventricular inducida, y el abordaje multidisciplinario y los avances en cada especialidad han permitido paulatinamente ir rompiendo récords en complejidad de las cardiopatías corregidas, sobrevida de los pacientes, edad de la corrección, utilización de materiales biológicos o sintéticos, y cuando las cosas fallan, dispositivos de apoyo para el manejo de falla cardíaca y trasplantes.

Algunos procedimientos que consideramos parteaguas del desarrollo del manejo quirúrgico de las cardiopatías congénitas serían los siguientes:

En 1955, Lillehei y colaboradores realizan el primer cierre exitoso de CIV usando circulación cruzada, más tarde, en 1956, Dushane y Kirklin en la clínica Mayo realizan el cierre de CIV con circulación extracorpórea (Dushane, 1956). Lillehei describirá posteriormente la técnica para corrección de Tetralogía de Fallot.

En 1957, Ake Senning realiza el primer switch atrial para transposición de grandes arterias usando el tejido de la pared auricular y para

1963, Mustard realiza un switch atrial usando pericardio autólogo. Adib Jatene, en Sao Paulo, Brasil, realiza el primer switch arterial exitoso en 1975 (Nagre, 2016).

En 1971, Fontan y Baudet describen una técnica basada en sus experimentos realizados desde 1940, para reparación de atresia tricuspídea consistente en excluir el VD de la circulación mediante las conexiones necesarias para que la sangre de las venas sistémicas se derive a las arterias pulmonares, dejando las dos circulaciones conectadas en serie con un solo ventrículo que funciona para la circulación sistémica; este es a la fecha el procedimiento final en el manejo de las cardiopatías congénitas que implican contar con solo un ventrículo (De Leval, 2005).

Otro parteaguas importante lo constituye por un lado la aplicación de la hipotermia profunda y paro circulatorio en recién nacidos y lactantes, llevado a la práctica de forma exitosa por Barrat-Boyes en Nueva Zelanda (Barrat, 1971), lo que permitió que, por otro lado, grupos importantes en el mundo, como el liderado por el Dr. Aldo Castañeda en Boston realizaran sistemáticamente cirugías en recién nacidos y lactantes, con la idea de que mientras más tempranamente el niño recupere una fisiología normal, el desarrollo integral tendrá un mejor pronóstico. Esto lleva a Aldo Castañeda a realizar el primer switch arterial para TGA simple en un recién nacido, demostrando que el VI mantiene capacidad de presión y masa muscular en las primeras semanas de vida para soportar la presión arterial sistémica (Sharma, 2021).

El progreso de la cirugía de cardiopatías congénitas es producto de otros muchos hitos de grandes pioneros, y sería inútil pretender nombrar a todos; muchos procedimientos son conocidos actualmente por su epónimo, como el procedimiento de Ross de sustitución de válvula aórtica por el autoinjerto pulmonar o la cirugía de Norwood como paliación inicial en el síndrome de VI Hipoplásico y otros cirujanos siempre serán recordados por las importantes contribuciones como Leonard Bailey pionero en trasplante cardíaco en el recién nacido.

ESTENOSIS AÓRTICA

En la primera edición de este capítulo, las consideraciones sobre estenosis aórtica eran en relación a pacientes después del periodo de recién nacido, y se asumía que era congénita en pacientes menores, a diferencia de adolescentes o adultos en los que se consideraba más la relación causal con fiebre reumática. Se operaba a los pacientes que sobrevivían a cierta edad con la convicción de esperar si no había síntomas, y preferentemente el procedimiento se llevaba a cabo a visión directa con aortotomía, con circulación extracorpórea y perfusión de cada una de las coronarias con líneas obtenidas de la cánula aórtica. El reto principal era calcular exactamente cuánto realizar de valvotomía y las complicaciones estaban relacionadas con dejar insuficiencia de la válvula, por lo que en niños más grandes se consideraba reemplazar una o dos valvas con material protésico.

En la actualidad, la estenosis aórtica en el niño se considera un defecto congénito que produce obstrucción fija al ventrículo izquierdo de curso progresivo. Los neonatos y lactantes presentan síntomas de falla cardíaca congestivas, mientras que en niños más grandes es más tolerada, sin síntomas, pero con riesgo de muerte súbita.

Morfológicamente puede ser univalvar, bivalvar, trivalvar o tetraavalvar, siendo la más frecuente la de dos valvas, que desde el punto de vista quirúrgico se clasifica por el número de rafés en 0, 1 (90%) y 2.

FISIOPATOLOGÍA

Los fetos que desarrollan EAo en el segundo trimestre frecuentemente presentan un mal desarrollo del VI, y la presencia de otras obstrucciones izquierdas se asocia a Síndrome de Ventrículo Izquierdo Hipoplásico. El conducto arterioso y el foramen oval permiten que el VD compense el gasto y el paciente puede nacer. El neonato con estenosis aórtica sintomático está críticamente enfermo y rápidamente desarrolla falla cardíaca congestiva. En el niño de mayor edad, la EAo produce hipertrofia de

VI, disfunción diastólica del VI, y mayor demanda de flujo coronario, que si no se compensa, lleva a isquemia y fibrosis.

SIGNOS Y SÍNTOMAS

Los datos clínicos dependen de la edad de presentación, de la gravedad de la estenosis y de las lesiones asociadas. En el feto, la EAO se detecta por ecocardiograma fetal como engrosamiento o apertura en domo de la válvula y velocidad de flujo mayor a 1 m/s.

El recién nacido se puede diagnosticar en estudios de tamiz cardiológico y la mayoría de los niños pequeños se manifiestan con falla cardíaca congestiva progresiva a la edad de 2 meses. La presencia de hipoxemia (PaO₂ 30–40mmHg) y de acidosis metabólica son indicaciones de intervención temprana. En escolares y adolescentes las manifestaciones pueden incluir disnea, angina y síncope, y el desarrollo de estos síntomas demanda estudios y atención rápida por el riesgo de muerte súbita en el 1 a 10% de los pacientes aún con estenosis moderada.

El diagnóstico se realiza mediante ecocardiografía fetal y ecocardiografía bidimensional. El ecocardiograma tridimensional permite determinar la morfología de la válvula, y el Doppler color la severidad de la obstrucción. La función se evaluará por ecocardiografía y si es necesario por cateterismo, en niños pequeños para determinar el grado de hipoplasia del VI y si se puede llevar a corrección biventricular.

Se realiza cateterismo cardíaco en pacientes con gradiente por ecocardiograma >30 mmHg medio o > 50mmHg pico, y si hay síntomas, discrepancia de la clínica con los estudios no invasivos, se detecta inversión de la onda T en el ECG, el paciente pretende participar en competencias deportivas o si se ve la posibilidad de tratamiento intervencionista.

TRATAMIENTO

El manejo se determina por la edad del paciente, el grado de obstrucción y el estado de las estructuras cardíacas izquierdas. La alta mortalidad del manejo quirúrgico del recién nacido con estenosis aórtica crítica, se

pudo disminuir con el abordaje a través del cateterismo mediante valvuloplastia con balón, que en muchas ocasiones se requiere repetir una o dos veces, permitiendo que el paciente llegue a una edad en la que se puede colocar una prótesis. En las válvulas con orificio excéntrico es mayor el riesgo de dejar insuficiencia aórtica, a diferencia de las válvulas bicúspides en las que la dilatación separa las comisuras fusionadas, con adecuada liberación de la estenosis sin dejar mucha insuficiencia.

El tratamiento quirúrgico se hace normalmente con circulación extracorpórea, con cardioplejia, y enfriamiento tóxico del corazón, a través de la raíz aórtica. En pacientes con estenosis recurrente, mucha deformidad de la válvula o anillo pequeño, se realiza una sustitución de la válvula aórtica con una prótesis o un aloinjerto de forma convencional. En muchos centros se realiza cirugía de Ross con sustitución de la válvula aórtica con autoinjerto de válvula pulmonar y reconstrucción del tracto de salida del VD, con la ventaja de que se ha demostrado potencial de crecimiento, no se necesita anticoagulantes y es una técnica reproducible. Los pacientes con aorta bivalva y estenosis pueden desarrollar otras alteraciones morfológicas de la válvula o del anillo, lo que puede llevar a la necesidad de sustituir toda la raíz aórtica mediante un procedimiento de Bentall, cuando la dilatación rebasa los 4.5 cm de diámetro.

RESULTADOS

Comparativamente con la era quirúrgica previa, con mortalidades de más del 50% de la valvotomía en el recién nacido, la mortalidad quirúrgica en neonatos con estenosis aórtica aislada se ha reducido al 8%, y la supervivencia a 10 años se espera en 100% con la adecuada selección de pacientes.

La evidencia actual, no muestra diferencias significativas entre cirugía *versus* dilatación con balón en cuanto a mortalidad o grado de insuficiencia valvular al alta del paciente. Si hay diferencias en cuanto a porcentaje de pacientes libres de reintervención, con 46% para valvuloplastia con balón, *versus* 73% para valvuloplastia quirúrgica, sin embargo, el procedimiento quirúrgico se asocia a mayor morbilidad y estancia hospitalaria.

El pronóstico de los pacientes manejados tanto por cirugía como por angioplastia con balón es bueno, con la mayoría de los pacientes en clase I de la NYHA, sin embargo, se ha reportado cierta incidencia de muerte súbita, sobre todo en aquellos con alguna lesión residual o endocarditis (Gautam, 2019).

ESTENOSIS SUBVALVULAR AÓRTICA

La estenosis subaórtica se caracteriza por una membrana fibromuscular justamente por debajo de la válvula aórtica que causa una obstrucción fija al tracto de salida del VI, y aunque se clasifica como congénita, rara vez se presenta en el periodo neonatal o de lactante, y su alto índice de recurrencia hace que más bien se considere como una lesión adquirida. En ocasiones la progresión lleva a hipertrofia tal que se produce un verdadero túnel muscular obstructivo además de la membrana fibromuscular.

Es una lesión rara, pero es el segundo tipo más frecuente de las estenosis aórticas.

Anteriormente, el diagnóstico se hacía con un trazo de retiro durante el cateterismo, que hacía sospechar el sitio de la estenosis, y la diferencia entre estenosis aórtica y subaórtica era mejor diferenciada con cateterismo. Al igual que la mayoría de las patologías valvulares, en la actualidad la morfología de la válvula es mejor valorada con ecocardiograma de dos o tres dimensiones.

La fisiopatología en cuanto falla cardíaca congestiva en el niño es la misma que para la estenosis aórtica, pero el chorro producido por la membrana subaórtica traumatiza la válvula y produce una dilatación asimétrica postestenótica. El 65 % de los pacientes desarrollan insuficiencia aórtica, que persiste después de la resección de la membrana. La regurgitación produce sobrecarga de volumen en un ventrículo izquierdo de por sí con sobrecarga de presión por la estenosis, incrementando la demanda de oxígeno, y más aún, la insuficiencia aórtica disminuye la perfusión coronaria y conduce a isquemia. La deformidad de la válvula puede requerir algún procedimiento extra al reseca la obstrucción subaórtica.

La mayoría de los pacientes son asintomáticos al nacer y se les puede detectar un soplo sistólico, y los síntomas irán de acuerdo al grado de obstrucción. El síntoma más común, visto en el 40% de los casos, es disnea, relacionada con congestión venocapilar por estar comprometido el llenado del VI por la disminución de la distensibilidad debido a la hipertrofia.

TRATAMIENTO

En 1962, se comentaba que la resección del rodete subaórtico sería por aortotomía, ya sea con circulación extracorpórea o con hipotermia. Actualmente al ser una lesión progresiva, se hace necesaria la intervención en algún punto de la evolución para aliviar la obstrucción del VI, y puede ir desde la resección parcial del rodete fibroso, hasta la resección total, con miectomía, o cuando el anillo valvular resulta estrecho, con ampliación tipo Konno. El momento adecuado para la cirugía aún es controvertido, y la intervención temprana se ve debatida por el alto índice de recidiva, y se debe tomar en cuenta también la insuficiencia aórtica residual. Por regla general, no amerita intervención un gradiente medio menor de 30mm a nivel de la obstrucción, y se considerará la resección en pacientes con gradiente medio entre 30 y 50mm si presentan síntomas y en todos los gradientes medios >50mmHg. La prevención de insuficiencia aórtica no es por sí misma una indicación de cirugía, pero sí la presencia y progresión de insuficiencia independientemente del gradiente. La intervención por cateterismo es útil en pacientes graves que no tolerarían cirugía y permite disminuir el gradiente parcialmente y aliviar los síntomas hasta la intervención quirúrgica.

Particular cuidado se requiere al resecar la membrana de no dañar la válvula mitral, e identificar la zona de resección muscular para disminuir el riesgo de bloqueo de rama, bloqueo AV completo, o la creación iatrogénica de una CIV. También se reportan complicaciones por daño directo a la válvula aórtica durante el procedimiento.

El pronóstico para la vida es excelente, sin embargo, los pacientes requieren un seguimiento por varios años para vigilar la progresión del gradiente ya que muchos pacientes requerirán ser reoperados.

ESTENOSIS SUPRAVALVULAR AÓRTICA

La estenosis supravalvular aórtica es una anomalía congénita extremadamente rara, consiste en un estrechamiento de la aorta justo por arriba de la válvula aórtica, y constituye 8 a 14% de las estenosis aórticas. Se consideran tres formas anatómicas, en reloj de arena, en forma de membrana e hipoplasia de arco aórtico, siendo la más frecuente la primera, sin embargo en el libro de Gibbon la primera considerada es la de tipo membranosa, descrita como una banda fibrosa en la luz de la aorta justo por arriba de las cúspides de las valvas, principalmente la coronaria izquierda, de comisura a comisura de la misma, e incluso se menciona que no produce estenosis pero si origina insuficiencia aórtica, y la forma de reloj de arena se menciona como una rareza de la que solo se han reportado algunos casos. Con la evolución en estos años del abordaje de los casos en la cardiología pediátrica, se reporta que las estenosis supravalvulares aórticas representan .05% de los defectos congénitos del corazón, y frecuentemente se presenta en pacientes sindromáticos. El síndrome de Williams o Williams-Beuren, autosómico dominante, con una mutación en el cromosoma 7q11.23 es la entidad sindromática más frecuentemente asociada a estenosis supravalvular aórtica.

Las manifestaciones clínicas serán las del síndrome de Williams si fuese el caso y la exploración física es muy similar a las otras estenosis aórticas, con la particularidad de un segundo tono más acentuado por el cierre de la válvula aórtica, y la ausencia de thrill en el hueco supraesternal. Ocasionalmente la presión sistólica es mayor en el brazo derecho probablemente por la dirección hacia el tronco braquiocefálico del chorro que produce la estenosis.

El diagnóstico se confirma con ecocardiograma y la angio resonancia magnética también provee excelente detalle anatómico, y el cateterismo será necesario cuando se requiera la medición exacta del gradiente y el estado de la perfusión coronaria.

TRATAMIENTO

Por la escasez de casos, es difícil establecer el manejo ideal y la decisión quirúrgica debe ser consensuada con el equipo multidisciplinario. La cirugía suele ser curativa y se recomienda en gradientes por cateterismo mayores de 30mmHg. El riesgo operatorio es mayor si hay enfermedad arterial difusa. La forma más frecuente es la estrechez de la unión sinotubular, y se puede realizar una incisión longitudinal y ampliación con parche en diamante, o una incisión en “Y” hacia los senos de Valsalva y la ampliación con un parche triangular; también se describe la reconstrucción de tres senos con la técnica de Brom (Vindhya, 2021). La dilatación con balón no tiene buenos resultados en las estenosis tipo reloj de arena y parece tener alguna utilidad en las de tipo membrana (Cruz-Castañeda, 2009).

INSUFICIENCIA AÓRTICA

La insuficiencia de la válvula aórtica (IAo) como problema primario congénito es una entidad más rara que la estenosis aórtica, y el manejo operatorio de la misma en edades pediátricas es aun más raro. Se encuentra asociada más frecuentemente a estenosis de válvula aórtica por válvula bicúspide, discreta estenosis subaórtica, prolapso de la válvula aórtica en la presencia de una CIV o como componente del síndrome de Marfán. En 37 años, la Universidad de Cornell NY, reporta el manejo de solo siete casos, no asociados a síndrome de Marfán, de los cuales cinco fueron diagnosticados en la infancia. En la actualidad, con el manejo prenatal de algunas cardiopatías, la IAo puede ser secundaria a dilatación in útero de la válvula en el contexto de detección prenatal de estenosis aórtica y de síndrome de VI hipoplásico en evolución (eHLHS). La causa más frecuente de insuficiencia aórtica congénita es un túnel lateral aorto-ventricular, lesión que no involucra directamente a la válvula aórtica.

SIGNOS Y SÍNTOMAS

Estos pacientes pueden estar asintomáticos cuando la lesión es descubierta, o pueden tener manifestaciones tan graves como disnea, fatiga y dolor precordial. Usualmente se detecta hiperactividad precordial, pulsos amplios y frémito precordial, y un soplo diastólico. Electrocardiograma con datos de hipertrofia del VI, y en la radiografía de tórax datos de crecimiento del VI y frecuentemente dilatación de la aorta. En la actualidad, el diagnóstico se hace fácilmente con ecocardiograma bidimensional y Doppler color, que permite determinar el tamaño del anillo aórtico, la anatomía de la válvula y el grado de insuficiencia aórtica.

TRATAMIENTO

Al igual que se mencionaba en 1962, en la actualidad es difícil determinar el tratamiento ideal mediante valvuloplastía ya que no se puede predecir si será exitosa y permanente. La bicuspidización parecía ser útil pero en la experiencia no ha resultado una solución práctica. La tendencia actual es determinar la enfermedad que tiene la válvula y la posibilidad de repararla. Las soluciones para dejar una válvula competente no son fáciles y en el caso de los pacientes pediátricos se debe tomar en cuenta el crecimiento del anillo y de las valvas. Aún así, muchos pacientes pediátricos se pueden beneficiar de sustitución de la válvula aórtica por prótesis mecánicas, sobre todo porque las aparentemente exitosas reparaciones al momento de la cirugía, generalmente son realizadas con suturas finas que serán sometidas a la presión sistémica y lo delicado del tejido hará que se vuelva a presentar la lesión.

Una insuficiencia aórtica caracterizada por un orificio valvar, se debe corregir ocluyendo el orificio con la simple colocación de un parche de pericardio autólogo o de otro material, que cierre dicho defecto.

Al igual que en los adultos, no está generalizado el uso de técnicas de reparación de insuficiencia aórtica, y el cirujano debe tener conocimiento de las diferentes técnicas por la posibilidad de que los hallazgos transoperatorios permitieran realizar alguna de dichas técnicas. Estas

técnicas pueden incluir: Anuloplastía subcomisural, plicatura de las valvas a nivel de las cúspides, resección triangular y sutura, extensión de las cúspides con pericardio y resuspensión del borde libre, enfocadas a resolver el prolapso valvular, y aumentar el área de coaptación de las válvulas. En caso de valvuloplastía el concepto propuesto por Fraser y Cosgrove de que la altura del triángulo entre valvas a nivel de las comisuras determina el área de coaptación (lúnula) resulta de gran utilidad en el momento de intentar la plastía (Fraser & Cosgrove, 1994).

ESTENOSIS MITRAL

A diferencia de lo que se conocía en 1962 acerca de la estenosis mitral congénita (EM), en que no había los métodos diagnósticos tan precisos como ahora para lesiones valvulares, principalmente el ecocardiograma, y se pensaba que los pocos casos eran lesiones aisladas, en la actualidad se sabe que la EM es una lesión de morfología heterogénea que afecta tanto a las valvas como al aparato subvalvular que frecuentemente se asocia a otras obstrucciones izquierdas o a una comunicación interventricular que puede complicar su manejo. Cuando es muy grave, puede ser muy difícil de manejar y condiciona morbilidad y mortalidad importante.

Las manifestaciones clínicas pueden iniciar muy tempranamente y la edad de intervención es en promedio a los 18 meses de edad, con rangos desde el primer mes de edad hasta los 17 años, sin embargo, el momento adecuado de intervención y el método óptimo son inciertos y dependerán del tipo de estenosis y de la gravedad del paciente. La sintomatología incluye disnea, retardo en el crecimiento, datos de hipertensión pulmonar o falla cardíaca. Se ausculta un discreto soplo diastólico y segundo ruido intenso, crecimiento de AI y VD en la radiografía de tórax, y el diagnóstico definitivo de EM se define mediante ecocardiograma Doppler color, que proporciona excelentes detalles anatómicos y el grado de severidad en relación al gradiente de presión calculado durante el estudio.

Actualmente se describen cuatro sustratos anatómicos, en orden de frecuencia: Estenosis mitral típica, anillo supra-avalvular mitral, válvula en paracaídas y doble orificio mitral.

TRATAMIENTO

En la edición original se hacía notar la dificultad para abordar el problema debido a que en primer lugar era difícil determinar si se trataba de una lesión congénita o adquirida aún después de operar, principalmente por la alta prevalencia de fiebre reumática y la frecuencia de lesión reumática en pacientes pediátricos, y en segundo término, porque las experiencias reportadas eran mínimas y el tipo anatómico se descubría hasta el abordaje quirúrgico. La propuesta inicial era, en los pacientes que por su tamaño lo permitían, la comisurotomía digital cerrada, con el riesgo de producir insuficiencia grave; en los niños más pequeños se realizaba a corazón abierto, y se comentaba que en el futuro las prótesis probarían salvar muchas vidas.

Actualmente el manejo óptimo de EM congénita que no responde a tratamiento médico es incierto y dependerá de la severidad del sustrato anatómico, de las lesiones asociadas y del tamaño del paciente. Las opciones terapéuticas incluyen valvuloplastía con balón por cateterismo, valvuloplastía quirúrgica y reemplazo valvular. Aun cuando el reemplazo resuelve muy satisfactoriamente la estenosis y con bajo riesgo de insuficiencia, la morbilidad y mortalidad, principalmente en niños pequeños, resulta muy alta. La plastía quirúrgica puede mejorar la movilidad de la válvula y permitir un área de entrada suficiente, pero el éxito depende mucho del sustrato anatómico. En niños pequeños posterior a plastía quirúrgica es frecuente la mortalidad, morbilidad y necesidad de sustitución valvular tempranamente en aquéllos en los que se intervino sobre las valvas o el aparato subvalvular, sin embargo, resuelve muy satisfactoriamente la obstrucción cuando lo que se realiza es una resección de un anillo supravalvular.

La valvuloplastía con balón ofrece una alternativa menos invasiva y en la actualidad es la técnica preferida en los bebés y niños con estenosis típica, doble orificio o válvula en paracaídas, no así en los de anillo supravalvular, que la resección resuelve el problema. Cuando hay lesiones asociadas que requieren cardiotoromía, se priorizará conservar el tejido de

la válvula, pero la decisión de plastía *versus* sustitución depende de los hallazgos y las posibilidades de reparación.

Debido a las diferencias basales de los niños manejados con uno u otro método, no es posible determinar los beneficios relativos para el manejo de EM con balón, plastía quirúrgica o sustitución (Doff, 2005).

INSUFICIENCIA MITRAL

La insuficiencia mitral congénita aislada que produzca problemas en la etapa neonatal o temprana, al igual que se mencionaba en la edición original, es una entidad extremadamente rara pero cuando está presente de forma grave, produce síntomas y falla cardíaca profunda. Los datos clínicos en el niño no difieren mucho de los del adulto. Las lesiones que pueden incluir IM congénita sin ser parte de otra cardiopatía más compleja, serían prolapso mitral y hendidura mitral aislada. Hay que recordar que la hendidura mitral suele ser un componente de la anatomía del canal aurículo-ventricular completo. El prolapso mitral consiste en la excursión de las valvas de la mitral por arriba del anillo durante la sístole y es la lesión valvular más comúnmente detectada en los países desarrollados. La degeneración mixomatosa es la principal causa de prolapso mitral y ello explica el por qué es la poco común diagnosticarla antes de la adolescencia. Cuando el prolapso mitral se manifiesta en la niñez generalmente es como integrante de una alteración que afecta el tejido conectivo como el síndrome de Marfán, Ehler-Danlos, osteogénesis imperfecta, cutis-laxa dominante o pseudoxantoma elástico (Séguéla, 2011).

Durante la evaluación ecocardiográfica se debe tener cuidado porque la forma normal de la mitral, en silla de montar, hace que la parte anterior y posterior del anillo estén más altos que las partes laterales, lo que puede sobrestimar el diagnóstico de prolapso mitral. Actualmente los criterios ecocardiográficos están bien definidos y solo los prolapsos vistos en el eje largo paraesternal son considerados como verdaderos y el prolapso se puede acompañar de engrosamiento de las valvas. Se considera un prolapso clásico cuando el engrosamiento es mayor de 5mm y se

refiere como no clásico cuando el engrosamiento es menor. Ocasionalmente se observa prolapso mitral asociado a CIA con histología normal de la válvula, el cual generalmente desaparece al reparar la CIA, pues se considera más asociado a la sobrecarga del VD por el cortocircuito. En el caso de síndrome de Marfán el prolapso más frecuentemente involucra ambas valvas, mientras que la degeneración mixomatosa frecuentemente afecta solo la valva posterior.

La hendidura mitral aislada es un hallazgo raro, aunque bien definido, cuyo origen aún está en debate, algunos autores la consideran una forma frustrada de canal aurículo ventricular. Se define como una división de una de las valvas de la mitral, que usualmente es la anterior.

TRATAMIENTO

Dependiendo de las características anatómicas de la IM, el tratamiento puede variar mucho y ya en la edición de 1962 se mencionaba que algunos autores tenían buen resultado con la plicatura del anillo mitral, pero con dos factores en contra que siguen siendo actuales, el tamaño de la válvula en niños pequeños, que no provee espacio para la cirugía o en caso de sustitución, no existen prótesis diseñadas para estos tamaños, y el grado de deformidad de la válvula.

Cuando los niños con IM están sintomáticos por falla izquierda, se hace necesario el tratamiento quirúrgico, y se prefiere la reconstrucción y no la sustitución, por el crecimiento del niño y el evitar anticoagulantes. El momento de la cirugía debe ser antes de síntomas graves pues se logra una función adecuada sin las morbilidades asociadas a la sustitución valvular.

Los tipos de reparación pueden considerarse en tres grupos dependiendo de la movilidad de las valvas: Normal, prolapso o restringido, y si el anillo está dilatado, se debe considerar anuloplastia, y puede ser necesario resección de una porción de la valva. El acortamiento de cuerdas o músculos papilares se puede utilizar en prolapso y el alargamiento de las cuerdas cuando estas están cortas y no permiten el cierre adecuado. En caso de insuficiencia asociada a válvula mitral en paracaídas o en hamaca, además

de la valvuloplastía se debe hacer las incisiones necesarias de valvas y músculos papilares que permitan adecuada coaptación (Monesha, 2021).

ESTENOSIS PULMONAR CON SEPTUM ÍNTEGRO

Es una lesión más frecuente de lo que se piensa, y aunque puede presentarse aislada, frecuentemente se asocia a foramen oval permeable o una CIA ostium secundum, lo que antiguamente se llamaba Trilogía de Fallot. La mayoría de los pacientes no desarrollan síntomas tempranamente, pero si es muy importante la estenosis o el corto circuito de derecha a izquierda es grande, se pueden presentar síntomas de falla cardíaca o cianosis. Habitualmente se palpa un thrill pulmonar y se ausculta un soplo sistólico, con el segundo tono pulmonar bajo o no presente. La rx de tórax puede revelar crecimiento del VD y dilatación postestenótica de la arteria pulmonar, el electrocardiograma muestra hipertrofia de VD.

En la actualidad, el método diagnóstico más usado y generalmente suficiente es el ecocardiograma, con Doppler color, casi siempre transtórácico, que nos proporciona gradientes de presión para graduar la severidad de la obstrucción de la siguiente forma:

Leve: Gradiente pico < 30mmHg

Moderada: Gradiente pico de 30 a 50mmHg

Grave: Gradiente pico > 50mmHg

El cateterismo prácticamente no es necesario para el diagnóstico, sin embargo, en caso de cateterismo terapéutico, el diagnóstico se comprueba al inicio. En todo caso ante la duda por ecocardiograma se puede optar por RMN que proporciona además datos de función cardíaca y de volúmenes ventriculares.

TRATAMIENTO

Los pacientes asintomáticos con gradientes < 30mmHg, pueden ser seguidos con electrocardiograma y ecocardiografía cada cinco años. Si están asintomáticos, pero con gradientes > de 30mmHg, el seguimiento se

recomienda cada dos años, y asintomáticos, pero con gradientes mayores de 60mmHg, se recomienda valvuloplastía con balón. Los pacientes sintomáticos con gradiente de 50mmHg o más deben manejarse con valvuloplastía con balón.

El manejo quirúrgico se recomienda en caso de estar asociado a insuficiencia pulmonar grave, anillo hipoplásico, estenosis supra valvular o si hay mucha displasia de la válvula. También si se va a realizar cirugía de otro defecto.

La técnica quirúrgica era referida en relación a valvotomía cerrada con cuchillo de Brock, introduciendo el cuchillo por el infundíbulo, e incluso se diseñaron otros valvulotomos, esto ha sido desplazado por el balón de hemodinamia, y si se decide hacer una valvotomía a visión directa, se hará con circulación extracorpórea. Una de las ventajas que se arguye de cirugía abierta es liberar completamente la obstrucción valvular y favorecer la regresión de la hipertrofia del ventrículo derecho, que de por sí causa obstrucción y dificulta el abordaje por cateterismo (Keaton, 2022).

OBSTRUCCIÓN INFUNDIBULAR CON SEPTUM INTERVENTRICULAR ÍNTEGRO

Esta entidad se refiere a una obstrucción en el tracto de salida del ventrículo derecho producida en el propio cuerpo del VD. Generalmente se encuentra asociada a otros defecto y muy rara vez se presenta aislada.

Se presenta de dos formas anatómicas, la estenosis de la porción proximal del infundíbulo debido a una banda fibrosa o muscular que divide la cavidad en dos cámaras (llamado VD bicameral), y la obstrucción por engrosamiento del músculo infundibular, en la que el estrechamiento puede ser corto o largo y localizarse inmediatamente por debajo de la válvula o más abajo dentro del tracto de salida ventricular. Puede resultar problemático en la medida en que la hipertrofia desplace el septum interventricular dentro de la cavidad del VI produciendo disfunción diastólica.

Tratamiento quirúrgico: Consiste en resear el músculo hipertrofiado del infundíbulo, y ampliarlo con un parche de pericardio autólogo

en caso necesario. En casos muy severos en niños pequeños, puede ser necesario la reparación usando un conducto del VD a la AP, y si la lesión no es reparable en neonatos o lactantes, puede requerirse una fístula de Blalock Taussig.

ENFERMEDAD DE EBSTEIN

Una de las anomalías que sigue siendo compleja de entender, con múltiples formas de presentación y con varias y controvertidas formas de manejo quirúrgico es la enfermedad de Ebstein. En 1962 se consideraba que era una enfermedad rara, con síntomas muy variables pero que la mayoría de las veces comprendían disnea de esfuerzo, cianosis leve y taquicardias. Evidentemente no se hablaba del Ebstein de presentación neonatal.

El defecto anatómico consiste esencialmente en una implantación anormal de la valva posterior y frecuentemente de la valva septal de la tricúspide, que, en vez de estar implantadas a nivel del anillo, se implantan en la pared del ventrículo a veces hasta cerca del ápex, por lo que la parte superior del VD se incorpora a la aurícula derecha (porción atrializada), y la cavidad ventricular es pequeña. Los síntomas son muy variados y se relacionan con un espectro amplio de cambios patológicos que producen diversas alteraciones hemodinámicas resultantes del grado de insuficiencia tricuspídea, la presencia o ausencia de CIA, la falla cardíaca derecha, y anomalías asociadas como estenosis u obstrucción pulmonar y alteraciones del ritmo con o sin presencia de vías de conducción anormales. Durante el periodo neonatal la insuficiencia tricuspídea se acentúa por las resistencias pulmonares elevadas y por el cortocircuito de derecha a izquierda a nivel de la CIA que produce cianosis importante. Si el paciente sobrevive el periodo neonatal, generalmente los síntomas disminuyen y se vuelven más controlables. En el niño más grande los síntomas se relacionan más con falla cardíaca, taquicardia atrial paroxística y cianosis.

Actualmente el diagnóstico se hace por ecocardiografía, que ha revolucionado el diagnóstico y el momento óptimo y tipo de tratamiento quirúrgico, pero es necesario realizar electrocardiograma, que generalmente muestra

aumento del PR y ondas P altas y en el 15% de los pacientes se observa preexcitación ventricular (Wof-Parkinson-White). La radiografía de tórax puede variar desde una silueta casi normal hasta la configuración típica en forma de globo o garrafa. El cateterismo cardíaco rara vez es necesario a menos que haya lesiones asociadas o se haya realizado cirugía previa, sin embargo, el estudio electrofisiológico es obligado previo a la cirugía en los pacientes con datos de preexcitación en el electrocardiograma o con repercusión clínica de arritmias (Dearani, 2003).

TRATAMIENTO

En la edición de 1962, se consideraba que no había tratamiento, pero se iniciaban algunas técnicas prometedoras como la derivación VCS a APD (Glenn clásico) y tratando las arritmias con simpatectomías y resección del ganglio estrellado. En la actualidad se acepta dos grupos generales de presentación clínica, el recién nacido que requiere alguna intervención de urgencia y el niño mayor que es susceptible de corrección biventricular. El recién nacido que se presenta gravemente enfermo requiere dirigir los esfuerzos a inicialmente disminuir las resistencias vasculares pulmonares, con el uso de prostaglandina E y no necesariamente una cirugía temprana; estabilizado el paciente, la imposibilidad de suspender prostaglandinas puede ser la indicación de una cirugía urgente. En este periodo se puede decidir si se realiza el procedimiento de Starnes (modificado) que consiste en cerrar la válvula tricúspide con un parche sintético fenestrado y ligar o seccionar la arteria pulmonar, convirtiéndolo en corazón univentricular y asegurar flujo pulmonar mediante una fístula de Blalock Taussig. Para ello, se calcula el riesgo quirúrgico con el índice ecocardiográfico del Great Ormond Street Hospital (GOSE), que se refiere a medir y sumar la porción de AD y la porción atrializada del VD y dividir las entre la suma de la medición de VD efectivo más AI más VI. Un índice GOSE < de 0.9 presenta mortalidades de 0-10% en el caso de reparación de Knott-Craig que consiste en plastia de la válvula tricúspide dejando una especie de válvula monocúspide y complementando con una derivación de VCS a AP, lo que equivale a corrección tipo ventrículo uno y medio. Más recientemente los

grupos con amplia experiencia en corrección en forma de cono han usado esta técnica para corrección en el recién nacido (Descrita más adelante).

En los niños de mayor edad, se han descrito a lo largo de los años distintas técnicas quirúrgicas enfocadas a incorporar la porción funcional del VD, reducir la porción atrializada y la AD dilatada, y dejar una válvula tricúspide funcional, abordando las lesiones asociadas, como CIA, estenosis pulmonar y vías de conducción anormales. En general la manera de reducir el tamaño del VD anormal es mediante plicatura de sus paredes. Las técnicas de plicatura horizontal buscan reducir el tamaño del anillo tricuspídeo y acercan el sitio de implantación hacia el anillo verdadero. Las técnicas de plicatura longitudinal reducen el tamaño del VD atrializado y del anillo tricuspídeo. La primera técnica de este tipo descrita fue la de Hunter-Lillehei-Hardy, quienes no desprendían la válvula y la acercaban al anillo tricuspídeo. Danielson modifica la técnica sin plicar la porción septal, pero reduciendo el anillo tricuspídeo en su parte posterior. Carpentier describe una plicatura longitudinal que incluye el anillo verdadero, para lo cual desprende las valvas anterior y posterior y las reimplanta en forma de válvula bicúspide en el anillo verdadero una vez plicado. A partir de la técnica de Carpentier, el Dr. Da Silva toma en cuenta una mayor porción de las valvas adosadas, y realiza el reimplante de las valvas usando todo el tejido valvular finamente disecado, no de forma horizontal sino en forma cónica determinada por la propia morfología de la patología, para lo cual sutura longitudinalmente las valvas entre sí y las reimplanta en los 360 grados del anillo. Esta técnica está ofreciendo en el momento actual excelentes resultados.

La técnica de Wu, consiste en plastía similar a la de Carpentier, pero con reducción de la porción atrializada mediante resección de un segmento del VD. La técnica de Hertzner se enfoca en plicar el anillo verdadero aproximando la porción posterior a la porción septal incluso creando en algunas ocasiones dos orificios tricuspídeos y sin plicar la porción atrializada que queda incluida en el VD. La técnica de sutura de Sebening consiste en transferir la cuerda tendinosa de la valva anterior hacia el septum cerca del anillo verdadero, creando una válvula monocúspide

excluyendo las valvas septal y posterior. Frecuentemente se usa más bien como complemento de otras técnicas.

En caso de decidir sustitución valvular, la prótesis se implanta en el anillo verdadero y se realiza plicatura horizontal de la porción atrializada generalmente con la misma sutura del implante valvular. Algunos autores sugieren evitar dañar las vías de conducción, dejando el seno coronario drenando a la porción ventricular. El tejido valvular puede ser removido o no (Melchior, 2017).

COMUNICACIÓN INTERAURICULAR TIPO SECUNDUM

Esta es una de las anomalías más frecuentes y los síntomas son variables. En algunos pacientes no hay manifestaciones y solo se busca ayuda médica cuando se detecta un soplo, el cual rara vez es detectado en el periodo neonatal. Los defectos muy grandes se asocian con congestión pulmonar y pueden llevar a obstrucción vascular pulmonar. En el adulto puede haber fibrilación auricular y aunque es raro, existe el riesgo de endocarditis infecciosa y embolismos paradójicos. La manifestación clásica a la exploración física es de un soplo eyectivo en segundo espacio intercostal izquierdo con segundo tono desdoblado fijo. Algunos con hiperactividad precordial y deformidad del tórax. La radiografía muestra cardiomegalia y algunos pacientes tienen pubertad retrasada. Actualmente el diagnóstico se realiza por ecocardiograma. Y actualmente el cateterismo es más bien terapéutico

TRATAMIENTO

Como se mencionaba en la edición de 1962, el cierre quirúrgico del defecto ya había probado tener resultados satisfactorios y debe considerarse una vez establecido el diagnóstico. Y ya para ese entonces se mencionaba que las técnicas de cirugía cerrada, como el embudo utilizado por Gross o las jaretas cerradas utilizadas por Sondergaard o por Bjork y Craaford. Los autores ya intuían que la mejor técnica quirúrgica era abierta con

circulación extracorpórea con perfusión total. Se propone cierre directo solo en los defectos pequeños y con bordes firmes, e inducir fibrilación, sin embargo, en la actualidad, un tiempo pequeño de cardioplejia es lo más aceptado, y las lesiones aisladas suelen cerrarse directamente con polipropileno. Los defectos menores de 5mm en recién nacidos y lactantes, suelen cerrar espontáneamente antes del primer año de vida, mientras que los defectos mayores de 10mm deben considerarse para manejo médico o quirúrgico. El cierre percutáneo por cateterismo es útil si el defecto tiene bordes adecuados para el cierre y conlleva menor riesgo para el paciente con complicaciones en alrededor del 7% de pacientes y relacionadas con arritmias, bloqueo AV, lesión cardíaca y tromboembolismo. Para el cierre quirúrgico se reportan complicaciones hasta en 24% de pacientes (Menillo, 2021).

En la actualidad se comparan las técnicas de cirugía de mínima invasión con las técnicas percutáneas para cierre de CIA, pero en el caso de lesiones tipo secundum, de tamaño mediano, el cierre percutáneo se ha convertido en el procedimiento estándar y el cierre quirúrgico se reserva para defectos muy grandes, sin adecuados bordes o con malformaciones asociadas que no permiten el uso de dispositivos. Se describe en general dos técnicas de mínima invasión, a través de incisión pequeña medio esternal con esternotomía parcial o total, y a través de toracotomía anterolateral pequeña por el quinto espacio intercostal derecho; ambas técnicas ofrecen buen resultado y pocas complicaciones (Sabzi, 2018).

COMUNICACIÓN INTERAURICULAR TIPO PRIMUM Y CANAL AURÍCULO-VENTRICULAR

En 1962 los autores consideraban dos entidades distintas la CIA primum y el canal AV común, llamando a este último *Atrioventricularis Communis*. Se caracteriza por un grado variable de defecto septal auricular y ventricular junto con un orificio atrioventricular común o parcialmente separado. El canal AV parcial se caracteriza por una CIA primum con dos válvulas atrioventriculares separadas pero con una unión o intersección

común de los anillos. Puede acompañarse de hendidura mitral y de una CIV de entrada pequeña. El canal AV completo se caracteriza por una válvula AV común, la CIA primun y una CIV de entrada no restrictiva (Ahmed, 2022). La mayoría de las veces es causado por mutaciones genéticas y es muy frecuente la asociación con síndrome de Down, quienes lo presentan hasta en uno de cada seis pacientes. Constituye alrededor del 3% de las cardiopatías congénitas.

Cuando se trata de una CIA primum, las manifestaciones clínicas son parecidas a las de CIA secundum pero suelen aparecer más tempranamente y el soplo sistólico tiende a ser más intenso, asimismo hay algunas alteraciones electrocardiográficas características, como retraso en la conducción AV o bloqueo de rama derecha. El defecto anatómico se caracteriza por ausencia de cualquier separación de las aurículas en la base del tabique lo que produce una cierta fusión de los anillos de las válvulas AV y casi invariablemente con una hendidura en la válvula mitral. En la actualidad el diagnóstico es por ecocardiograma, y hasta antes de la circulación extracorpórea, era muy difícil el cierre sobre todo por la necesidad de cerrar la hendidura de la válvula mitral. De igual forma, desde la primera edición del libro de Gibbon, se hacía notar que por regla general se requería un parche ovalado de material sintético y era muy poco probable poder cerrar el defecto directamente. Cuando se coloca el parche se debe tener especial cuidado en tratar de evadir las vías de conducción, ya que frecuentemente este defecto se acerca mucho al seno coronario; ocasionalmente se prefiere cerrar con pericardio autólogo y pasar las líneas de sutura por arriba del seno coronario dejando este drenando a la izquierda, pero asegurando evadir las vías de conducción.

En el caso de canal atrioventricular completo, se presenta una válvula atrioventricular común con cinco valvas que incluyen Valva puente superior, valva puente inferior, derecha anterior o anterosuperior, derecha posterior e izquierda mural. Se reconocen tres tipos anatómicos clasificados por Rastelli: en el tipo A, la valva superior tiene cuerdas implantadas del lado izquierdo del tabique interventricular, en el tipo B esta valva está recorrida hacia el VD y las cuerdas tendinosas se implantan en

el borde o el lado derecho del tabique interventricular, y en el tipo C, la valva superior flota libremente, dejando una CIV amplia y no restrictiva.

Las manifestaciones clínicas son las propias de los defectos involucrados en relación a la magnitud de los cortocircuitos, presentando signos de congestión pulmonar y falla cardíaca derecha que se desarrollan en la infancia temprana, al caer las resistencias vasculares pulmonares. Si no se trata, la falla cardíaca y el daño vascular pulmonar (síndrome de Eisenmenger) se pueden presentar muy tempranamente, sobre todo cuando hay defectos graves asociados como insuficiencia atrioventricular. Los niños con síndrome de Down tienden a desarrollar enfermedad vascular pulmonar más tempranamente.

TRATAMIENTO

La corrección quirúrgica es el tratamiento último del canal aurículoventricular. La reparación es compleja y aún en la actualidad presenta alta mortalidad, de más del 3%. También implica morbilidad postoperatoria, principalmente por defectos residuales, insuficiencia de alguna de las válvulas AV, obstrucción del VI y arritmias.

En 1959 ya se había intentado la reparación por McGoon, DuShane y Kirklin, usando circulación extracorpórea con una mortalidad del 72%, pero Gerbode en 1961, presenta mejores resultados. Actualmente en el caso de canal auriculoventricular balanceado, se recomienda la reparación temprana de los defectos. La técnica de dos parches es la más aceptada y consiste en el cierre de la CIV con un parche de material sintético sobre el cual se suturan, en su borde superior, las valvas de la válvula AV común, dejando dos válvulas, se sutura la hendidura mitral directamente y se cierra el defecto interauricular con otro parche, generalmente de pericardio autólogo, como se describe para el cierre de CIA primum. Las técnicas de un parche para el cierre de ambos defectos y la llamada Australiana tienen la misma mortalidad que la de dos parches, aún en pacientes con síndrome de Down. Aunque ya no se usa de rutina, en algunos casos graves se puede considerar la paliación temprana con un cerclaje de arteria pulmonar.

En el caso de canal aurículo ventricular desbalanceado, se puede requerir paliación para corazón univentricular, y será necesario definir tempranamente esta decisión (Atz, 2011).

RETORNO VENOSO PULMONAR ANÓMALO PARCIAL (TRANSPOSICIÓN PARCIAL DE VENAS PULMONARES) Y ANÓMALO TOTAL

No es raro encontrar un drenaje anómalo parcial de venas pulmonares en la aurícula derecha o en la vena cava superior, generalmente asociada a una comunicación interauricular, lo que en la primera edición se consideró una transposición parcial de venas pulmonares. Cuando esto se presenta, las manifestaciones clínicas y en la radiografía simple son muy similares a las de una comunicación interauricular, y el diagnóstico tenía que hacerse por cateterismo. En la actualidad el diagnóstico se realiza con ecocardiografía, y la angiotomografía puede proporcionar datos anatómicos muy precisos, sin embargo en la primera edición se consideraba que para efectos prácticos no era esencial tener este diagnóstico preoperatoriamente pues el abordaje es el mismo que para una CIA secundum.

El tratamiento consiste en derivar las venas pulmonares anómalas mediante un parche hacia la CIA si esta existe o mediante una incisión en el tabique creando o ampliando la CIA. Ocasionalmente puede usarse el propio tabique en la derivación de las venas pulmonares. Cuando el drenaje es a VCS, puede haber mayor dificultad para la derivación de las venas pulmonares, pues se debe tener especial cuidado de dividir la llegada de la VCS a la AD proporcionalmente. En caso de que en la derivación se estreche la VCS en su llegada a la AD, se amplía mediante una incisión de VCS a AD y colocando un parche.

REFERENCIAS

- Ahmed, I., Anjum, F. Atrioventricular Septal Defect. [Updated 2022 Jan 13]. StatPearls Publishing; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562194/>
- Atz, A. M., Hawkins, J. A., Lu, M., Cohen, M. S., Colan, S. D., Jagers, J., Lacro, R. V., McCrindle, B. W., Margossian, R., Mosca, R. S., Sleeper, L. A., Minich, L. L., & Pediatric Heart Network Investigators (2011). Surgical management of complete atrioventricular septal defect: associations with surgical technique, age, and trisomy 21. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 141(6), 1371–1379. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.08.093>
- Barratt-Boyes, B. G., Simpson, M., & Neutze, J. M. (1971). Intracardiac surgery in neonates and infants using deep hypothermia with surface cooling and limited cardiopulmonary bypass. *Circulation*, 43(5 Suppl), I25–I30. <https://doi.org/10.1161/01.cir.43.5s1.i-25>
- Burri, M., & Lange, R. (2017). Surgical Treatment of Ebstein's Anomaly. *The Thoracic and cardiovascular surgeon*, 65(8), 639–648. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1604469>
- Cavalcanti, P. E., Sá, M. P., Santos, C. A., Esmeraldo, I. M., Chaves, M. L., Lins, R. F., & Lima, R.deC. (2015). Stratification of complexity in congenital heart surgery: comparative study of the Risk Adjustment for Congenital Heart Surgery (RACHS-1) method, Aristotle basic score and Society of Thoracic Surgeons-European Association for Cardio- Thoracic Surgery (STS-EACTS) mortality score. *Revista brasileira de cirurgia cardiovascular : orgao oficial da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, 30(2), 148–158. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20150001>
- Cruz-Castañeda, B. F., Carrillo-Llamas, F., Ramos-Higuera, S., López-Taylor, J. G., & Buen, E. P. (2009). Surgical repair of supraaortic stenosis with use of Brom's technique: short-term results in 9 children. *Texas Heart Institute journal*, 36(3), 226–229.
- Dearani, J. A., & Danielson, G. K. (2003). Ebstein's Anomaly of the Tricuspid Valve. In Mavroudis, C., Baker, C. L. (Eds.) *Pediatric Cardiac Surgery* (3th Ed., pp. 524-536). Mosby Inc.
- de Leval M. R. (2005). The Fontan circulation: a challenge to William Harvey?. *Nature clinical practice. Cardiovascular medicine*, 2(4), 202–208. <https://doi.org/10.1038/ncpcardio0157>
- Donofrio, M. T., Engle, M. A., O'Loughlin, J. E., Snyder, M. S., Levin, A. R., Ehlers, K. H., & Gold, J. (1992). Congenital aortic regurgitation: natural history and management. *Journal of the American College of Cardiology*, 20(2), 366–372. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(92\)90104-u](https://doi.org/10.1016/0735-1097(92)90104-u)
- Dushane, J. W., Kirklin, J. W., Patrick, R. T., Donald, D. E., Terry, H. R., Jr, Burchell, H. B., & Wood, E. H. (1956). Ventricular septal defects with pulmonary hypertension; surgical treatment by means of a mechanical pump-oxygenator. *Journal of the American Medical Association*, 160(11), 950–953. <https://doi.org/10.1001/jama.1956.02960460028007>

- Fraser, C. D., Jr, & Cosgrove, D. M., 3rd. (1994). Surgical techniques for aortic valvuloplasty. *Texas Heart Institute Journal*, 21(4), 305–309.
- Heaton, J., & Kyriakopoulos, C. (2023). Pulmonic Stenosis. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560750/>
- Lillehei, C. W., Cohen, M., Warden, H. E., & Varco, R. L. (1955). The direct-vision intracardiac correction of congenital anomalies by controlled cross circulation; results in thirty-two patients with ventricular septal defects, tetralogy of Fallot, and atrio-ventricularis communis defects. *Surgery*, 38(1), 11-29.
- McElhinney, D. B., Sherwood, M. C., Keane, J. F., del Nido, P. J., Almond, C. S., & Lock, J. E. (2005). Current management of severe congenital mitral stenosis: outcomes of transcatheter and surgical therapy in 108 infants and children. *Circulation*, 112(5), 707–714. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.500207>
- Menillo, A. M., Lee, L. S., & Pearson-Shaver, A. L. (2023). Atrial Septal Defect. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535440/>
- Mulla, S., & Siddiqui, W. J. (2022) Subaortic Stenosis. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526085/>
- Nagre, S. W. (2016) Historical Evolution of Surgery for Transposition of Great Arteries (TGA). *Journal of Cardiovascular Medicine and Cardiology*, 3(1), 026-029. <https://doi.org/10.17352/2455-2976.000026>
- Sabzi, F., Faraji, R., & Kazeminasab, M. (2018). Minimal Invasive Technique in Atrial Septal Defect Surgery. *Cardiology research*, 9(2), 90–93. <https://doi.org/10.14740/cr699w>
- Séguéla, P. E., Houyel, L., & Acar, P. (2011). Congenital malformations of the mitral valve. *Archives of cardiovascular diseases*, 104(8-9), 465–479. <https://doi.org/10.1016/j.acvd.2011.06.004>
- Sharma R. (2021). Dr Aldo R. Castaneda. Apollonian surgeon exemplar (1930-2021): An inspiring legacy. *Annals of Pediatric Cardiology*, 14(3), 437-440. https://doi.org/10.4103/apc.apc_106_21
- Singh G. K. (2019). Congenital Aortic Valve Stenosis. *Children (Basel, Switzerland)*, 6(5), 69. <https://doi.org/10.3390/children6050069>
- Vindhyaal, M. R., Priyadarshni, S., & Eid, F. (2023). Supravalvar Aortic Stenosis. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470210/>

PRÓTESIS VALVULARES

SERAFÍN RAMÍREZ CASTAÑEDA

ALBERTO RAMÍREZ CASTAÑEDA

OCTAVIO FLORES CALDERÓN

La historia de la cirugía cardíaca convencional que actualmente conocemos tiene una evolución muy corta en cuanto a tiempo. Data de aproximadamente 69 años, sin embargo, su desarrollo ha sido vertiginoso a partir de la invención de la bomba de circulación extracorpórea utilizada por primera vez por John Gibbon el 6 de mayo de año 1953 para cerrar una comunicación interauricular con éxito (Zalaquett, 2003).

Así la historia de la cirugía cardíaca se ve también envuelta en la resolución de las enfermedades valvulares cardíacas y, por ende, en el desarrollo de prótesis valvulares cardíacas que sin duda han ameritado horas de investigación a lo largo del tiempo para desarrollar prótesis cada vez más funcionales y con menos porcentaje de complicaciones (De Wall *et al.*, 2000). El intento de desarrollo de las prótesis valvulares cardíacas data de la década de los años cuarenta, estimulado por: las nuevas técnicas quirúrgicas, por el desarrollo de nuevos materiales de sutura, de parches para injertos arteriales y posteriormente la posibilidad de acceder a cámaras intracardíacas.

Estas prótesis fueron realizadas a base de tejido orgánico y/o sintético y se desarrollaron para reemplazar una válvula nativa, lo cual era meramente un sueño hasta antes del 11 de septiembre de 1952 en que el Dr. Charles Hufnagel en el quirófano 3 del Hospital de la Universidad de Georgetown, insertó el primer dispositivo valvular protésico en la aorta descendente a una mujer de 53 años que padecía una insuficiencia aórtica, con una supervivencia de ocho años. Se inicia así la carrera en el desarrollo tecnológico de las prótesis valvulares (Hufnagel, 1951). Dicho procedimiento debería ser en pocos minutos, dentro del protocolo de seguridad del pinzamiento de aorta descendente y, pronto fue adoptado

por otros cirujanos. Lamentablemente los resultados no fueron halagadores debido a que la colocación de una válvula después de la circulación coronaria y cerebral era dañino para estas estructuras, lo que se demostró posteriormente gracias a estudios realizados por Kusick *et al.* Esta demostración impulsó el desarrollo de las prótesis en posición subcoronaria, dando así otro paso importante en la evolución de las prótesis valvulares cardíacas. A manera de anécdota se lee en un texto que describe los inicios de este tema y pensando acertadamente lo que sucedería años después menciona que, en un futuro se desarrollaría una válvula protésica subcoronaria ideal, lo cual fue posible posteriormente con el desarrollo de la circulación extracorpórea y los métodos de protección miocárdica así como el poder mantener un campo operatorio exangüe.

Desde 1951 los doctores Charles Hufganel y Moore Campbell desarrollaron un dispositivo que consistía en un cilindro de metacrilato que contenía una esfera móvil del mismo material, lo que conocimos en su momento, como jaula bola por la conformación de la misma, dicha prótesis solo fue colocada por el Dr. Hufganel (1951).

En el año 1960 el Dr. Henry Bahnson en el Hospital John Hopkins inicia la colocación de válvulas protésicas aórticas de teflón, con un soporte con anillo para suturar a 1 mm del anillo con sutura continua, aunque estos intentos se limitaron ya que en seguimiento el material de construcción de las prótesis se volvía rígido y se desgarraba debido al depósito de fibrina, lo que actualmente conocemos como degeneración de la prótesis (Bahnson *et al.*, 1960). Por esa misma fecha los doctores Lowell Edwards y Albert Starr diseñaron por separado una prótesis del tipo jaula bola, pero con la esfera construida de silicona con una jaula de aleación de metal biocompatible, este último colocó dicha prótesis en posición mitral, pasando a la historia como la famosa prótesis Starr Edwards (figura 1) (Starr & Edwards, 1961). Continuó la evolución y en 1967 el Dr. Michael DeBakey diseña un modelo similar, pero con material en la jaula y en la bola de carbón pirolítico y dos años después el material de la jaula se cambió a titanio revestida de carbón pirolítico (Ozkokeli *et al.*, 2005).

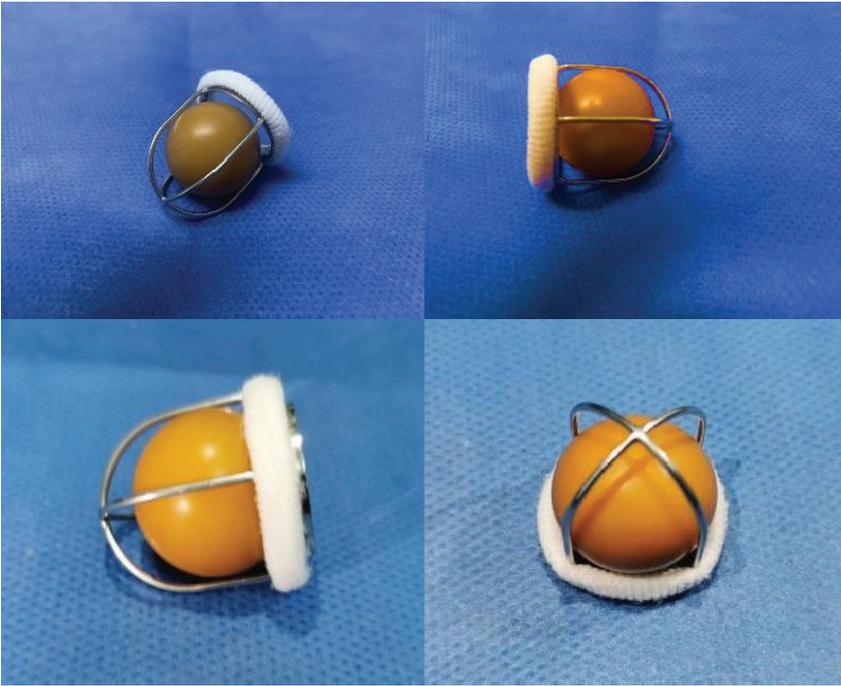


Figura 1. Prótesis valvular "Jaula-Bola". Cortesía del doctor Serafín Ramírez Castañeda.

Simultáneamente, en 1966 Viking Björk y Donald Shiley desarrollaron una prótesis con disco basculante, siendo los primeros en abrir paso a ese tipo de tecnología, así para 1977 el Dr. Karl Victor Hall, mejoró los diseños de sus predecesores con una prótesis donde el disco se deslizaba sobre un alambre guía a través de una perforación central para inclinarse y abrirse, este proyecto fue apoyado por Medtronic por lo que se llamó finalmente a esta válvula Medtronic Hall (Nitter-Hauge & Abdelnoor, 1989).

Otro parteaguas en el desarrollo de las prótesis valvulares cardíacas fue el realizado en la Universidad de Minnesota en 1976 en que el Dr. Demetre Nicoloff y el ingeniero industrial Xinon Posi desarrollaron, por primera vez, una válvula de bisagra con los pivotes cerca de los anillos y apertura central, con aporte a este proyecto de Manuel Villafana, logrando así que la válvula fuera constituida por un anillo de tela y el resto de la estructura de carbón pirolítico, este último sugirió que dicha prótesis se llamara Nicoloff, pero el Dr. Demetre Nicoloff no aceptó, por lo que se

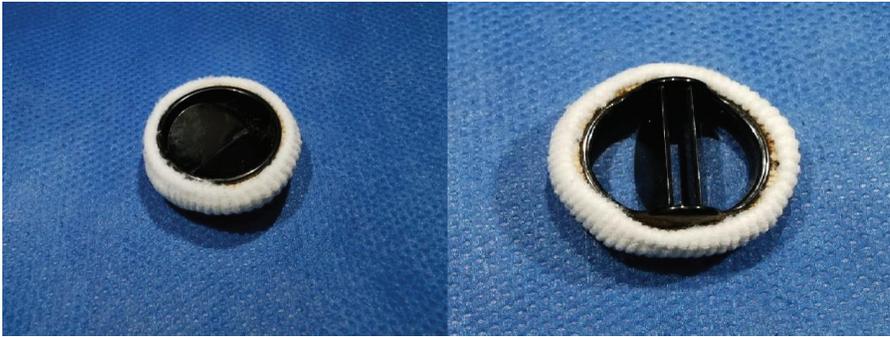


Figura 2. Válvula protésica mecánica St. Jude. Cortesía del doctor Serafín Ramírez Castañeda.

le dio el nombre de St. Jude (figura 2) en honor a San Judas Tadeo que es el santo patrón de los casos perdidos, esto debido a que el hijo de Manuel Villafana se recuperaba entonces de una grave enfermedad (Arom *et al.*, 1989), dando así el nombre a una de las prótesis más utilizadas en el mundo. Hasta la fecha son utilizadas, ya que mejoraron la hemodinamia, con dos valvas que permiten dos orificios laterales y uno central tuneliforme logrando una angulación de hasta 85-90° y con menor turbulencia.

Esta misma tecnología se ha utilizado en otras marcas como Medtronic, On-x y Carbomedics con ingeniería similar que en los últimos años han incluido la característica de ser giratorias lo que ha facilitado y mejorado su orientación y funcionamiento, una vez implantadas. Otra característica que se ha agregado es que se elaboran con un cuff más delgado con el fin de permitir robustecer el área efectiva de la prótesis, lo que nos ha facilitado la posibilidad de ofrecer una mejor área protésica en anillos valvulares nativos pequeños con el fin de evitar en lo posible el mismach.

La necesidad de buscar una alternativa de prótesis más fisiológicas y menos trombogénicas, dirigió el desarrollo de utilizar materiales biológicos, así se usaron inicialmente válvulas homólogas esterilizadas químicamente, iniciando otro aspecto importante de las válvulas cardíacas que, a la fecha ostenta una de las más destacadas tecnologías y desarrollo. Sin embargo, inicialmente en 1965 surgen las primeras válvulas heterólogas porcinas que posteriormente se usaron en seres humanos, estas se esterilizaban con formalina lo que producía disolución de las fibras de colágeno y por ende disfunción valvular (Rahimtoola, 2003). Posteriormente,

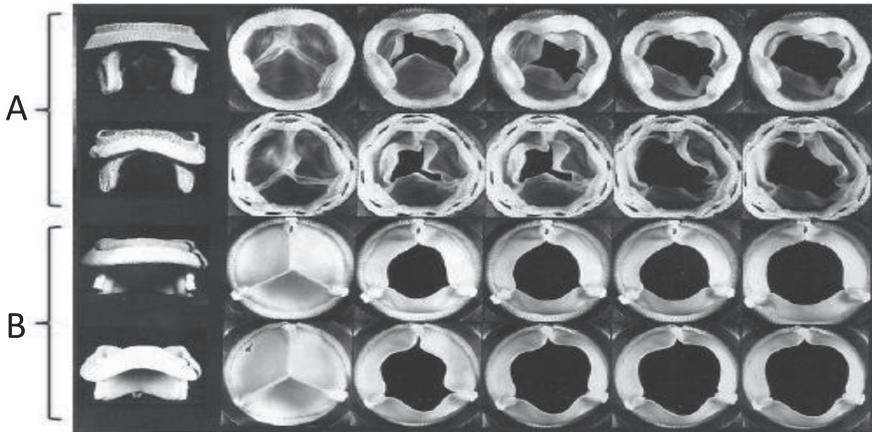


Figura 3. (A) Las primeras dos filas observan la mayor degeneración de prótesis porcinas en comparación a las últimas dos filas en que se aprecia la menor degeneración de prótesis biológicas de origen porcino. Cortesía del doctor Serafín Ramírez Castañeda.

a partir de año 1968, se utilizó glutaraldehído para su esterilización y fijación lo cual favorecía la unión de las fibras de colágeno, además de hacer el tejido inmunológicamente más inactivo y evitar la contracción y degeneración prematura. Se desarrollaron también válvulas de origen bovino que tenían mayor soporte al estrés y a presiones más altas en comparación a las de origen porcino que presentaban mayor deterioro y posibilidad de ruptura (figura 3) (Villar-Inclán, 2010).

Aspectos importantes como la técnica del implante, la fijación y la hemodinámica de la prótesis habían sido trabajados en estudios de experimentación en animales a corto plazo, en los años sesenta describían que la evaluación en humanos sería necesaria en un futuro para valorar las ventajas y desventajas de cada una de las prótesis de ese tiempo, nada más premonitorio basado en la gran experiencia y observación de los grandes pilares y maestros en el desarrollo de nuestra joven especialidad.

Las válvulas cardíacas protésicas de origen biológico se desarrollaron a lo largo de estos últimos 45 años en prótesis con stent, sin stent y en la última generación las implantadas de forma percutánea. Por el origen del tejido biológico se han empleado los autoinjertos como en el procedimiento de Ross donde se toma la válvula pulmonar para implantarla en posición aórtica, los homo injertos en los que se han utilizado la obtención

de tejidos de bancos de válvulas y por último los Xenoinjertos como ya se mencionó de origen porcino y bovino, en este último caso se utiliza solo una raza de bovinos que es la Holstein Breed, menores de cuatro años.

Las características de las prótesis biológicas han evolucionado desde el tratamiento que se les da, hasta características propias de cada casa comercial, por ejemplo, anillos flexibles, cuff pequeño para mayor área valvular efectiva, tratamientos anticalcificantes, con perfiles más altos o más bajos que permiten facilitar la colocación y en el caso de posición aórtica facilitan la aortorrafia y permiten menor posibilidad de obstrucción al flujo en los ostiums coronarios.

Una vez descrito este gran viaje por los inicios que sentaron las bases para el desarrollo de tecnologías en materia de prótesis valvulares cardíacas y, ubicándonos en la época actual mencionaremos que, un avance importante en la última década ha sido sin duda el desarrollo de válvulas protésicas biológicas con facilidad de implante y despliegue que prometen disminuir tiempos transoperatorios para su colocación sin sacrificar seguridad, eficacia hemodinámica y durabilidad funcional, con ello se planea brindar una oportunidad para todos aquellos pacientes inoperables, que no tienen acceso a procedimientos trans catéter con muy alto riesgo para la cirugía convencional. Estas prótesis se utilizan también con el fin de disminuir los tiempos quirúrgicos como también para disminuir los tiempos de pinzamiento aórtico y de derivación cardiopulmonar hasta 46% y por ende disminuir el riesgo de complicaciones post bomba, ofreciendo reducción en sangrados tras operatorios, días de estancia hospitalaria, mejorando el dolor, con muy buenos resultados a corto plazo hasta el momento. Berastigui *et al*, en una serie de 262 pacientes en quienes se implantó prótesis sin sutura, demostraron que es una excelente opción que permite disminuir tiempos de isquemia, reduciendo la mortalidad y complicaciones posoperatorias mayores, sin evidencia de mismatch (Haverich *et al.*, 2022).

Estas se basan en una válvula montada en un sistema de despliegue rápido con una estructura expandible, siendo utilizadas en cirugías convencionales y de mínima invasión, algunas marcas deben ser fijadas con tres suturas solamente, como el modelo Intuity de Edwards para reemplazo

valvular aórtico, fue diseñada por Edwards en el 2014 (Arribas *et al.*, 2016). Esta prótesis combina la tecnología de las válvulas percutáneas con las, ya aprobadas, válvulas biológicas. El pericardio bovino proporciona durabilidad, adecuada simetría, espesor y elasticidad a cada valva de la prótesis. Adicional a la estructura convencional, estas válvulas cuentan con un stent de aleación flexible y un armazón de acero inoxidable cuya función principal es absorber y distribuir la energía durante el ciclo cardíaco manteniendo la fuerza radial y bajo perfil sub anular relacionada a estructuras subyacentes mejorando así su desempeño hemodinámico. El comportamiento hemodinámico de la prótesis Edwards Intuity ha resultado ser excelente a corto y mediano plazo. Con tasas más altas del uso de aortotomías pequeñas, gradientes promedio 8.7mmHG a los tres años, así como una mayor reducción de masa ventricular izquierda en el estudio prospectivo y multicéntrico TRITON (Klop *et al.*, 2020).

Por otro lado, la válvula bioprotésica Perceval diseñada también para posición aórtica, consiste en valvas de tejido pericárdico bovino y un stent plegable de nitinol autoexpandible que tiene como función sostener y fijar la válvula al anillo (Berastegui *et al.*, 2017).

Meco *et al.*, evaluaron la efectividad comparativa de Perceval (P) y las bioprótesis convencionales (C), analizando la mejor evidencia actual disponible de estudios observacionales recientes, con un total de 1399 pacientes, 639 (P) vs 760 (C) los datos arrojaron que la circulación extracorpórea (CEC) posoperatoria combinada (67.4 ± 20.2 versus 93.2 ± 25.8 minutos para los grupos P y C, respectivamente; $P=0,001$) y tiempos de pinzamiento aórtico (39.6 ± 14.2 versus 66 ± 17.4 minutos para el grupo P y C, respectivamente; $P=0,001$) fueron significativamente menores en el grupo P. El tamaño de la prótesis fue significativamente mayor y el gradiente transvalvular medio postoperatorio fue significativamente menor en el grupo P. La incidencia de implante de marcapasos postoperatorio para el bloqueo auriculoventricular, fue significativamente mayor en el grupo P, mientras que no encontraron diferencias en la incidencia de ictus postoperatorio, fuga paravalvular y mortalidad entre ambos grupos (Meco *et al.*, 2018). Pese a que estas prótesis muestran resultados prometedores a corto y mediano plazo, aún es necesario realizar más estudios con poblaciones

más grandes y con análisis de seguimiento más largo para establecer su superioridad ante las válvulas biológicas convencionales.

Ambas prótesis de despliegue rápido descritas previamente dependen de su mecanismo expandible para fijarse, estas constan de tres partes, una que es propiamente la válvula expandible, otra cuenta con un sistema de entrega de la válvula que es el que permite su colocación, la tercera cuenta con sistema de presión constituido por una jeringa con manómetro para lograr su expansión en el sitio donde se va a dejar implantada midiendo así la presión exacta para ser desplegada sin dañar los tejidos y sin permitir la posibilidad de no quedar bien ajustada.

Las contraindicaciones para el uso de las válvulas de despliegamiento rápido son la presencia de aneurisma y disección de la aorta ascendente, medidas inadecuadas de anillo y unión sinotubular (anillos menores de 19mm y mayores a 27mm, unión sinotubular <24.7mm y >35.1) o hipersensibilidad conocida al níquel o cobalto.

Si bien no se trata de un tema propiamente de válvulas protésicas cardíacas, el avance tecnológico que ha ofrecido la cirugía de mínima invasión en reemplazo valvular aórtico y mitral, ha impactado de manera favorable en las últimas décadas, así el tratamiento de las enfermedades valvulares ha experimentado un cambio rápido en los últimos años.

El uso de abordajes quirúrgicos mínimamente invasivos, definidos como la utilización de incisiones más pequeñas, está aumentando en un intento por reducir aún más la morbilidad posoperatoria y mejorar la satisfacción del paciente, después de décadas de escepticismo (Paparella *et al.*, 2021).

Los procedimientos mínimamente invasivos (MICS), sin importar la válvula a trabajar, requieren un esfuerzo coordinado del cirujano, anestesiólogo, perfusionista y personal de enfermería para lograr los mejores resultados clínicos. Es indispensable la intubación selectiva para lograr exposición quirúrgica óptima. Otra herramienta necesaria es la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria (ETE) ya que se debe implementar de forma rutinaria. Si se planea una derivación cardiopulmonar periférica (CPB), la perfusión de las extremidades se monitorea mediante oximetría de pulso en el pie durante la canulación femoral o mediante una línea arterial radial durante la canulación axilar (Malaisrie *et al.*, 2014).



Figura 4. Componentes de una válvula biológica percutánea (intuity-Edwards). Cortesía de archivo personal del Hospital General de México.

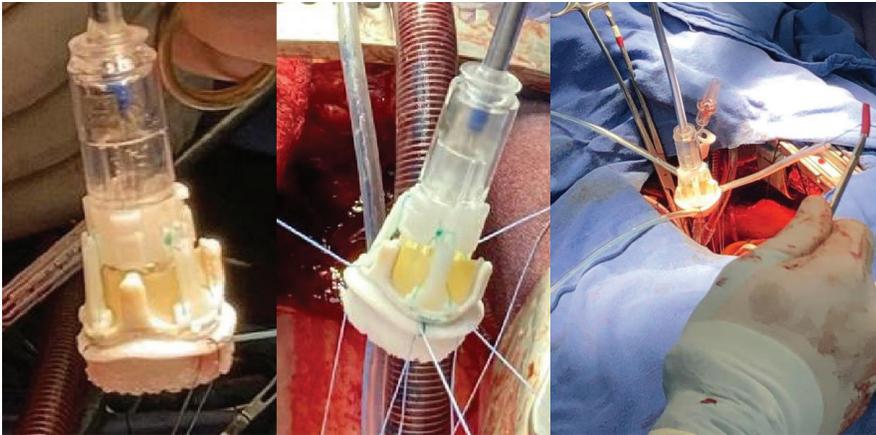


Figura 5. Se observa la colocación de los puntos de fijación. Cortesía de archivo personal del Hospital General de México.

El reemplazo valvular aórtico mínimamente invasivo (MIRVA) a través de una toracotomía derecha, se realizó por primera vez en 1993 por Rao *et al.* (Malaisrie *et al.*, 2014). Posteriormente, se adoptaron una variedad de incisiones, incluida la esternotomía parcial inferior y transversal, así como un abordaje paraesternal. Actualmente, la toracotomía anterior derecha y la hemiesternotomía superior son los abordajes predominantes para la MIRVA. Paparella *et al.*, en un estudio retrospectivo multicéntrico donde comparan resultados de abordaje convencional vs MIRVA concluyen significancia estadística para menor mortalidad a 30 días, estadías postoperatorias más cortas y gasto cardíaco bajo postoperatorio menos frecuente en el grupo de MIRVA. Sin embargo, los

tiempos circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico fueron más prolongados, la incidencia de fibrilación auricular y requerimiento de transfusión sanguínea fue mayor en este grupo (Paparella *et al.*, 2020). El uso de una prótesis sin suturas facilita la RVA mínimamente invasivo, lo que permite una reducción significativa del tiempo operatorio y un mejor resultado postoperatorio en comparación con el uso de una prótesis “estándar” (Paparella *et al.*, 2021). Mientras que, Merk *et al.* (2015), mostraron que el MIRVA se asoció con una menor incidencia de uso de balón de contra pulsación intra aórtico y de muertes intrahospitalarias. Otra ventaja de los procedimientos mínimamente invasivos son su asociación con menores tasas de respuesta inflamatoria sistémica y coagulopatía (Paparella *et al.*, 2021). Con respecto a los reemplazos valvulares en posición mitral (RVM), las primeras descripciones realizadas fueron a mediados de los 90 por Carpentier *et al.* La técnica descrita involucraba abordaje por minitoracotomía derecha, puerto de acceso toracoscópico, esternotomía parcial y robótica. Eqbal *et al.* (2022), mostraron que al igual que en la cirugía aórtica, el RMV se asocia con mayores tiempos de pinzamiento aórtico y derivación cardiopulmonar en comparación con los abordajes convencionales, pero, en contraste, estos requieren menor índice de transfusión sanguínea perioperatoria, mientras que no existió diferencia significativa de riesgo de insuficiencia mitral residual y mortalidad en los dos grupos (Eqbal *et al.*, 2022).

Es posible que en el futuro se pueda definir con precisión que los abordajes menos invasivos son la mejor opción para los reemplazos valvulares aórticos y mitrales, ya que la mayor parte de las complicaciones asociadas a estos procedimientos se deben, principalmente, a la curva de aprendizaje. De forma similar a lo ocurrido en los inicios de la laparoscopia, estos inconvenientes irán disminuyendo conforme se aumente su implementación.

Después de ese paso por el tiempo donde se sentaron las bases para los beneficios tecnológicos que en tema de prótesis valvulares cardíacas gozamos el día de hoy, comprenderemos mejor el porqué de las indicaciones y aspectos importantes de cada una de las prótesis cardíacas valvulares. Así hoy en día, con los desarrollos de estudios multicéntricos

y el desarrollo de niveles de evidencia, así como grados de indicación, tenemos un mejor panorama y sustento para la toma de decisiones en la elección y el momento de implantar una prótesis valvular cardíaca. Esto también ha dado la posibilidad de que expertos en la materia a nivel mundial desarrollen guías en las que se describen en resumen y con sustento metodológico significativo todos los aspectos más importantes para el manejo de la patología valvular.

En las últimas guías del 2021 publicadas por la Sociedad Europea de Cardiología y por la Asociación Europea de Cirugía Cardiorácica existe un apartado de prótesis cardíacas protésicas, donde se describe que en la elección del tipo de prótesis a implantar se debe tomar en cuenta la expectativa de vida del paciente, el riesgo tromboembólico y de sangrado, así como el riesgo de reintervenciones, la vía de colocación ya sea de forma convencional, por mínima invasión e incluso por vía percutánea.

Por ejemplo, las prótesis biológicas son elegidas en pacientes con expectativa de vida corta (clase IIa con nivel de evidencia C), en caso de riesgo de sangrado (clase I con nivel de evidencia C), presencia de comorbilidades que impliquen necesidad de procedimientos quirúrgicos en el futuro (clase IIa con nivel de evidencia C) y por último en caso de mujeres jóvenes en edad reproductiva que contemplen la posibilidad de embarazo (clase IIa nivel de evidencia C).

Referente a las prótesis mecánicas, estas son recomendadas de acuerdo a preferencia del paciente, aunque aún no hay nueva evidencia con alta calidad que permita y recomiende una disminución en la edad del paciente en la elección de una prótesis mecánica o biológica, al momento se ha concluido que las prótesis mecánicas se recomiendan en menores de 60 años en posición aórtica y menores de 65 años en posición mitral (clase IIa con nivel de evidencia B), en casos en que no existan contra indicaciones de anticoagulación a largo plazo y en pacientes con riesgo de degeneración estructural valvular acelerada (clase I con nivel de evidencia C), así como en pacientes que ya tienen prótesis mecánicas en cualquier otra posición (clase IIa nivel de evidencia C). Así en los cuadros (1 y 2) se resumen de acuerdo a las guías europeas las indicaciones

para implante de prótesis mecánicas y biológicas con el fin de facilitar la toma de decisiones en cada paciente.

Cuadro 1. Recomendaciones para selección de prótesis valvular cardíaca mecánica. (Goldstone *et al.*, 2017)

| Recomendación | Clase | Nivel de evidencia |
|---|-------|--------------------|
| Una prótesis mecánica es recomendada según el deseo del paciente y si no hay contra indicación de anticoagulación a largo plazo | I | C |
| Una prótesis mecánica es recomendada en pacientes con alto riesgo de degeneración estructural valvular acelerada | I | C |
| Una prótesis mecánica debería ser considerada en pacientes que ya están anticoagulados por tener prótesis mecánicas en cualquier otra posición | Ila | C |
| Una prótesis mecánica debería ser considerada en pacientes menores de 60 años de edad en posición aórtica y menores de 65 años en posición mitral. | Ila | B |
| Una prótesis mecánica debería ser considerada en pacientes con una razonable expectativa de vida en quienes una nueva cirugía valvular o implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) puede ser de alto riesgo | Ila | C |
| Una prótesis mecánica tal vez sea considerada en pacientes que ya reciben anticoagulación a largo plazo y que tienen alto riesgo de tromboembolismo. | Ilb | C |

Cuadro 2. Recomendaciones para la selección de una prótesis valvular cardíaca biológica. (Vahanian *et al.*, 2022)

| Recomendación | Clase | Nivel de evidencia |
|--|-------|--------------------|
| Una prótesis biológica es recomendada de acuerdo al deseo del paciente informado | I | C |
| Una prótesis biológica es recomendada cuando la buena calidad de anticoagulación es improbable o esta contraindicada por alto riesgo de sangrado (sangrado mayor previamente, comorbilidades, problemas de adherencia a la anticoagulación, estilo de vida y ocupación) así como en pacientes con expectativa de vida menor a la duración estimada de la bioprótesis a implantar | I | C |
| Una prótesis biológica es recomendada en caso de reoperación por trombosis de válvula mecánica a pesar de un buen control de anticoagulación a largo plazo | I | C |
| Una prótesis biológica debería ser considerada en pacientes en quienes hay baja probabilidad y bajo riesgo de una futura cirugía de reposición valvular | IIa | C |
| Una prótesis biológica debería ser considerada en mujeres jóvenes que han contemplado embarazarse | IIa | C |
| Una prótesis biológica debería ser considerada en pacientes mayores de 65 años de edad en posición aórtica y en mayores de 70 años en posición mitral. | IIa | C |
| Una prótesis biológica tal vez sea considerada en pacientes en manejo a largo plazo de anticoagulantes orales no vitamina K antagonistas | IIb | B |

Otro aspecto importante de las prótesis valvulares cardíacas es sin duda el manejo de la anticoagulación y, en lo que respecta a las prótesis mecánicas requieren de tratamiento de por vida con anticoagulantes antagonistas de la vitamina K. Dicho tratamiento debe ser iniciado desde el primer día de postoperatorio en combinación con heparina no fraccionada o heparina de bajo peso molecular hasta lograr el objetivo de INR (international normalized ratio), una vez alcanzado dicho objetivo de INR por 24 horas o más el puente con heparina de bajo peso molecular o heparina no fraccionada puede ser discontinuado (Mok *et al.*, 1985).

Los riesgos más evidentes de tromboembolismo se han detectado desde el primer mes de implantación experimentando un incremento aproximadamente a los seis meses después del implante. En el seguimiento del régimen de anticoagulación es indispensable el apego y la educación del paciente. Cuando se llegan a presentar niveles de INR de más de 4.5 (Crowther *et al.*, 2009) y existe sangrado incoercible del paciente se debe suspender el anticoagulante y administrar 10 mg de vitamina K intravenosa cada 12 horas, también puede revertirse el efecto anticoagulante con concentrados de protrombina o plasma fresco congelado, siendo necesario monitorizar cada seis horas el nivel de INR hasta lograr su normalización. Posteriormente se reiniciará la anticoagulación en caso de haberse ya detenido el sangrado y dependiendo de la localización que haya tenido el mismo, así como los procedimientos necesarios para detener dicho sangrado. En pacientes sobre-anticoagulados y en ausencia de sangrados podrán ser manejados sin protrombina y sin plasma fresco congelado, solo se debe suspender la anticoagulación oral y posiblemente sea necesaria vitamina K por vía oral de 2.5 a 5 mg con monitorización de INR.

Otra consideración en que a los pacientes con riesgo alto de tromboembolismo a pesar de tener un adecuado INR, dosis bajas de ácido acetil salicílico de 75 a 100 mg al día deben ser agregados a la terapia anticoagulante, como podrían ser pacientes isquémicos (Laffort *et al.*, 2000).

Cuando los pacientes con prótesis valvulares mecánicas sean sometidos a otros procedimientos menores como procedimientos dentales, incisiones en piel o cirugías de cataratas no es necesario suspender el

régimen de anticoagulación, pero si el paciente será sometido a cirugía mayor requiere suspender temporalmente la anticoagulación oral y elaborar un puente terapéutico con heparina de bajo peso molecular o bien heparina no fraccionada siguiendo un objetivo de INR de menos de 1.5 (Gellatly *et al.*, 2014).

En lo que se refiere a las prótesis valvulares cardíacas biológicas no ha sido clara la estrategia óptima de tratamiento antitrombótico debido a la falta de evidencia de alta calidad (Merie *et al.*, 2012). Múltiples estudios observacionales han concluido que el uso de anticoagulación con antagonistas de la vitamina K reducen el riesgo de tromboembolismo, sin embargo, en un pequeño estudio randomizado se encontró que el uso de antagonistas de la vitamina K aumentaron el riesgo de sangrado en comparación con el uso de ácido acetil salicílico, sin reducir la frecuencia de muertes por eventos tromboembólicos, aun así, estadísticamente el estudio es pobre para demostrar un beneficio antitrombótico. En resumen, se debe considerar el uso de antagonistas de la vitamina K y ácido acetil salicílico por tres meses en pacientes que son sometidos a implante valvular protésico en posición mitral o tricúspidea y durante tres meses manejo con antagonistas de la vitamina K en pacientes sometidos a implante valvular protésico biológico en posición aórtica.

En casos de válvulas protésicas cardíacas transcatóter comúnmente han recibido también manejo durante tres meses, con antagonistas de la vitamina K, y en ellos ha tenido más peso posteriormente el uso de ácido acetil salicílico en lugar de doble terapia antiagregante (Massel & Little, 2013).

En conclusión, como si fuera una caja del tiempo encontramos que hace ya 70 años el Dr. Dwight Harken gran cirujano de la Universidad de Harvard, quien realizó aportes a la cirugía cardíaca, de tórax y quien describió por primera vez el concepto de terapia intensiva, en el área de cirugía de prótesis valvulares cardíacas desarrolló los diez mandamientos que sin lugar a dudas han dado las directrices hacia donde ha evolucionado y hacia donde seguirá evolucionando la tecnología de las prótesis cardíacas, conceptos que en su mayoría siguen vigentes para buscar la mejor prótesis valvular cardíaca.



Gráfico 1. Complicaciones a considerar en el manejo de pacientes con prótesis valvulares cardíacas. Elaboración propia.

El decálogo que describió Dwight Harken en 1950 sobre las prótesis valvulares cardíacas se enumera a continuación:

1. No debe producir embolias.
2. Debe ser químicamente inerte y no dañar a los elementos formes de la sangre.
3. No debe ofrecer resistencia al flujo fisiológico.
4. Debe cerrarse rápidamente (menos de 0.05 segundos).
5. Debe permanecer cerrada durante la fase apropiada del ciclo cardíaco.
6. Debe tener propiedades físicas y geométricas duraderas.
7. Debe insertarse en su posición anatómica.
8. Debe ser capaz de permanecer fija permanentemente.
9. No debe molestar al paciente.
10. Debe ser técnicamente fácil de insertar.

Sin lugar a dudas el paso del tiempo ha permitido que grandes personajes y compañías hayan desarrollado los beneficios tecnológicos que, hoy por hoy tenemos a nuestra disposición mundialmente. Si bien hacemos un alto, nuevamente, para dejar constancia de estos beneficios con los que contamos en la tercera década del nuevo milenio, sin duda describiríamos la cirugía de prótesis valvulares sin sutura de fácil despliegue, así como la cirugía de mínima invasión y por ultimo prótesis mecánicas altamente eficientes en su hemodinamia y, en relación a prótesis biológicas además su duración libre de degeneración y fisiología.

Aunque aún existe mucho camino por recorrer en este campo y, seguramente en un futuro se lograrán mejorar los conceptos descritos en este capítulo en materia de prótesis valvulares cardíacas, hasta llegar a disminuir los efectos trombogénicos, hemorrágicos y embólicos así como reducir la degeneración de prótesis biológicas y reducir la posibilidad de *mismach* en lo posible.

Por último y tomando la frase de Isaac Newton cuando escribió una carta reconociendo que solo había llegado a sus conclusiones sobre las características de la electricidad, gracias a los trabajos realizados por Descartes y Hooke, así valga su frase aplicada a la cirugía de corazón “si he visto lejos es porque he visto a través de hombros de gigantes”, dando de esta forma un reconocimiento a los personajes que han logrado los avances en materia de cirugía cardíaca con los que actualmente gozamos.

REFERENCIAS

- Arom, K. V., Nicoloff, D. M., Kersten, T. E., Northrup, W. F., 3rd, Lindsay, W. G., & Emery, R. W. (1989). Ten years' experience with the St. Jude Medical valve prosthesis. *The Annals of thoracic surgery*, 47(6), 831–837. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(89\)90014-3](https://doi.org/10.1016/0003-4975(89)90014-3)
- Arribas, J., García, J., Jiménez, A., Taboada, R., Ray, V., Parra, J., Maron, F., Gutiérrez, F., De la Morena, G., & Cánovas, S. (2016). Experiencia inicial con la prótesis de despliegue rápido en posición aórtica Edwards Intuity. *Cirugía Cardiovascular*, 23(2), 70-75.
- Bahnon, H. T., Spencer, F. C., Busse, E. F., & Davis, F. W. (1960). Cusp Replacement and Coronary Artery Perfusion in Open Operations on the Aortic Valve. *Annals of surgery*, 152(3), 494–503.
- Berastegui, E., Camara, M., Albaladejo, P., Badia, S., Delgado, L., Fernández, C., Ferrer, E., et al. (2017) Prótesis sin sutura Perceval S en la cirugía valvular aórtica de alto riesgo. Una herramienta fundamental para el cirujano. *Cirugía Cardiovascular*, 24(5), 267-273.
- Björk, VO. (1948). Brain perfusions in dogs with artificially oxygenated blood. *Acta Chir Scand*, 96(suppl 137), 1-122.
- Björk, VO. (1971). Aortic valve replacement with the Björk -Shiley tilting disc valve prosthesis. *Br Heart J.*, 33(suppl), 42-46.
- Cannegieter, S. C., Rosendaal, F. R., & Briët, E. (1994). Thromboembolic and bleeding complications in patients with mechanical heart valve prostheses. *Circulation*, 89(2), 635–641. <https://doi.org/10.1161/01.cir.89.2.635>
- Christersson, C., James, S. K., Lindhagen, L., Ahlsson, A., Friberg, Ö., Jeppsson, A., & Ståhle, E. (2020). Comparison of warfarin versus antiplatelet therapy after surgical bioprosthetic aortic valve replacement. *Heart (British Cardiac Society)*, 106(11), 838–844. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-315453>
- Crowther, M. A., Ageno, W., Garcia, D., Wang, L., Witt, D. M., Clark, N. P., Blostein, M. D., Kahn, S. R., Vesely, S. K., Schulman, S., Kovacs, M. J., Rodger, M. A., Wells, P., Anderson, D., Ginsberg, J., Selby, R., Siragusa, S., Silingardi, M., Dowd, M. B., & Kearon, C. (2009). Oral vitamin K versus placebo to correct excessive anticoagulation in patients receiving warfarin: a randomized trial. *Annals of internal medicine*, 150(5), 293–300. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-150-5-200903030-00005>
- DeWall, R. A., Qasim, N., & Carr, L. (2000). Evolution of mechanical heart valves. *The Annals of thoracic surgery*, 69(5), 1612–1621. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(00\)01231-5](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(00)01231-5)
- Eqbal, A. J., Gupta, S., Basha, A., Qiu, Y., Wu, N., Rega, F., Chu, F. V., Belley-Cote, E. P., & Whitlock, R. P. (2022). Minimally invasive mitral valve surgery versus conventional sternotomy mitral valve surgery: A systematic review and meta-analysis of 119

- studies. *Journal of cardiac surgery*, 37(5), 1319–1327. <https://doi.org/10.1111/jocs.16314>
- Gellatly, R. M., Leet, A., & Brown, K. E. (2014). Fondaparinux: an effective bridging strategy in heparin-induced thrombocytopenia and mechanical circulatory support. *The Journal of heart and lung transplantation : the official publication of the International Society for Heart Transplantation*, 33(1), 118. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2013.07.015>
- Goldstone, A. B., Chiu, P., Baiocchi, M., Lingala, B., Patrick, W. L., Fischbein, M. P., & Woo, Y. J. (2017). Mechanical or Biologic Prostheses for Aortic-Valve and Mitral-Valve Replacement. *The New England journal of medicine*, 377(19), 1847–1857. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1613792>
- Hansen, M. L., Sørensen, R., Clausen, M. T., Fog-Petersen, M. L., Raunsø, J., Gadsbøll, N., Gislason, G. H., Folke, F., Andersen, S. S., Schramm, T. K., Abildstrøm, S. Z., Poulsen, H. E., Køber, L., & Torp-Pedersen, C. (2010). Risk of bleeding with single, dual, or triple therapy with warfarin, aspirin, and clopidogrel in patients with atrial fibrillation. *Archives of internal medicine*, 170(16), 1433–1441. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2010.271>
- Harken, D. E., Soroff, H. S., Taylor, W. J., Lefemine, A. A., Gupta, S. K., & Lunzer, S. (1960). Partial and complete prostheses in aortic insufficiency. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 40, 744–762.
- Haverich, A., Wahlers, T. C., Borger, M. A., Shrestha, M., Kocher, A. A., Walther, T., Roth, M., Misfeld, M., Mohr, F. W., Kempfert, J., Dohmen, P. M., Schmitz, C., Rahmanian, P., Wiedemann, D., Duhay, F. G., & Laufer, G. (2014). Three-year hemodynamic performance, left ventricular mass regression, and prosthetic-patient mismatch after rapid deployment aortic valve replacement in 287 patients. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 148(6), 2854–2860. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.07.049>
- Hufnagel, C. A. (1951). Aortic plastic valvular prosthesis. *Bulletin. Georgetown University. Medical Center*, 4(5), 128–130.
- Klop, I. D. G., Kougioumtzoglou, A. M., Kloppenburg, G. T. L., van Putte, B. P., Sprangers, M. A. G., Klein, P., & Nieuwkerk, P. T. (2020). Short-term outcome of the intuition rapid deployment prosthesis: a systematic review and meta-analysis. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 31(4), 427–436. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaa131>
- Kocher, A. A., Laufer, G., Haverich, A., Shrestha, M., Walther, T., Misfeld, M., Kempfert, J., Gillam, L., Schmitz, C., Wahlers, T. C., Wippermann, J., Mohr, F. W., Roth, M., Skwara, A., Rahmanian, P., Wiedemann, D., & Borger, M. A. (2013). One-year outcomes of the Surgical Treatment of Aortic Stenosis With a Next Generation Surgical Aortic Valve (TRITON) trial: a prospective multicenter study of rapid-deployment

- aortic valve replacement with the EDWARDS INTUITY Valve System. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 145(1), 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.07.108>
- Laffort, P., Roudaut, R., Roques, X., Lafitte, S., Deville, C., Bonnet, J., & Baudet, E. (2000). Early and long-term (one-year) effects of the association of aspirin and oral anticoagulant on thrombi and morbidity after replacement of the mitral valve with the St. Jude medical prosthesis: a clinical and transesophageal echocardiographic study. *Journal of the American College of Cardiology*, 35(3), 739–746. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(99\)00598-7](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(99)00598-7)
- Lubetsky, A., Yonath, H., Olchovsky, D., Loebstein, R., Halkin, H., & Ezra, D. (2003). Comparison of oral vs intravenous phytonadione (vitamin K1) in patients with excessive anticoagulation: a prospective randomized controlled study. *Archives of internal medicine*, 163(20), 2469–2473. <https://doi.org/10.1001/archinte.163.20.2469>
- Maes, F., Stabile, E., Ussia, G. P., Tamburino, C., Pucciarelli, A., Masson, J. B., Marsal, J. R., Barbanti, M., Côté, M., & Rodés-Cabau, J. (2018). Meta-Analysis Comparing Single Versus Dual Antiplatelet Therapy Following Transcatheter Aortic Valve Implantation. *The American journal of cardiology*, 122(2), 310–315. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2018.04.006>
- Malaisrie, S. C., Barnhart, G. R., Farivar, R. S., Mehall, J., Hummel, B., Rodriguez, E., Anderson, M., Lewis, C., Hargrove, C., Ailawadi, G., Goldman, S., Khan, J., Moront, M., Grossi, E., Roselli, E. E., Agnihotri, A., Mack, M. J., Smith, J. M., Thourani, V. H., Duhay, F. G., ... Ryan, W. H. (2014). Current era minimally invasive aortic valve replacement: techniques and practice. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 147(1), 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.08.086>
- Malik, A. H., Yandrapalli, S., Aronow, W. S., Panza, J. A., & Cooper, H. A. (2019). Oral anticoagulants in atrial fibrillation with valvular heart disease and bioprosthetic heart valves. *Heart (British Cardiac Society)*, 105(18), 1432–1436. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-314767>
- Massel, D. R., & Little, S. H. (2013). Antiplatelet and anticoagulation for patients with prosthetic heart valves. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2013(7), CD003464. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003464.pub2>
- Meco, M., Montisci, A., Miceli, A., Panisi, P., Donatelli, F., Cirri, S., Ferrarini, M., Lio, A., & Glauber, M. (2018). Sutureless Perceval Aortic Valve Versus Conventional Stented Bioprostheses: Meta-Analysis of Postoperative and Midterm Results in Isolated Aortic Valve Replacement. *Journal of the American Heart Association*, 7(4), e006091. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.006091>
- Mérie, C., Køber, L., Skov Olsen, P., Andersson, C., Gislason, G., Skov Jensen, J., & Torp-Pedersen, C. (2012). Association of warfarin therapy duration after

- bioprosthetic aortic valve replacement with risk of mortality, thromboembolic complications, and bleeding. *JAMA*, 308(20), 2118–2125. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.54506>
- Merk, D. R., Lehmann, S., Holzhey, D. M., Dohmen, P., Candolfi, P., Misfeld, M., Mohr, F. W., & Borger, M. A. (2015). Minimal invasive aortic valve replacement surgery is associated with improved survival: a propensity-matched comparison. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 47(1), 11–17. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu068>
- Mok, C. K., Boey, J., Wang, R., Chan, T. K., Cheung, K. L., Lee, P. K., Chow, J., Ng, R. P., & Tse, T. F. (1985). Warfarin versus dipyridamole-aspirin and pentoxifylline-aspirin for the prevention of prosthetic heart valve thromboembolism: a prospective randomized clinical trial. *Circulation*, 72(5), 1059–1063. <https://doi.org/10.1161/01.cir.72.5.1059>
- Nitter-Hauge, S., & Abdelnoor, M. (1989). Ten year experience with the Medtronic- Hall valve prosthesis: a study of 1104 patients. *Circulation*, 80, 143–148.
- Ozkokeli, M., Ates, M., Ekinci, A., & Akcar, M. (2005). Thirty-seven-year durability of a Starr-Edwards aortic prosthesis: case report and brief review of the literature. *Texas Heart Institute journal*, 32(1), 99–101.
- Paparella, D., Malvindi, P. G., Santarpino, G., Moscarelli, M., Guida, P., Fattouch, K., Margari, V., Martinelli, L., Albertini, A., & Speziale, G. (2020). Full sternotomy and minimal access approaches for surgical aortic valve replacement: a multicentre propensity-matched study. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 57(4), 709–716. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezz286>
- Paparella, D., Santarpino, G., Moscarelli, M., Guida, P., De Santis, A., Fattouch, K., Martinelli, L., Coppola, R., Mikus, E., Albertini, A., Del Giglio, M., Gregorini, R., & Speziale, G. (2021). Minimally invasive aortic valve replacement: short-term efficacy of sutureless compared with stented bioprostheses. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 33(2), 188–194. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivab070>
- Rafiq, S., Steinbrüchel, D. A., Lilleør, N. B., Møller, C. H., Lund, J. T., Thiis, J. J., Køber, L., & Olsen, P. S. (2017). Antithrombotic therapy after bioprosthetic aortic valve implantation: Warfarin versus aspirin, a randomized controlled trial. *Thrombosis research*, 150, 104–110. <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2016.11.021>
- Rahimtoola S. H. (2003). The next generation of prosthetic heart valves needs a proven track record of patient outcomes at ≥ 15 to 20 years. *Journal of the American College of Cardiology*, 42(10), 1720–1721. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.07.008>
- Russo, V., Carbone, A., Attena, E., Rago, A., Mazzone, C., Proietti, R., Parisi, V., Scotti, A., Nigro, G., Golino, P., & D'Onofrio, A. (2019). Clinical Benefit of Direct Oral Anti-coagulants Versus Vitamin K Antagonists in Patients with Atrial Fibrillation and

- Bioprosthetic Heart Valves. *Clinical therapeutics*, 41(12), 2549–2557. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2019.10.008>
- Starr, A., & Edwards, M. L. (1961). Mitral replacement: clinical experience with a ball-valve prosthesis. *Annals of surgery*, 154(4), 726–740. <https://doi.org/10.1097/00000658-196110000-00017>
- Vahanian, A., Beyersdorf, F., Praz, F., Milojevic, M., Baldus, S., Bauersachs, J., Capodanno, D., Conradi, L., De Bonis, M., De Paulis, R., Delgado, V., Freemantle, N., Gilard, M., Haugaa, K. H., Jeppsson, A., Jüni, P., Pierard, L., Prendergast, B. D., Sádaba, J. R., Tribouilloy, C., ... ESC/EACTS Scientific Document Group (2022). 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European heart journal*, 43(7), 561–632. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>
- Villar-Inclán, A. (2010). Válvulas cardíacas protésicas: revisión histórica del tema. *Revista Cubana de Cirugía*, 49(1).
- Zalaquett S, R. (2003). Cincuentenario de la máquina corazón-pulmón: Un relato acerca de los pioneros y héroes y de las circunstancias que llevaron al gran invento que permitió el tratamiento y la cura de las enfermedades del corazón. *Revista médica de Chile*, 131(11), 1337-1344. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872003001100017>

PRÓTESIS CARDÍACAS VALVULARES. (MITRAL Y TRICÚSPIDE)

ALBERTO RAMÍREZ CASTAÑEDA

SERAFÍN RAMÍREZ CASTAÑEDA

GUILLERMO CAREAGA REYNA

CARLOS RIERA KINKEL

El primer procedimiento que se inicia con la cirugía de corazón fue un cierre de herida en 1896 con Rehn. En 1925, Souttar mejoró una estenosis con dilatación digital. En el año 1949, Bailey (colocaba un bisturí en su dedo) y Harken pensaron que una incisión en la fusión de las comisuras mejoraría la estenosis. Después la fractura con el dedo de la comisura fusionada fue el procedimiento de elección. En el momento histórico en cual se publicó el libro ya se utilizaba el valvulotomo guiado por el dedo que se introducía en la aurícula izquierda (Gibbon, 1962).

PREPARACIÓN PREOPERATORIA

En los años 60 consideraban que era más difícil cuando eran varias válvulas lesionadas para la preparación preoperatoria. El cateterismo y la angiocardiografía se utilizaban para tener más información. Era necesario valorar la función renal y pulmonar. Se exploraba al paciente para descartar fiebre reumática activa, en caso de ser así no se operaba, porque la enfermedad sigue avanzando, sobre todo que se hacía reparación de la válvula. Si había insuficiencia cardíaca se trataba antes con digitálicos y diuréticos. También se trataba la fibrilación auricular con digitálicos y quinidina (Gibbon, 1962). En la actualidad se tiene en cuenta además de la valoración renal, pulmonar y proceso infeccioso. Escalas de valoración preoperatoria como el Euroscore II, que toma en cuenta además de la valoración renal y pulmonar, el sistema circulatorio, tipo de cirugía, urgencia,

edad, sistema neurológico, si es reoperación, endocarditis, si esta intubado el paciente, si tiene aminoras, angina inestable, disfunción del ventrículo izquierdo, hipertensión pulmonar y complicaciones post infarto. Datos como los niveles de albumina son muy importantes. Se toma en cuenta la medicación previa sobre todo el uso de aspirina, clopidogrel los cuales se tienen que suspender 5-7 días antes de la cirugía. Antiarrítmicos como la amiodarona que asociados con anestésicos de gas pueden causar falla cardíaca en el postoperatorio. Los medicamentos que inhiben la enzima convertidora de angiotensina pueden ocasionar síndrome vasopléjico en el posoperatorio, los anticoagulantes se deben suspender cuando menos 2-3 días antes de la cirugía, se debe tener en cuenta si ha tenido intervenciones percutáneas, también si el paciente tiene arritmias peligrosas. Hay otras escalas de valoración, pero esta es la más usada en nuestro medio. Además, se tiene que solicitar estudios de laboratorio completos que incluyan biometría hemática, química sanguínea, pruebas de función hepática completa, así como cultivos. En imagen el paciente debe tener todo lo necesario para su valoración y programación. Como son el ecocardiograma que tiene diferentes modalidades y que anteriormente no se contaba con él. El cateterismo con intervencionismo, que en la actualidad el paciente puede ser manejado como híbrido, como es el manejo de arterias coronarias por intervencionismo y la mitral por cirugía. También se cuenta con resonancia magnética con indicaciones precisas y la angiografía. El estudio de medicina nuclear es necesario cuando el paciente tiene asociada cardiopatía isquémica. En algunos lugares se lleva a cabo una sesión médico-quirúrgica para tener una valoración más precisa del paciente. Es muy importante el manejo de pacientes diabéticos que entren a cirugía los cuales tienen que estar en un estado metabólico controlado (Chikwe *et al.*, 2013). Cuando el paciente tiene alguna neoplasia, se debe valorar que expectativa de vida tiene y si es curable.

CUIDADOS POSTOPERATORIOS

Anteriormente el cuidado postoperatorio de pacientes que iban a cirugía cardíaca sin derivación cardiopulmonar era igual como a los que no iban a cirugía cardíaca. La oxigenación, aspiración endotraqueal y estimular la tos en el paciente era de rutina. Era importante la movilización. La sonda pleural se retiraba de 24 a 48 horas, se vigilaba el gasto urinario. En pacientes que iban a derivación cardiopulmonar se extubaban hasta que el paciente estuviera en condiciones ideales. Se vigilaba el PH, la oxigenación y el bióxido de carbono. La vigilancia de la presión arterial y la presión venosa central para diferenciar falla cardíaca de la hipovolemia. La triada de Beck se consideraba cuando había tamponade, sobre todo cuando el paciente tenía la apariencia de estar en estado de choque. Se colocaba un marcapaso temporal (Gibbon, 1962). Los cuidados postoperatorios en la actualidad necesitan de una evaluación sistémica del paciente que ingresa a la unidad de cuidados intensivos (UCI). El uso de la tecnología en estos días, son los monitores con presión invasiva y gasto cardíaco. Ventiladores de volumen y presión. Monitores de evaluación neurológica. Catéteres especiales como son el de Swan Ganz. Es importante la comunicación entre los servicios a la hora de entregar un paciente en la terapia intensiva sobre todo anestesia, intensivistas y cirujanos. Para dar informes de relevancia en la historia clínica, como alergias y comorbilidades. Así también como fue el manejo intraoperatorio hemodinámico, ventilatorio y neurológico. Se debe revisar la vía aérea y la ventilación adecuada, así el ventilador debe estar funcionando adecuadamente. Una presión de inspiración alta debe hacer sospechar de un neumotórax. El oxímetro y la gasometría deben estar en parámetros adecuados. La valoración neurológica debe realizarse frecuentemente, ya que algunas veces se le atribuye al efecto residual de la anestesia y no es así. Es importante la auscultación del paciente, toma de electrocardiograma en las primeras horas, ya que puede tener cambios de conducción anormal, aunque estos cambios mejoran en las primeras horas. En estos casos puede ayudar el marcapaso temporal. La fibrilación en el postoperatorio inmediato no es bien tolerada por lo que hay que tratar de tener

ritmo sinusal, pero después de tres días es más tolerable esta arritmia. En último de los casos se debe hacer cardioversión. Otras arritmias pueden tener como causa la hipotermia, alteración electrolítica, acidosis y efectos de drogas, por lo que se tiene que tener cuidado con estos parámetros. El gasto urinario es importante tener en cuenta y vigilar frecuentemente. Se debe vigilar la perfusión periférica examinando al paciente, como es el pulso, coloración de la piel. La hipotermia compromete la función cardíaca, causa escalofríos y aumenta la demanda metabólica, interfiere con la anticoagulación y también puede causar alteraciones del ritmo. Con un buen ritmo cardíaco el paciente debe tener un buen índice cardíaco mayor a dos litros por minuto por metro de superficie corporal. Una elevada presión pulmonar puede sugerir disfunción del ventrículo izquierdo o tamponade. Las venoclisis se deben evaluar ya que es por donde se administran los inotrópicos. Se debe vigilar el gasto por sondas mediastinales o pleurales, el cual no debe ser mayor a 5ml por kilo por hora o 3ml por kilo por tres horas, teniéndolas con una presión de agua de menos 20mmH₂O, pero sobre todo que no estén obstruidas por trombos. En caso necesario de inestabilidad hemodinámica, hay todo un arsenal de medicamentos como dobutamina, dopamina, adrenalina, norepinefrina, milrinona, levosimendán, si es muy necesario se cuenta actualmente con el balón intraaórtico de contrapulsación, la asistencia ventricular veno-venoso y arterio-venoso. De estos hay varios tipos. La herida se abre a las 48 horas si no hay sangrado. Al llegar a la terapia se debe tomar una radiografía para evaluar si no hay ocupaciones pleurales por aire o sangre, la posición del tubo endotraqueal, atelectasias, la silueta cardíaca, posición del catéter central. Normalmente si inicia la anticoagulación al siguiente día de la cirugía con anticoagulantes. El retiro de sondas se valora a las 48 horas. La extubación del paciente puede ser en las primeras horas si todos los parámetros gasométricos y el estado del paciente lo permite, si no se espera hasta que esto se logre. En cuanto sea posible se debe movilizar al paciente en la UCI, ya en terapia intermedia o piso, el paciente debe iniciar la deambulacion. Normalmente si no hay complicaciones el alta es a los 8 o 10 días.

INSUFICIENCIA MITRAL

EPIDEMIOLOGÍA

Muchos casos eran debido a fiebre reumática, endocarditis o alteración de la anatomía. También era por valvulotomía incorrecta (Gibbon, 1962). En la actualidad estudios epidemiológicos demuestran que una insuficiencia mitral moderada a severa es significativamente asociada con una remodelación/disfunción cardíaca alta. Pero poco se ha visto a los pacientes con insuficiencia mitral y diabetes que comúnmente tienen calcificación valvular (Rossi *et al.*, 2017). La fiebre reumática en la actualidad ya no es primera causa en países de primer mundo, pero aún sigue siendo alta en algunos países en desarrollo.

FISIOPATOLOGÍA

En tiempos pasados ya tenían conocimiento de la dilatación anular, ruptura de cuerdas, destrucción o distorsión con o sin retracción de cuerdas en el aparato y válvula mitral. Encontraron que esto incrementaba el trabajo del ventrículo izquierdo. Este se compensaba con dilatación e hipertrofia. También vieron que cuando la insuficiencia es severa se dilatan ambos ventrículos y la aurícula izquierda. La fisiopatología actual refiere que el anillo mitral es una banda incompleta de colágena entre la aurícula y el ventrículo izquierdo que rodea la valva posterior. No hay un verdadero anillo alrededor de la valva anterior, solo es una continuidad fibrosa con la válvula y la pared aórticas. El anillo es elástico y distensible que permite su contracción durante la sístole. Cuando hay dilatación auricular y ventricular el anillo más bien tiende a distenderse causando insuficiencia.

La calcificación del anillo mitral se presenta en la hipertensión arterial, falla renal, ciertas alteraciones del tejido conectivo, mujeres sobre todo relacionadas a la obesidad y edad avanzada. La enfermedad mixomatosa de la válvula mitral es reportada en 2.4 a 5% causando insuficiencia en pacientes adultos mayores, con alteraciones del aparato subvalvular (Lombard & Liang, 2019).

INSUFICIENCIA MITRAL AGUDA: De acuerdo con clasificaciones actuales, cuando hay insuficiencia mitral aguda, se presenta una marcada precarga y el ventrículo no tiene tiempo para acomodar este aumento de volumen. Lo que aumenta la presión de llenado del ventrículo izquierdo que se transmite retrógradamente a la circulación pulmonar causando edema pulmonar. Disminuyendo el gasto cardíaco desde que el flujo es más hacia la aurícula derecha. Lo que culmina en choque cardiogénico esto ocurre en la endocarditis infecciosa. La ruptura de cuerdas o ruptura del músculo papilar posterior a infarto del miocardio.

INSUFICIENCIA MITRAL CRÓNICA: La historia natural puede ser dividida en tres categorías: un estado temprano compensatorio en el cual la mayoría de los pacientes son asintomáticos. Estado intermedio: hay una progresiva remodelación adversa del ventrículo izquierdo, un estado marcado por el desarrollo de síntomas. Esta progresión puede ser insidiosa. Estado tardío: es importante detectar este proceso, antes de que el daño al ventrículo izquierdo sea irreversible. La insuficiencia crónica causa dilatación auricular, consecuentemente desarrollo de arritmias (Harb & Griffin, 2017).

ACTUALMENTE SE CONOCEN LAS SIGUIENTES CAUSAS DE INSUFICIENCIA MITRAL

PRIMARIAS

Se refieren a anomalías en cualquier nivel del aparato mitral (valvas, cuerdas tendinosas, músculos papilares y anillo).

- El prolapso por ecocardiografía se define como un desplazamiento sistólico anormal de más de 2mm por arriba del anillo mitral visto en el eje largo.
- Endocarditis infecciosa.
- Calcificación del anillo mitral.
- Enfermedad reumática.
- Desordenes del tejido conectivo.
- Malformaciones congénitas (Chikwe,2013).

SECUNDARIAS

Son las causadas por alteración en la geometría ventricular que impide una buena función del aparato mitral. Varios mecanismos están implicados como el remodelado ventricular y la disincronía.

- Insuficiencia mitral isquémica cuando la disfunción del ventrículo es secundaria a enfermedad coronaria. Este tiene un mal pronóstico en términos de sobrevida y desarrollo de insuficiencia cardíaca. Puede producir ruptura del musculo papilar, más frecuente en el papilar posterior, porque, este tiene aporte sanguíneo único sin muchas colaterales. Si no se rompe puede ser reemplazado por fibrosis y pierde su funcionalidad.
- Insuficiencia mitral secundaria no isquémica. Se presenta en la cardiomiopatía dilatada, la fibrilación auricular con efecto de dilatación anular mitral (Lombard & Liang, 2019)

CLASIFICACIÓN DE CARPENTIER (RAMÍREZ, 2012)

- Tipo I: movimiento normal de valvas (dilatación anular, perforación valvar).
- Tipo II: hay un exceso de movimiento de valvas (prolapso, ruptura papilar).
- Tipo IIIa: restricción del movimiento valvar durante sístole y diástole (engrosamiento, retracción) como en la fiebre reumática.
- Tipo IIIb: hay restricción valvar durante la sístole (tethering) como en la isquemia y enfermedad funcional (Harb & Griffin, 2017).

SINTOMATOLOGÍA

Anteriormente se estudiaba el paciente cuando su clase funcional se empezaba a afectar. Actualmente cuando hay buena función ventricular, pero hay fibrilación auricular o presión venosa pulmonar elevada se puede presentar sintomatología. La fatiga y la debilidad crónica secundarias

a bajo gasto son más características de insuficiencia que de estenosis. Puede ser repentina la sintomatología cuando hay ruptura de cuerdas o endocarditis. El soplo sistólico debe diferenciarse de la estenosis aórtica. El soplo holosistólico de la insuficiencia crónica suele ser constante en intensidad, soplante, más alto en el ápex e irradiado a la axila y hacia el área interescapular izquierda. El soplo silencioso es cuando hay dilatación ventricular, obesidad, infarto, enfisema, fuga paravalvular protésica y deformidad torácica (Harb & Griffin, 2017).

DIAGNÓSTICO

Antes se contaba con laboratorio para orientar el diagnóstico de fiebre reumática como la sedimentación globular, la radiografía para ver la dilatación de cavidades, el electrocardiograma y el cateterismo cardíaco, así como la angiocardiografía. Ahora se cuenta con tecnología más específica y veraz para diagnosticar la insuficiencia mitral, aunque aún hacemos uso de tecnología anterior. Los hallazgos en el electrocardiograma son crecimiento de la aurícula izquierda y fibrilación auricular. La tercera parte de los pacientes presentan crecimiento de ventrículo izquierdo, en 15% hay hipertrofia del ventrículo derecho por hipertensión pulmonar. En la radiografía hay crecimiento de cavidades izquierdas, puede haber líneas B de Kerley cuando se presenta la insuficiencia en forma aguda o descompensación con falla cardíaca (Gillinov *et al.*, 2020).

El ecocardiograma es el método elegido para la evaluación la insuficiencia mitral. Entre ellos se encuentra el eco doppler, nos da información del área del jet, la vena contracta. El doppler de onda de pulsado es otra modalidad en la cual se mide la velocidad. El doppler de onda continua nos da el área de superficie de isovelocidad proximal (PISA) en la cual se puede medir el área efectiva del orificio regurgitante, el volumen regurgitante y la fracción regurgitante, y el eco en 3D nos ayuda a observar la patología mitral, así como la vena contracta (Gillinov *et al.*, 2020).

La resonancia magnética mide el grado de insuficiencia mitral, el volumen diastólico final del ventrículo izquierdo y el volumen sistólico final también ayuda a evaluar la viabilidad miocárdica. En el cateterismo se puede

detectar la insuficiencia mitral, es importante para ver o descartar patología coronaria en pacientes con cardiopatía isquémica (Simonato *et al.*, 2021).

Clasificación actual de los grados de severidad insuficiencia mitral

| Parámetros | Leve | Moderado | Severo |
|---------------------------------------|--|----------------------------|--|
| Cualitativo | | | |
| Grado angiográfico | 1 | 2 | 3 a 4 |
| Doppler color: jet central | Pequeño (menos 4 cm ² o menos de 20% del área de la aurícula izquierda). | Intermedio | Jet central mayor 40% del área auricular. Que toque la pared auricular. |
| Vena contracta | 0.3 cm ancho | 0.3 a 0.69 cm ancho | Igual o mayor a .7 cm ancho |
| Cuantitativo | | | |
| Volumen regurgitante | Menos 30 ml por latido | 30 a 59 ml por latido | Mas de 60 ml por latido |
| Fracción regurgitante | Menos de 30% | 30 a 49% | Mas de 50% |
| Área de orificio regurgitante | Menos de 20 cm ² | 0.2 a 0.39 cm ² | Igual o mayor a 0.4 cm ² |
| Criterios adicionales | | | |
| Dilatación de ventrículo izquierdo | | | |
| Dilatación de aurícula izquierda | | | |

(Vahanian *et al.*, 2021)

PRONÓSTICO

Antaño no había muchos estudios del pronóstico de la insuficiencia mitral pero actualmente existen varios datos importantes que señalan grados leves de insuficiencia mitral isquémica como un área efectiva de insuficiencia de 0.20cm que puede tener un pronóstico más adverso que una insuficiencia primaria con un área de orificio efectivo de 0.40cm² de insuficiencia (Ma *et al.*, 2019). Recientes datos, demostraron que los pacientes con diabetes tipo II sin enfermedad cardiovascular establecida y

con parámetros normales en el ecocardiograma de la función sistólica tienen alteraciones en la contractilidad longitudinal del ventrículo izquierdo, esto sugiere que la insuficiencia mitral funcional es un marcador confiable de disfunción ventricular en pacientes con diabetes tipo II, y puede explicar el impacto negativo en la mortalidad de estos pacientes. La mortalidad es de 6 a 7% por año en pacientes con insuficiencia severa sin cirugía, cuando hay una fracción de eyección menor a 60% del ventrículo o clase funcional III-IV de la New York Heart Association. Después de cirugía ya sea reemplazo o plastia, cuando la sintomatología es muy marcada tienen un pronóstico no muy alentador (Gillinov *et al.*, 2020). El diámetro del anillo es un predictor de la progresión de insuficiencia mitral moderada a severa en pacientes asintomáticos con prolapso mitral. Sobre todo, cuando el anillo es mayor de 39.6mm en su diámetro (Ma *et al.*, 2019). Los pacientes con patología de la válvula mitral que tienen una presión sistólica de la pulmonar por arriba de 50mmHg deben operarse aun no siendo sintomáticos, ya que por arriba de esta cifra la mortalidad aumenta considerablemente. Di Mauro *et al.*, informan que la función del ventrículo derecho, diagnosticada por ecocardiograma es un mejor predictor que la hipertensión pulmonar de falla circulatoria en la cirugía de válvula mitral. Cuando hay hipertensión pulmonar aumenta la mortalidad 6 veces, cuando hay disfunción ventricular derecha aumenta 7.5 pero cuando son ambas sube a 11.5 veces (Harb *et al.*, 2017). Dos factores independientes para tener insuficiencia moderada o mayor insuficiencia residual después de revascularización, son el infarto previo, isquemia miocárdica previa y anormalidades en la contracción ya sea anterior o posterior. Los pacientes que tienen un infarto y se les realiza una revascularización miocárdica temprana mejora la insuficiencia mitral isquémica. Adicionalmente los pacientes que presentan insuficiencia moderada o mayor insuficiencia residual dentro de los dos años posterior a la revascularización son más propensos a presentar una clase funcional de NYHA III-IV, más hospitalizaciones y una peor sobrevida. Pero el pronóstico es peor con infarto previo que, con isquemia crónica, ya que el remodelado del ventrículo puede no revertir con la cirugía. Cuando hay remodelación por isquemia crónica puede revertir con cirugía, pero también depende

que tanto daño ha causado la isquemia crónica. Cuando hay remodelación anterior con anormalidades de la contracción por infarto es más probable que tengan insuficiencia moderada o mayor insuficiencia residual mitral que cuando la remodelación y anormalidad de la contracción es posterior. En estos últimos puede ser recomendada la reparación de la válvula mitral (Gillinov *et al.*, 2020).

INSUFICIENCIA MITRAL ISQUÉMICA PRONÓSTICO

Los pacientes con disfunción ventricular no son candidatos para revascularización sola, debido a alta incidencia de insuficiencia mitral recurrente y mortalidad relacionada a causa cardíaca (Ji *et al.*, 2019). En ellos se debe cambiar la válvula.

INDICACIÓN QUIRÚRGICA DE LA INSUFICIENCIA MITRAL EN ÉPOCAS PASADAS

No había una indicación quirúrgica bien definida como en la estenosis, si el paciente no estaba muy discapacitado en su clase funcional y la dilatación no era muy importante, se esperaban a que progresara la enfermedad, detectando esto por la sintomatología, electrocardiografía y radiografía. Por cateterismo la indicación era una elevación de la presión pulmonar o de la presión en cuña. Cuando la dilatación era importante no eran candidatos a cirugía, por la fibrosis que se presentaba. La reparación de la válvula mitral en la insuficiencia era más difícil ya que presenta distorsión o está parcialmente destruida.

Indicaciones actuales de acuerdo con las guías

Indicación quirúrgica de la válvula mitral en la insuficiencia severa primaria

| RECOMENDACIÓN | CLASE | NIVEL |
|---|-------|-------|
| La reparación mitral está recomendada cuando los resultados esperados sean durables a largo plazo. | 1 | B |
| La cirugía está recomendada en pacientes sintomáticos, candidatos a cirugía sin riesgo. | I | B |
| La cirugía está recomendada en pacientes asintomáticos con disfunción ventricular con un diámetro sistólico final del ventrículo izquierdo mayor a 40mm, una fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor a 60%. | I | B |
| La cirugía es considerada en pacientes asintomáticos con función ventricular preservada con un diámetro sistólico final del ventrículo izquierdo menor a 40mm, una fracción de eyección mayor a 60 % y fibrilación auricular secundaria a la insuficiencia mitral o hipertensión pulmonar en reposo de 50 mmHg. | Ila | B |
| La reparación mitral debe ser considerada en pacientes asintomáticos con bajo riesgo con una fracción de eyección mayor a 60% y un diámetro sistólico final del ventrículo izquierdo menor a 40mm y una dilatación significativa de la aurícula izquierda volumen indexado mayor de 60 ml/m ² o un diámetro mayor de 55 mm cuando se realiza en un centro de experiencia y la reparación es probablemente durable. | Ila | B |
| Edge-to-edge, esta reparación puede ser considerada en pacientes sintomáticos que cumple con los criterios ecocardiográficos y son elegibles, pero tiene que ser valorado por el equipo que va a realizar el procedimiento. | Ilb | B |

(Vahanian *et al.*, 2021)

Indicaciones quirúrgicas en la insuficiencia mitral severa secundaria crónica

| RECOMENDACIÓN | CLASE | NIVEL |
|--|-------|-------|
| La cirugía o intervención es recomendada solamente en pacientes con insuficiencia mitral severa secundaria, que permanecen sintomáticos a pesar de una terapia medica agresiva (incluyendo terapia de resincronización cardíaca cuando está indicada), la decisión la toma el equipo de evaluación cardíaca. | I | B |
| Los pacientes con enfermedad coronaria concomitante u otra afectación cardíaca que necesitan manejo. | | |
| La cirugía valvular está recomendada en pacientes que van a revascularización u otra cirugía cardíaca. | I | B |
| En pacientes sintomáticos, que no son candidatos para cirugía por el grupo evaluador de acuerdo con sus características individuales, angioplastia coronaria y/o implante transcatéter de válvula aórtica y en caso de persistir la insuficiencia puede ser considerado colocar un mitraclip. | Ila | C |
| Pacientes sin enfermedad coronaria u otra patología cardíaca que requieren tratamiento. | | |
| La colocación de mitraclip debe ser considerada en pacientes sintomáticos que no son candidatos a cirugía y que con este procedimiento tienen posibilidades de tener buenos resultados. | Ila | B |
| La cirugía valvular puede ser considerada en pacientes sintomáticos considerados apropiados por el grupo de evaluación cardíaca. | Ilb | C |
| En pacientes sintomáticos con alto riesgo para cirugía que no cumplen los criterios, que tienen alto grado de responder al mitraclip, el grupo de evaluación cardíaca debe considerar el tratamiento con mitraclip u otro procedimiento transcatéter, después de evaluar la asistencia ventricular o trasplante. | Ilb | C |

(Vahanian *et al.*, 2021)

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS ANTERIORES

Antes de la circulación extracorpórea hubo varios procedimientos para corregir o parcialmente corregir la insuficiencia mitral. Estos incluían aditamentos protésicos como ligas, obturadores colocados en varias partes de la válvula para ejercer acción durante la sístole. Pero ninguno dio buen resultado, solo la circunclusión en la cual el anillo mitral era circulado con una cinta para reducir el diámetro. Sin embargo, en las autopsias era obvio que se necesitaba de la circulación extracorpórea para hacer una buena reparación ya que se debía hacer bajo visión directa. Pero todo cambio cuando se inicia a operar con la bomba de derivación cardiopulmonar.

PLASTIA DE LA VÁLVULA MITRAL EN LA ACTUALIDAD PARA INSUFICIENCIA MITRAL

Esta cirugía se realiza con derivación cardiopulmonar, hipotermia, pinzado aórtico y administración de heparina y cardioplejía. Se debe definir por ecocardiografía si hay estenosis, prolapso o dilatación para realizar la reconstrucción apropiada. La plastia es la técnica de elección en la cirugía con insuficiencia mitral. Comparado con la prótesis mitral, se reduce la incidencia de endocarditis, así como eventos tromboembólicos, las técnicas quirúrgicas empleadas en la valva anterior de la mitral son la transferencia de cuerdas, anuloplastia con anillo, cierre de comisuras, reconstrucción con cuerdas artificiales y acortamiento de cuerdas, por último, resección parcial de valvas, también hay cirugías del músculo papilar como reparación cuando esta elongado, resección del músculo, o la técnica de Concertina. En la valva posterior una técnica frecuente que se realiza es la resección rectangular de la valva. Se pueden transferir cuerdas de la valva posterior a la anterior. Al final del procedimiento, se despinza la aorta, se retira la derivación cardiopulmonar, se revierte la heparina con protamina, se dejan sondas mediastinales y marcapaso temporal. Al final se dejan sondas mediastinales y se procede al cierre de la cavidad mediastinal de acuerdo con el protocolo (Ramírez Castañeda, 2012).

ESTENOSIS MITRAL

EPIDEMIOLOGÍA Y FISIOPATOLOGÍA

Cuando se editó el libro de Gibbon, detectaron que se afectaba más a mujeres. Normalmente se presentaba sin antecedentes de enfermedad activa. Consideraban que el más afectado era el ventrículo derecho por la estenosis mitral (Gibbon, 1962). Actualmente la estenosis mitral reumática es común en el mundo, especialmente en países en desarrollo, en algunos países es 100 veces mayor que en los países desarrollados. La reacción cruzada de los anticuerpos anti-estreptococo produce el proceso inflamatorio valvular causando fusión de comisuras, valvas y engrosamiento de cuerdas y calcificación. La calcificación anular mitral es considerada degenerativa y se asocia con edad avanzada, sexo femenino, hipertensión, diabetes y enfermedad coronaria. Se presenta en el 9% de mujeres y 3% de hombres mayores de 60 años, especialmente en pacientes con enfermedad renal (Al-Taweel *et al.*, 2019). Ocurre en el 0.1% de la población (Lombard & Liang, 2019).

En la era actual se sabe que la válvula mitral tiene un área de 4 a 6cm², los síntomas usualmente ocurren cuando el área valvular es menor de 1.5cm². Aquí hay una obstrucción al flujo diastólico de la aurícula al ventrículo. Con el tiempo el gradiente en la aurícula izquierda, presión venosa pulmonar y arterial aumenta, con una reducción en el gasto cardíaco causando disnea y fatiga. Por cada 1mm de aumento en la calcificación del anillo mitral hay un aumento de 10% en eventos cardiovasculares, mortalidad, incluso aumento en la presentación de fibrilación auricular y eventos vasculares cerebrales (Al-Taweel *et al.*, 2019). Hay un aumento del gradiente diastólico entre la aurícula y el ventrículo izquierdo. Esto aumenta la presión en la aurícula y aunado disminuye el flujo hacia el ventrículo izquierdo. La taquicardia es particularmente en detrimento en la estenosis mitral desde que disminuye el tiempo de llenado diastólico, producir un incremento en el gradiente transmitral.

El crecimiento de la aurícula izquierda aumenta el riesgo de arritmias, particularmente la fibrilación auricular y tromboembolismo sistémico. El

incremento en la hipertensión pulmonar puede causar edema pulmonar. Causa falla ventricular derecha y una subsecuente insuficiencia tricúspide a dilatarse el anillo. Al disminuir el flujo causa un gasto cardíaco bajo (Harb & Griffin, 2017).

El calcio también puede extenderse desde el anillo hasta las valvas. Sin embargo, también está la causa infecciosa, donde las vegetaciones pueden causar estenosis y obstrucción de la válvula mitral. El estreptococo que junto con el estafilococo causan 80% de las infecciones, son bacterias gram positivas que causan infección de vías respiratorias superiores. En la estenosis mitral degenerativa es usualmente progresiva la calcificación con un promedio de 0.8 a 2.4mmHg de aumento del gradiente por año (Al-Taweel *et al.*, 2019)

SINTOMATOLOGÍA

De acuerdo con la referencia en el libro de Gibbon, se comenta que frecuentemente la fatiga era por lo que acudían al médico. Entonces se buscaba con el interrogatorio si el paciente había tenido odinofagia y dolor en articulaciones o, un periodo de descanso en cama. No se menciona mucho la sintomatología de la estenosis mitral, pero estudios recientes nos informan que sus síntomas más comunes son la disnea y la intolerancia al ejercicio. La disnea puede estar acompañada de tos y jadeo. La capacidad funcional del paciente se reduce presumiblemente por congestión de vasos pulmonares y edema intersticial a nivel pulmonar. Los pacientes que tienen clase funcional III de la New York Heart Association generalmente tienen ortopnea con riesgo de presentar eventos de edema agudo de pulmón. Este último también puede desencadenarse en la estenosis mitral por esfuerzo, estrés, infecciones respiratorias, fiebre, acto sexual con esfuerzo, embarazo, fibrilación auricular con respuesta ventricular rápida u otro tipo de taquiarritmia (Ramírez Castañeda, 2012).

El clásico soplo diastólico y el primer ruido son difíciles de apreciar, el soplo diastólico es de sonido bajo junto con el retumbo y se escucha mejor en el ápex, pero cuando es fuerte se puede irradiar a la axila o la parte baja del borde esternal izquierdo. Cuando hay bajo gasto cardíaco puede

haber facies mitral. Puede haber un pulso venoso yugular en pacientes que tienen ritmo sinusal y presión pulmonar elevada (Shaw, 2003).

DIAGNÓSTICO

Lo único que se menciona para diagnosticar estenosis mitral en la literatura del libro de Gibbon, es a la exploración física donde detectaban un soplo diastólico apical. Ahora se cuenta con diferentes herramientas para detectar la estenosis mitral como son la P mitral en el electrocardiograma, que revela crecimiento auricular izquierdo (onda P >0.12 en II y eje de la onda p entre >45 y -30 grados) siendo la característica principal de la estenosis mitral y ritmo sinusal. La fibrilación auricular se presenta cuando ya es más avanzado el proceso de la estenosis y crecimiento auricular izquierdo (Ramírez Castañeda, 2012).

Por radiografía puede haber crecimiento de aurícula izquierda, ventrículo derecho y arteria pulmonar. Ocasionalmente se puede ver el calcio cuando está presente en el anillo mitral. En casos graves puede ser evidente la imagen de edema pulmonar.

La ecocardiografía 3D en tiempo real es un método que promete estimar bien el área de la mitral en pacientes con estenosis mitral degenerativa. El ecocardiograma transesofágico ayuda para observar la morfología de la válvula mitral y la severidad de la estenosis mitral (Al-Taweel *et al.*, 2019).

La tomografía computada es un método no invasivo para valorar la estenosis mitral en pacientes con calcificación anular. También nos reporta información importante, cómo está el estado del anillo, la calcificación, nos da información del aparato subvalvular, el tracto de salida y su relación con la arteria circunfleja. Puede valorar la fracción de eyección, pero no evalúa gradientes, ni cuantifica la severidad de la estenosis o insuficiencia mitral (Al-Taweel *et al.*, 2019).

El cateterismo se realiza cuando hay discrepancia en estudios no invasivos y para determinar la severidad de la lesión. Sobre todo, para descartar o diagnosticar enfermedad coronaria cuando está indicado por edad o datos de isquemia.

CLASIFICACIÓN ANTIGUA DE LA ESTENOSIS MITRAL

La consideraban de acuerdo con los síntomas y hallazgos físicos: tipo I un soplo presistólico apical, sin síntomas; tipo II un soplo presistólico apical, fácil fatigabilidad y una disnea de esfuerzo; tipo III un soplo presistólico apical, disnea, edema pulmonar y ortopnea; tipo IV (estado terminal) edema pulmonar, ortopnea e insuficiencia cardíaca congestiva. En el tipo III o IV no infrecuente tenían fibrilación auricular. En los de grado IV generan más cardiomegalia y baja reserva cardíaca, con cambios vasculares pulmonares y generación de trombos en aurícula o pared ventricular (Gibbon, 1962).

Grados de estenosis mitral, actualmente (Gillinov *et al.*, 2020)

- LEVE: gradiente medio de <5mmhg, presión sistólica de la arteria pulmonar <30mmhg y área valvular mayor a 1.5cm².
- MODERADA: gradiente medio de 5 a 10mmhg, presión sistólica de arteria pulmonar de 30 a 50mmhg y un área de 1 a 1.5cm².
- SEVERA: gradiente medio > 10mmhg, presión sistólica >50mmhg y un área < 1cm² de la arteria pulmonar (Ramírez, 2012).

INDICACIÓN QUIRÚRGICA

De acuerdo con el libro de Gibbon, la valvulotomía estaba indicada generalmente en pacientes tipo II, III y IV. La edad no era una contraindicación, pero en mayores de 60 años solo se operaban si tenían buen estado de salud. En cambio, se operaban jóvenes clase I porque podrían deteriorarse en el transcurso de la vida (Gibbon, 1962).

ESTENOSIS MITRAL INDICACIÓN QUIRÚRGICA

Algunas veces la cirugía no está indicada cuando la calcificación es importante, sobre todo cuando es posterior a radiación.

No hay tratamiento bien establecido para los pacientes con calcificación anular en la estenosis mitral. La mortalidad es alta porque la mayoría son pacientes de edad avanzada que tienen más comorbilidades (Al-Taweel *et al.*, 2019).

- Pacientes sintomáticos con estenosis severa (recomendación clase I).
- Pacientes asintomáticos con estenosis severa (recomendación clase IIA).
- Pacientes asintomáticos con estenosis severa que se presenta fibrilación auricular (recomendación clase IIB).
- Pacientes sintomáticos con estenosis moderada si hay evidencia significativamente hemodinámica de estenosis mitral durante el ejercicio (recomendación clase IIB).
- Preoperatorio, pacientes que son asintomáticos con estenosis mitral severa que van a cirugía no cardíaca electiva o de alto riesgo.
- Preconcepción en mujeres sintomáticas con estenosis moderada a severa con un área menor a 1.5cm². En las que son asintomáticas es más controversial (Gillinov *et al.*, 2020).

Indicación para comisurotomía mitral percutánea y cirugía mitral en estenosis significativa moderada o severa con área mitral menor a 1.5 cm² de área

| RECOMENDACIÓN | CLASE | NIVEL |
|---|-------|-------|
| La comisurotomía mitral percutánea está recomendada en pacientes sintomáticos sin características desfavorables para la comisurotomía percutánea. | I | B |
| La comisurotomía está recomendada en cualquier paciente sintomático con contraindicación o alto riesgo para cirugía. | I | C |
| La cirugía mitral está recomendada en pacientes sintomáticos que no son candidatos para comisurotomía mitral percutánea en ausencia de futilidad. | I | C |
| La comisurotomía mitral percutánea debe ser considerada como tratamiento inicial en pacientes sintomáticos con subóptima anatomía pero que no es desfavorable para la comisurotomía mitral percutánea. | Ila | C |
| La comisurotomía mitral debe ser considerada en pacientes asintomáticos sin una anatomía o características clínicas desfavorables para comisurotomía mitral percutánea y: Riesgo alto de tromboembolia (historia de embolismo sistémico, contraste espontaneo denso en aurícula izquierda, o presentación paroxística de fibrilación auricular) y/o Alto riesgo de inestabilidad hemodinámica (presión pulmonar sistólica > 50mmhg en descanso, necesidad de cirugía no cardíaca, deseo de embarazo). | Ila | C |

(Vahanian *et al.*, 2021)

PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO PREVIO A INICIO DE DERIVACIÓN CARDIOPULMONAR

Los procedimientos en los años 60 se realizaban por toracotomía izquierda, el pericardio se abría posterior al nervio frénico, se colocaba una jareta en la orejuela izquierda y se colocaba una pinza, se introducía un dedo en la orejuela y se exploraban los orificios de las venas pulmonares, el septum interartrial y la válvula mitral. Se hacía presión en la comisura lateral y se dividía para mejorar la estenosis. Cuando era necesario se hacía contrapresión con la mano izquierda sobre el corazón. Si no cedía a la

presión se utilizaba un dilatador a través de la punta del corazón, guiado por el dedo que entraba en la orejuela. Al final se palpaban las cuerdas, y si estaban retraídas se hacía presión sobre el músculo papilar para liberarlas. Era más difícil cuando había calcio por el riesgo de embolia. Al final se cerraba la orejuela y la punta del corazón con una jareta previa que se colocaba.

Había otra opción del lado derecho por toracotomía sobre todo cuando la orejuela izquierda estaba llena de trombos o cuando ya había sido operado del lado izquierdo. Posterior al surco interatrial se hacía la incisión en la aurícula izquierda. Colocando una jareta por donde se introducía el dedo y aquí era más fácil separar la comisura medial. Al final se cerraba la jareta.

Cuando se inició la derivación cardiopulmonar se exponía la válvula tanto del lado derecho como del izquierdo. Aquí se abría el pericardio anterior al nervio frénico. Se administraba heparina y se procedía a hacer la corrección de la estenosis o insuficiencia a través de la aurícula izquierda. Se realizaba con canulación de la arteria femoral y la aurícula derecha y uso de heparina. Al final se retiraban las cánulas (Gibbon, 1962)

PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS ACTUALES

VALVULOTOMÍA MITRAL CON BALÓN

Esta técnica fue aprobada en 1994. Se han utilizado diferentes tipos de balones, en centros experimentados tienen buenos resultados, con esta técnica se gana usualmente el doble de área valvular y disminución en 50% del gradiente. Se utiliza un balón para abrir la válvula mitral por invasión percutánea (Ramírez Castañeda, 2012).

COMISUROTOMÍA MITRAL CERRADA

Se realiza una incisión en el quinto o sexto espacio intercostal izquierdo, se abre el pericardio anterior al nervio frénico, se colocan jaretas en el

ápex y otra en la orejuela de la aurícula izquierda. Se abre la orejuela izquierda y se deja sangrar para asegurar que salgan trombos en caso de tener. Se introduce el dedo índice hacia la comisura anterolateral y con esto es suficiente para ampliar el área, pero si no es así se debe introducir un dilatador por la punta del ventrículo izquierdo y guiado con el dedo índice que está en la aurícula izquierda se dilata la válvula mitral para mejorar la estenosis. El dilatador se abre varias veces, cada vez más amplio hasta 3.5 cm. Se retira el dilatador y el dedo índice. Al final se cierran las jaretas (Ramírez Castañeda, 2012).

COMISUROTOMÍA MITRAL ABIERTA

Esta se realiza con derivación cardiopulmonar, se utiliza heparina, cardioplejía y pinzado aórtico. Con el corazón detenido, para realizar la comisurotomía se abre la aurícula izquierda, se verifica que las condiciones sean adecuadas para el procedimiento (coaptación de valvas, que no exista calcio y que no exista retracción de cuerdas), se libera la comisurotomía. Al terminar se sale de derivación cardiopulmonar y se retiran cánulas, se procede al cierre de acuerdo con el protocolo (Ramírez Castañeda, 2012).

CAMBIO VALVULAR MITRAL

Cuando no es posible reparar la válvula mitral se debe realizar un cambio valvular, este procedimiento es con derivación cardiopulmonar, hipotermia, pinzado aórtico, heparina y cardioplejía. Se pinza aorta y se detiene el corazón con la cardioplejía. Se realiza a través de la aurícula izquierda. Para colocar la prótesis adecuada se calcula el tamaño de la prótesis con un medidor de anillo. En este caso si se puede, se debe dejar la valva posterior con sus cuerdas, esto es mejor ya que se preserva la función del ventrículo izquierdo sobre todo a largo plazo. Se continua con el protocolo de destete de la bomba de circulación extracorpórea (Ramírez Castañeda, 2012), previo despinzado aórtico. Seguido de la hemostasia, se dejan sondas mediastinales y marcapaso temporal, y se procede al cierre de la cavidad.

ESTENOSIS MITRAL TÉCNICA DE CALCIO

Es difícil la cirugía por el calcio que se extiende más allá del anillo envolviendo la pared auricular y ventricular. Las complicaciones potenciales son la ruptura del surco auriculoventricular, ruptura ventricular, lesión al seno coronario o arteria circunfleja, embolización sistémica, cuando se coloca una prótesis puede haber fuga paravalvular. Se ha utilizado la pulverización y aspiración del calcio por medio de ultrasonido y algunos reportan esta técnica como buena.

TÉCNICA DE REPARACIÓN EN LA ENFERMEDAD REUMÁTICA DE LA MITRAL

El anillo en esta patología puede manejarse de diferentes maneras en la reparación mitral, cuando el anillo está con deformidades, se puede colocar un anillo de anuloplastia rígido o semirrígido. Cuando hay fusión de comisuras se realiza comisurotomía. Si las valvas están engrosadas se realiza resección parcial de esta y si es necesario repararla es con parche de pericardio, cuando el aparato subvalvular es corto y las cuerdas están engrosadas se realiza resección de cualquier cuerda que cause restricción u obstruya, también se puede realizar transferencia de cuerdas si están en buenas condiciones o remplazo con neocuerdas de politetrafluoroetileno. Si hay engrosamiento de cuerdas se realiza fenestración o papilotomía. Cuando hay enfermedad activa durante la cirugía es de mal pronóstico para tener buenos resultados, como se menciona en las primeras reparaciones de la mitral (Dejsupa *et al.*, 2019).

TRATAMIENTO TRANSCATÉTER RESULTADOS

Está la opción de la intervención transmitral percutánea con prótesis en pacientes que tienen alto riesgo para la cirugía abierta, sobre todo, cuando hay demasiado calcio. Esta técnica tiene el inconveniente de causar obstrucción del tracto de salida. Con altos eventos adversos (Fishbein, 2019).

VALVE IN VALVE

La estenosis mitral significativa se presenta en 8.2% de los pacientes que van a valve in valve mitral y, 12% en los que van a valve in ring. La insuficiencia mitral fue más común en el procedimiento valve in ring, 16.6% vs 3.3% y, fue asociada a menor sobrevida a cuatro años, 35% vs 61.6%, ambos procedimientos tuvieron la necesidad de recambio valvulares (Simonato *et al.*, 2021).

CIRUGÍA DE MÍNIMA INVASIÓN

Se realiza por mini toracotomía derecha en el 4° espacio intercostal, en decúbito lateral parcial izquierdo, ventilación unilateral o mejor con tubo endotraqueal de doble lumen, la incisión se realiza antes de la heparinización. Se hace uso de la derivación cardiopulmonar, heparina, cardioplejía, pinzamiento aórtico, con una incisión en la aurícula izquierda, se procede a reparar o realizar cambio valvular mitral. La incisión de la toracotomía es de 5 a 8 cm. La heparinización es durante la canulación femoral. En la cirugía de mínima invasión la perfusión retrograda en comparación con anterógrada conlleva más eventos cerebrales vasculares, no así con la mortalidad a 30 días y la falla renal, las cuales no tuvieron diferencia (Ji *et al.*, 2019). Al final se sigue el protocolo, de despinzado aórtico, salida de bomba, reversión de la heparina, marcapaso temporal y sonda pleural. Al final se hace el cierre por planos.

CIRUGÍA CARDÍACA PIONERA Y LA ACTUALIDAD

Anteriormente se hacía un buen análisis de la clínica, había una clasificación para la estenosis mitral desde pacientes sintomáticos con solo un soplo hasta los que desarrollaban edema de pulmón. La indicación quirúrgica se basaba en pacientes en clase II, III o IV. Pero en pacientes mayores de 60 años solo si su condición física era buena se operaban. En cambio, en pacientes con insuficiencia mitral se operaban hasta que se demostraba una rápida progresión de la insuficiencia demostrando

esto con electrocardiograma, radiografía que evidenciaba la dilatación de aurícula y ventrículo izquierdo, por cateterismo se podía comprobar la hipertensión pulmonar. Si estaban muy dilatado el ventrículo izquierdo ya no era candidato a cirugía. Las técnicas utilizadas eran la reducción del anillo mitral, reparación de valvas. Se hizo esfuerzos por tener prótesis como las válvulas planas, que pudieran suplir las válvulas nativas, también se realizaron comisurotomías y aun por largo tiempo fue un tratamiento definitivo, tanto la abierta como la cerrada, digital o con valvulotomo, pero fue hasta que se realizó la prótesis de jaula bola la cual tenía menor trombosis y mejor funcionalidad, donde hubo mejores resultados. Además, las primeras técnicas fueron sin derivación cardiopulmonar, la bomba de circulación extracorpórea vino a revolucionar la cirugía cardíaca. En la actualidad hay un arsenal importante de estudios de apoyo para mejorar el diagnóstico preciso, así como las técnicas quirúrgicas de reparación valvular son mejores en la actualidad. Las prótesis son mejores en cuanto a durabilidad sobre todo las mecánicas y las bioprótesis con menor deterioro. Las válvulas mecánicas tienen mejor perfil, menor gradiente y algunas dan una mejor área. Además, se puede resolver la patología valvular con técnicas percutáneas y cirugía de mínima invasión, y sin derivación cardiopulmonar con cirugía a través de la punta del corazón. Por lo que esperamos que en un futuro tengamos técnicas menos invasivas y efectivas para tratar la patología valvular.

En el libro de Gibbon no se menciona la patología quirúrgica de la válvula mitral, solo se hace referencia a la atresia tricúspidea. Por lo que es importante mencionar a la válvula olvidada.

VÁLVULA TRICÚSPIDE

Históricamente ha sido olvidada, pero ha ido ganando reconocimiento, sobre todo con avances en su manejo. Debido a que algunos pacientes han tenido patología tricúspidea crónica, en ellos su evolución no ha sido satisfactoria, sobre todo cuando van a cirugía, esto es porque se

asocian a otras comorbilidades como enfermedad hepática, alteraciones de la coagulación, enfermedad renal y falla cardíaca.

ETIOLOGÍA Y FISIOPATOLOGÍA

La insuficiencia es la manifestación más común de la patología tricúspidea y puede afectar en diferentes grados de lesión, entre 65 y 85% de la población en general. La lesión orgánica o primaria no es común, especialmente en países desarrollados. Aquí se observan la anomalía de Ebstein, doble orificio tricúspideo, displasia valvular, hipoplasia, trauma, síndrome carcinoide, fibrosis endomiocárdica, enfermedad reumática, o endocarditis. La lesión funcional se presenta en 90%, y puede estar causada por remodelación del ventrículo derecho, dilatación del anillo, más que por problema de la misma válvula, infarto del ventrículo derecho con remodelación. La remodelación del anillo puede ser debido a patología de corazón izquierdo (mitral o aórtica) o hipertensión pulmonar. También se ha observado en la fibrilación y crecimiento auriculares (Burns *et al.*, 2020).

GRADOS DE SEVERIDAD DE INSUFICIENCIA TRICÚSPIDEA

| Parámetros | Leve | Moderado | Severo |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------|---|
| Estructural | | | |
| Morfología | Normal o leve anormal | Moderadamente anormal | Lesiones severas |
| Tamaño ventrículo y aurícula derecha | Normal | Ligera dilatación | Dilatado usualmente |
| Diámetro de vena cava inferior | Normal < 2 cm | Normal o 2.1-2.5 cm | Dilatada >2.5 cm |
| Cualitativo | | | |
| Área de flujo color (jet) | Pequeño, delgado y central | Central moderado | Grande central, excéntrico, el jet golpea la pared. |
| Zona de flujo de convergencia | No visible o pequeño | Intermedio | Grande en sístole |

PRÓTESIS CARDÍACAS VALVULARES. (MITRAL Y TRICÚSPIDE)

| | | | |
|--|----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Jet de onda de Doppler continuo | Empañado o parcial | Denso, parabólico o triangular | Denso, triangular |
| semicuantitativo | | | |
| Jet de área de flujo color (cm ²) | No definido | No definido | >10 |
| Vena contracta (ancho) | <0.3 | 0.30-0.69 | >0.7 |
| Superficie de área de isovelocidad proximal (radio) cm | <0.5 | 0.6-0.9 | >0.9 |
| Flujo venoso hepático | Dominancia sistólica | Sistólico obtuso | Flujo reverso sistólico |
| Flujo tricúspideo | Onda A dominante | Variable | Onda E >1m/s |
| Cuantitativo | | | |
| Orificio efectivo regurgitante (área mm) | <20 | 20-39 | >40 |
| Volumen regurgitante (2 D) (ml por latido) | <30 | 30-44 | >45 |

(Vahanian *et al.*, 2021)

CLÍNICA

Las primeras manifestaciones de la estenosis tricúspidea son la fatiga o congestión sistémica, edema, ascitis y anasarca. Algunos pacientes se quejan de un pulso en el cuello cuando hay ritmo sinusal. Puede haber hepatomegalia pulsátil. A la inspección hay ingurgitación yugular. En la estenosis tricúspidea se percibe un chasquido de apertura y un soplo diastólico que aumenta durante la inspiración. En la insuficiencia tricúspidea hay datos de falla cardíaca derecha, un soplo sistólico, holosistólico o pansistólico suave que se escucha en el borde externa izquierdo con aumento en la inspiración (signo de Rivero Carvallo); hay pulsación hepática y de los globos oculares (Ramírez Castañeda, 2012).

DIAGNÓSTICO

La ecocardiografía tridimensional, resonancia magnética y la tomografía han ganado campo de aplicación en el diagnóstico de patología tricúspide. El diagnóstico de insuficiencia tricúspide es realizado con ecocardiografía transtorácica, estableciendo la causa y la severidad, aquí mide el anillo, se puede estimar las presiones de la aurícula derecha y de la arteria pulmonar. También, nos informa de la función ventricular. Se puede establecer lesiones valvulares del lado izquierdo o patología isquémica. Cuando no es concluyente el ecocardiograma transtorácico se puede realizar un transesofágico, pero es más difícil ver parte de la valva anterior. El ecocardiograma tridimensional nos da información estructural de la válvula y el anillo. La resonancia nos da más información de la función ventricular, así como la severidad de la insuficiencia tricúspide. La tomografía nos da información sobre el anillo y estructuras que rodean la válvula. La cirugía permanece como el mejor manejo de la patología tricúspide, el abordaje percutáneo para reparación o remplazo puede ser una buena opción a futuro (Antunes *et al.*, 2017).

INDICACIÓN QUIRÚRGICA VÁLVULA TRICÚSPIDE

| RECOMENDACIÓN | NIVEL | CLASE |
|---|-------|-------|
| INDICACIÓN QUIRÚRGICA EN ESTENOSIS TRICÚSPIDEA | | |
| La cirugía está recomendada en pacientes sintomáticos con estenosis severa. | I | C |
| La cirugía está recomendada en pacientes con estenosis tricúspide severa que se les realizara cirugía de válvula izquierda. | I | C |
| INDICACIÓN QUIRÚRGICA EN INSUFICIENCIA TRICÚSPIDEA PRIMARIA | | |
| La cirugía está recomendada en pacientes con insuficiencia tricúspide severa primaria que se les realizara cirugía valvular izquierda. | I | C |
| La cirugía está recomendada en pacientes sintomáticos con solo insuficiencia tricúspide severa primaria sin disfunción severa del ventrículo izquierdo. | I | C |
| La cirugía debe ser considerada en pacientes con insuficiencia tricúspide moderada que se les realizara cirugía valvular izquierda. | Ila | C |

| | | |
|---|-----|---|
| La cirugía debe ser considerada en pacientes asintomáticos o pacientes levemente sintomáticos con solo insuficiencia tricúspide severa y dilatación del ventrículo derecho que son candidatos para cirugía. | IIa | C |
| INDICACIÓN QUIRÚRGICA EN INSUFICIENCIA TRICÚSPIDEA SECUNDARIA | | |
| La cirugía está recomendada en pacientes con insuficiencia tricúspide severa secundaria que se les realizara cirugía valvular izquierda. | I | B |
| La cirugía debe ser considerada en pacientes con insuficiencia tricúspide leve o moderada con anillo dilatado (>40mm o >21 mm m ² en el ecocardiograma 2D) que se les realizara cirugía valvular izquierda. | IIa | B |
| La cirugía debe ser considerada en pacientes con insuficiencia tricúspide severa secundaria (con o sin cirugía valvular izquierda previa) que son sintomáticos o tienen dilatación ventricular derecha, en ausencia de disfunción severa del ventrículo derecho o izquierdo y enfermedad vascular pulmonar severa/hipertensión. | IIa | B |
| El tratamiento transcatóter en pacientes con insuficiencia tricúspide severa secundaria debe ser considerado en pacientes que no son operables en un centro especializado con experiencia en patología valvular tricúspide. | IIb | C |

(Vahanian *et al.*, 2021)

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

ANULOPLASTÍA DE DE VEGA

Aún sigue siendo utilizada por algunos cirujanos, consiste en sutura doble circular en la parte anterior y posterior del anillo tricúspide las suturas se colocan en el anillo 1 a 2 mm más allá de la línea de unión de la valva. Es útil sobre todo cuando hay endocarditis, pero no restaura la forma normal del anillo.

ANULOPLASTÍA CON ANILLO

Esta tiene mejores resultados que las plastias sin colocación de anillo tricúspide. El uso de anillos de diferente forma es utilizado y sobre todo replican la configuración sistólica (Ramírez Castañeda, 2012).

REEMPLAZO VALVULAR

En pacientes con falla severa del ventrículo derecho la cirugía es la elección, también cuando el anillo es muy grande. La prótesis adecuada es importante para no distorsionar la arteria coronaria. Las suturas alrededor del anillo en la porción central de la valva septal y la comisura anteroseptal deben ser en la valva para evitar lesionar el sistema de conducción. La cirugía se realiza con derivación cardiopulmonar, canulando ambas cavas, utilizando heparina y cardioplejía. Se puede hacer con pinzamiento aórtico o no. Se procede a realizar el cambio valvular protésico, que puede ser mecánico o biológico. Se deja un cable epicárdico de marcapaso definitivo, al final se realiza el despinzado aórtico, se revierte la heparina con protamina, se dejan sondas mediastinales, marcapaso temporal y cierre por planos de la cavidad (Ramírez Castañeda, 2012).

TRANSCATÉTER

Por este método están los procedimientos de coaptación de valvas, anillos, implantación de válvula en la cava y la colocación de válvula en posición tricúspidea transcáteter. El mitraclip es el más usado y representa 50% de los procedimientos.

PRONÓSTICO

Tiene que ver con factores como edad, sexo, eventos vasculares, hemodiálisis, fracción de eyección, reoperación, cirugía urgente, hepatopatía o renopatía.

La cirugía de la válvula tricúspide cuando se realiza asociada a cirugía valvular izquierda no influye mucho en la mortalidad, a menos que exista falla cardíaca o dilatación significativa o disfunción del ventrículo derecho, aquí la mortalidad puede elevarse hasta 30% (Asmarats, 2019).

REFERENCIAS

- Al-Taweel, A., Almahmoud, M. F., Khairandish, Y., & Ahmad, M. (2019). Degenerative mitral valve stenosis: Diagnosis and management. *Echocardiography*, 36(10), 1901–1909. <https://doi.org/10.1111/echo.14495>
- Antunes, M. J., Rodríguez-Palomares, J., Prendergast, B., de Bonis, M., Rosenhek, R., Al-Attar, N., Barili, F., Casselman, F., Folliguet, T., Lung, B., Lancellotti, P., Muneretto, C., Obadia, J. F., Pierard, L., Suwalski, P., & Zamorano, P. (2017). Management of tricuspid valve regurgitation. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 52(6), 1022–1030. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezx279>
- Asmarats, L., Taramasso, M., & Rodés-Cabau, J. (2019). Tricuspid valve disease: diagnosis, prognosis and management of a rapidly evolving field. *Nature Reviews Cardiology*, 16(9), 538–554. <https://doi.org/10.1038/s41569-019-0186-1>
- Burns, D. J., Birla, R., & Vohra, H. A. (2020). Clinical outcomes associated with retrograde arterial perfusion in minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review. *Perfusion*, 36(1), 11–20. <https://doi.org/10.1177/0267659120929181>
- Chikwe, J. Cooke, D., & Weiss, A. (2013). *Cardiothoracic Surgery*. Primera edición.
- Dejsupa, C., Chotivatanapong, T., Caputo, M., & Vohra, H. A. (2021). Current Perspectives on Contemporary Rheumatic Mitral Valve Repair. *Innovations (Philadelphia, Pa.)*, 16(6), 510–516. <https://doi.org/10.1177/15569845211032942>
- Fishbein, G. A., & Fishbein, M. C. (2019). Mitral Valve Pathology. *Current Cardiology Reports*, 21(7). <https://doi.org/10.1007/s11886-019-1145-5>
- Gibbon, J. H. Jr. (1962). *Surgery of the Chest*. W. B. Saunders Company.
- Gillinov, M., Burns, D. J. P., & Wierup, P. (2020). The 10 Commandments for Mitral Valve Repair. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*, 15(1), 4–10. <https://doi.org/10.1177/1556984519883875>
- Harb, S. C., & Griffin, B. P. (2017). Mitral Valve Disease: a Comprehensive Review. *Current Cardiology Reports*, 19(8). <https://doi.org/10.1007/s11886-017-0883-5>
- Ji, Q., Zhao, Y., Shen, J., Wang, Y., Yang, Y., Ding, W., Xia, L., & Wang, C. (2019). Risk Factors for Moderate or More Residual Regurgitation in Patients with Moderate Chronic Ischemic Mitral Regurgitation Undergoing Surgical Revascularization Alone. *International heart journal*, 60(6), 1268–1275. <https://doi.org/10.1536/ihj.19-054>
- Lombard, F. W., & Liang, Y. (2019). Risk Factors for Mitral Valve Surgery: Atrial Fibrillation and Pulmonary Hypertension. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 23(1), 57–69. <https://doi.org/10.1177/1089253218821694>
- Ma, J. I., Igata, S., Strachan, M., Nishimura, M., Wong, D. J., Raisinghani, A., & DeMaria, A. N. (2019). Predictive Factors for Progression of Mitral Regurgitation in Asymptomatic Patients With Mitral Valve Prolapse. *The American journal of cardiology*, 123(8), 1309–1313. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.01.026>

- Peter, C. A., Austin, E. H., & Jones, R. H. (1981). Effect of valve replacement for chronic mitral insufficiency on left ventricular function during rest and exercise. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 82(1), 127–135. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(19\)39398-5](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(19)39398-5)
- Ramírez Castañeda, A., (2012). Cirugía para patología común de las válvulas aórtica, mitral y tricúspide. En *Medicina Cardiovascular*. Volumen 1, 1499-1546.
- Rossi, A., Zoppini, G., Benfari, G., Geremia, G., Bonapace, S., Bonora, E., Vassanelli, C., Enriquez-Sarano, M., & Targher, G. (2017). Mitral Regurgitation and Increased Risk of All-Cause and Cardiovascular Mortality in Patients with Type 2 Diabetes. *The American Journal of Medicine*, 130(1), 70–76.e1. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.07.016>
- Shaw, T. R. D. (2003). Clinical and haemodynamic profiles of young, middle aged, and elderly patients with mitral stenosis undergoing mitral balloon valvotomy. *Heart*, 89(12), 1430–1436. <https://doi.org/10.1136/heart.89.12.1430>
- Simonato, M., Whisenant, B., Ribeiro, H. B., Webb, J. G., Kornowski, R., Guerrero, M., Wijesundera, H., Søndergaard, L., de Backer, O., Villablanca, P., Rihal, C., Eleid, M., Kempfert, J., Unbehaun, A., Erlebach, M., Casselman, F., Adam, M., Montorfano, M., Ancona, M., . . . Dvir, D. (2021). Transcatheter Mitral Valve Replacement After Surgical Repair or Replacement. *Circulation*, 143(2), 104–116. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.120.049088>
- Vahanian, A., Beyersdorf, F., Praz, F., Milojevic, M., Baldus, S., Bauersachs, J., Capodanno, D., Conradi, L., de Bonis, M., de Paulis, R., Delgado, V., Freemantle, N., Gilard, M., Haugaa, K. H., Jeppsson, A., Jüni, P., Pierard, L., Prendergast, B. D., Sádaba, J. R., . . . Wojakowski, W. (2021). 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European Heart Journal*, 43(7), 561–632. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>

REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA

GUILLERMO CAREAGA REYNA

CONCEPTOS GENERALES DE LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA Y LA REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA

Para tener una visión más completa de la cardiopatía isquémica, la historia de su estudio y la búsqueda de opciones de tratamiento, sin duda es prudente hacer una revisión por etapas tal como se propone en este libro, a partir de lo conocido en el siglo XX y publicado por William P. Longmire Jr. en el capítulo 31 “Revascularization of the Myocardium” del libro *Surgery of the Chest* editado por John H. Gibbon Jr. en 1962 (Longmire, 1962) y, seguir en secuencia histórica, la evolución en el conocimiento de la fisiopatología de la cardiopatía isquémica y las opciones terapéuticas utilizadas para tratarla, hasta la época actual, enfocadas básicamente al tratamiento quirúrgico.

Este interesante capítulo se inicia haciendo un reconocimiento de que, pese a todos los esfuerzos realizados por diversos investigadores y de los diferentes e ingeniosos procedimientos que hasta ese momento se han desarrollado, todavía no se contaba con un método quirúrgico aceptado para el miocardio isquémico, como lo veremos a lo largo del presente escrito. De tal manera que el propósito –del capítulo– señala el autor, será discutir el desarrollo y los avances en el tema.

Longmire nos recuerda que fue Heberden, en 1768, quien describió la presencia de una molestia en el tórax que llamó angina pectoris, sin entrar en mucho detalle sobre la fisiopatología. Quien asoció la sintomatología descrita por Heberden con la enfermedad oclusiva coronaria fue Jenner y, con base en estas observaciones se utilizaron, desde 1867, medicamentos como el nitrato de amilo y la nitroglicerina que tienen efecto

vasodilatador coronario con los que se logra mejoría sintomática en pacientes que presentan angina pectoris y se desarrollaron procedimientos quirúrgicos indirectos con el propósito de mejorar el flujo coronario que posteriormente al avance del conocimiento de las causas de la cardiopatía isquémica, evolucionaron a técnicas de tratamiento sobre la superficie del miocardio (Longmire, 1962; Mueller *et al.*, 1997).

Al integrar el cúmulo de información de décadas, se puede sustentar que la cardiopatía isquémica tiene su origen en la falta de aporte sanguíneo suficiente para cubrir las necesidades metabólicas del miocardio (Shah & Falk, 2004), derivado principalmente de lesiones obstructivas en los vasos coronarios ocasionadas principalmente por aterosclerosis, la cual condiciona la disminución de la luz del vaso coronario, acompañada de la pérdida de la elasticidad de la pared vascular (Kouchoukos *et al.*, 2003), situación reconocida desde 1959 –nos señala Longmire–, donde se atribuye hasta 90% de los casos de cardiopatía isquémica a las lesiones ateroscleróticas.

Actualmente es bien conocido que el flujo coronario en un vaso de paredes lisas es laminar y que ante una obstrucción se vuelve irregular. Además, está demostrado que el aporte sanguíneo al miocardio depende de la presión intravascular y de la resistencia arteriolar que es regulada por diferentes metabolitos como el óxido nítrico (Shah & Falk, 2004) y, es en ese nivel de regulación del tono vascular donde influyen los medicamentos utilizados con efecto vasodilatador. Pero en 1962, la atención de los cirujanos se había concentrado en la circulación colateral como el objetivo para proteger el miocardio ante una oclusión de la coronaria. Ya entonces se habían intentado la resección de la cadena simpática dorsal como una manera de brindar alivio a la sintomatología de la angina. También se había intentado la tiroidectomía y terapia de reemplazo controlada para reducir la tasa metabólica y con ello el trabajo cardíaco. Desafortunadamente ninguno de estos intentos logró modificar el proceso patológico de base. Así que, en 1935, Beck propone la revascularización del miocardio, basándose en el hallazgo de que durante una pericardiectomía al liberar el pericardio del miocardio se percató de que de ambas superficies –la del pericardio y la del miocardio– quedaban puntos

sangrantes. Con ello se corroboró la existencia de comunicación entre la circulación coronaria y la del pericardio. De esta manera propuso el adhosar un colgajo del pectoral mayor para proveer una circulación extracardíaca sobre la superficie despulida del miocardio. Se intentó también utilizar otras estructuras en lugar del pericardio, tales como el pulmón, hígado, vaso, segmentos de intestino. No obstante, no se pudo demostrar –comenta Longmire–, que a través de este método se incrementara en algún caso el volumen de sangre hacia la circulación coronaria.

Se considera que la circulación coronaria es terminal. Sin embargo, en casos en que aparecen obstrucciones coronarias de manera gradual y lentamente progresivas, se observa el desarrollo de circulación colateral para compensar la falta de aporte sanguíneo, mediante uniones de pequeños vasos coronarios a nivel arteriolar y de anastomosis entre este tipo de vasos, originadas por otros vasos arteriales. Por esta razón puede variar la magnitud de las manifestaciones clínicas y la repercusión funcional y hemodinámica y, por esta misma razón es de mayor magnitud el daño que aparece en pacientes jóvenes con cardiopatía isquémica progresiva que no da oportunidad a formar esta circulación colateral (Shah & Falk, 2004).

DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO DE LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

Sin duda alguna, la descripción clásica de Heberden del característico dolor torácico tipo opresivo, intenso, irradiado al miembro torácico izquierdo y/o al maxilar inferior asociado a la percepción de “muerte inminente” por el paciente, es recogida en el capítulo en comento. Longmire, añade que el cuadro clínico puede ir acompañado por síntomas neuro-vegetativos como náusea, vómito, diaforesis, palidez entre otros.

Siempre será necesario establecer diagnóstico diferencial con otras patologías que pueden dar síntomas similares como una disección aórtica y por otro lado, hay condiciones especiales en que los datos de cardiopatía isquémica no son los ya descritos, y en su lugar puede aparecer evidencia clínica de insuficiencia cardíaca (disnea progresiva por ejemplo), o como suele ocurrir en los pacientes diabéticos, pasar

desapercibidos ya que pueden no manifestar dolor torácico, aun a pesar de que ya en la actualidad existe evidencia de que los pacientes con diabetes mellitus presentan lesiones coronarias difusas, además de tener daño microvascular más importante.

Ante estas manifestaciones diferentes a la habitual y con el conocimiento cada vez más completo de la fisiopatología de la cardiopatía isquémica, existen ya algunos métodos de apoyo para establecer mayor precisión diagnóstica de esta entidad nosológica, e incluso clasificaciones que permiten diferenciar el tipo y severidad del daño vascular y con ello determinar los pasos a seguir para obtener diagnóstico de certeza y con base en el mismo, definir las opciones de tratamiento que ofrezcan mejores resultados con el menor riesgo para el paciente.

Un auxiliar básico en el estudio de la cardiopatía isquémica es de inicio el electrocardiograma de reposo es decir tomado con el paciente estático en decúbito dorsal, que puede hacer evidente con alteraciones en el trazo, la presencia de isquemia o infarto en determinadas áreas del corazón, dependiendo de la localización de las alteraciones en el estudio.

Longmire describe, entre otros estudios con fines diagnósticos, la prueba de esfuerzo cuyos antecedentes se remontan a los años 50 y que consiste en colocar al paciente en una banda de caminata con electrodos para estudio del trazo electrocardiográfico y previo periodo de reposo y mediciones basales, se inicia la caminata y se verifica las alteraciones del trazo electrocardiográfico y la presencia de síntomas en el paciente. Con este estudio se determina la presencia de isquemia incluso asintomática y obviamente indica continuar el protocolo de estudio que debe apoyarse en estudios de ecocardiografía, medicina nuclear (Stratmann *et al.*, 1995) que aparecerán en el armamentario médico años después.

El otro estudio del que se da cuenta y de su uso en esos años es la angiografía coronaria, estudio mediante el cual se visualizan los vasos coronarios para tener una localización precisa de las lesiones y su magnitud además de que analiza la función ventricular y con ello se determina el tipo de tratamiento y los riesgos del mismo. Este estudio sugerido por Thal en 1957 y, refinado por Bishop y O'Loughlin en 1961 requería la aplicación material radiopaco y la toma de una serie de placas radiográficas

(seis exposiciones por segundo durante y después de la inyección del material).

Antes de contar con este método diagnóstico, las decisiones quirúrgicas se tomaban con base únicamente en una historia clínica –muy detallada–, la electrocardiografía que indica el territorio afectado con base en los cambios en el trazo y durante la intervención, mediante la palpación de los vasos coronarios para ubicar la zona de lesión (Mueller *et al.*, 1997), situación que requería gran acuciosidad clínica y quirúrgica. Mason Sones desde 1962 con sus aportaciones logró consolidar parte de las bases para el diagnóstico angiográfico y ulterior tratamiento quirúrgico de la cardiopatía isquémica (Mueller *et al.*, 1997). Con este método diagnóstico, Taha y cols., en su análisis, además de confirmar los patrones de dominancia comentan el informe de Gensini quien, en 1975, por su cuenta, reporta que hasta 40% de pacientes con indicación clínica para realizar coronariografía tiene lesiones que involucran a los tres principales vasos coronarios (Taha *et al.*, 2015).

Con la coronariografía se puede determinar que opción terapéutica conviene al paciente, siempre analizada en conjunto por un grupo médico-quirúrgico para evitar el sesgo de la indicación, y en apego a las recomendaciones internacionales. Habría en este caso la opción de llevar al paciente a una cirugía de revascularización miocárdica con o sin apoyo de la circulación extracorpórea, realizar procedimientos de terapia endovascular que incluyen la dilatación de la lesión y colocación de mallas intracoronarias (“stents”), o dejar al paciente en tratamiento médico por no contar con anatomía favorable para alguno de los procedimientos previos. Podrá haber ocasiones en que las condiciones clínicas sean muy serias y limitantes con alto riesgo de mortalidad en corto plazo, que una opción final sea llevar al paciente a trasplante de corazón, para lo cual se requiere además del estudio cardiológico completo, una valoración integral del paciente y su entorno para asegurar que una vez realizado el procedimiento, el paciente tenga el apego necesario para continuar con el tratamiento y garantizar el éxito de la terapéutica utilizada.

Sin embargo, en los años que corresponden a la aparición de *Surgery of the Chest*, la revascularización del miocardio se reduce a dos abordajes.

Por un lado, aumentar la circulación colateral coronaria intramiocárdica y por otro, a diferentes métodos para incrementar directamente el flujo sanguíneo arterial en el sistema coronario.

Uno de los métodos propuestos en esos años consistió en provocar una reacción inflamatoria controlada entre el epicardio y el pericardio, basándose en las observaciones de Beck que se han comentado líneas arriba. Pero las evidencias indicaban que era muy poco el incremento en la circulación coronaria. Entre otras sustancias o materiales empleados para producir esta reacción, se encuentra polvo de asbesto y talco estéril los cuales se depositaban sobre el epicardio que era despulido deliberadamente. Este procedimiento se llegó a conocer como la cirugía de Beck I, y no obstante lo sencillo del mismo y su baja morbimortalidad nunca alcanzó una aceptación amplia.

Otro procedimiento que pretendía estimular la anastomosis intracoronaria fue propuesto por Day y Lillehei en 1959. Se consideraba que la hipoxia provocaría una respuesta de anastomosis intracoronaria. Para ello se creaba un corto circuito entre la arteria pulmonar y la orejuela en la aurícula izquierda. Mediante este procedimiento experimental se pretendía disminuir la saturación de oxígeno a 84 u 88%. Desafortunadamente tampoco hubo evidencia de los beneficios en los casos de angina, pero la búsqueda de otras respuestas continuó a lo largo de los años como veremos líneas adelante.

Hoy en día se tiene claro que los factores que van a influir de manera importante en la evolución y pronóstico de la cardiopatía isquémica son la magnitud de las lesiones y la velocidad de progresión de las mismas (Kouchoukos *et al.*, 2003), condiciones que dependen de la presencia de alteraciones como el síndrome metabólico, la diabetes y/o hipertensión arterial entre otras. Como ejemplo se menciona que en un periodo de seguimiento de dos años después de establecido el diagnóstico, se observó que la quinta parte de los pacientes estudiados incrementan el grado de afectación y además aparecen lesiones en territorios no afectados con anterioridad hasta en 50% (Bemis *et al.*, 1973).

Aunque se ha considerado el grado de disfunción ventricular como factor pronóstico, debemos recordar que esta falla está condicionada

por el fenómeno llamado miocardio hibernante (Kouchoukos *et al.*, 2003), causado por hipoperfusión tisular que, sin llegar a ocasionar daño celular irreversible, limita de manera importante la función ventricular.

También influye en el pronóstico de la cardiopatía isquémica sin tratamiento la presencia de eventos que tienen varios desenlaces posibles como la ruptura de una placa de ateroma intracoronario con una obstrucción coronaria súbita que ocasione un infarto agudo del miocardio, mismo que si no es tratado con oportunidad ocasionará deterioro de la función cardíaca permanente e incluso la muerte. Otro escenario clínico es la aparición de arritmias letales como la fibrilación ventricular, secundarias a la isquemia cuya manifestación clínica es la muerte súbita. Clínicamente la cardiopatía isquémica también puede manifestarse como insuficiencia cardíaca progresiva y finalmente la otra posibilidad menos severa, pero de igual riesgo de progresar, es la presencia de cuadros de angina relacionada al esfuerzo o estrés (angina estable), la cual tiene una mortalidad anual de 1.6 a 3.2% (Hinton & Chaitman, 1991). Este último escenario es más estable, y permite establecer el diagnóstico y planear el tratamiento con mejores posibilidades de éxito que los anteriores cuyo tratamiento es de urgencia.

No debemos dejar de lado la posibilidad de que un paciente curse con isquemia silente, es decir con lesiones coronarias importantes que no producen síntomas, pero si un aporte coronario insuficiente. Se debe sospechar este tipo de isquemia cuando en un paciente asintomático aparecen cambios transitorios en el segmento ST, o en estudios de imagen y funcionalidad se detectan defectos de perfusión y/o alteraciones reversibles en la movilidad segmentaria. En este grupo de pacientes el riesgo de eventos cardíacos mayores, es elevado pues estos aparecen de manera súbita hasta en 13% de pacientes aparentemente sanos (Sharaf *et al.*, 1997), pues no se debe olvidar que la mortalidad no está asociada necesariamente a la sintomatología, sino al grado de daño anatómico.

Cuando se presenta un infarto agudo del miocardio puede limitar su daño al territorio irrigado por el vaso coronario comprometido, o puede evolucionar a formas más severas que incrementan el riesgo de mortalidad como serían la insuficiencia mitral aguda, la ruptura del tabique interventricular, la formación de aneurismas de la pared ventricular

afectada, e incluso la ruptura cardíaca con una mortalidad muy alta si no se detectan y tratan oportunamente. En estos casos, se requiere además del procedimiento de revascularización la reparación del daño estructural e incluso la necesidad de apoyo circulatorio mecánico perioperatorio.

ANÁLISIS COMPARATIVO CON EL ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Con la información existente en el capítulo que dio origen a la revisión del tema, podemos hacer varias consideraciones.

La descripción clínica de Heberden sigue vigente para pacientes con datos típicos. Sin embargo, con el conocimiento adquirido en el transcurso del tiempo, el diagnóstico de la cardiopatía isquémica ha mejorado de tal manera que ahora es posible determinar su presencia aun en casos atípicos o asintomáticos, además de establecer clasificaciones clínicas de la misma que permiten plantear estrategias de tratamiento adecuadas no solo con base en las manifestaciones clínicas, que definitivamente pueden orientar hacia una u otra opción de tratamiento. Así por ejemplo, en un paciente con infarto agudo del miocardio no complicado, la opción quirúrgica no es la más recomendable, aunque en el mismo caso, pero con ruptura de tabique o insuficiencia mitral secundaria, la posibilidad de intervenir quirúrgicamente se debe considerar, aun en condiciones de un cuadro agudo, sino más bien sustentadas en los hallazgos anatómicos que ahora se pueden detectar con mayor precisión.

Hemos aprendido que los métodos indirectos de revascularización como la simpatectomía torácica a pesar del efecto vasomotor, no eran suficientemente efectivos y las técnicas relacionadas a generar neoformación de vasos a través de procesos inflamatorios tenían un efecto transitorio, relacionado al proceso natural de cicatrización que finalmente limitaba su beneficio. En este punto podemos observar además que, teorías y procedimientos aplicados en la primera mitad del siglo XX, como la multipunción del miocardio con agujas de acupuntura, con la idea de mejorar el aporte sanguíneo en la pared ventricular, se han utilizado como parte de las

hipótesis que busca mejorar la irrigación mediante la revascularización transmiocárdica con láser utilizada en décadas recientes.

Actualmente sabemos también que, como demostró Kolesov en 1964, se puede anastomosar la arteria mamaria interna a la coronaria descendente anterior, e incluso en pacientes adecuadamente seleccionados, se puede realizar la cirugía de revascularización miocárdica sin apoyo de circulación extracorpórea con resultados muy similares a los obtenidos con circulación extracorpórea y en asistolia como mencionaremos más adelante, aunque en su momento no fue considerada como una opción por sus colegas (Mueller *et al.*, 1997).

En el cuadro 1 (Effler *et al.*, 1964), se presentan algunas de las diferentes alternativas quirúrgicas utilizadas para el tratamiento de la cardiopatía isquémica. Todas ellas fueron precedidas por ensayos en modelos biológicos, varios años antes de su aplicación en pacientes y con los recursos técnicos y de conocimiento disponibles en esos años, lo que debe ser motivo de reflexión y reconocimiento a quienes a lo largo de décadas han hecho intentos por mejorar las condiciones clínicas de los pacientes con cardiopatía isquémica. Un ejemplo, es el uso de la arteria mamaria interna, de aplicación cotidiana y prácticamente obligada para revascularizar el miocardio al anastomosarla a la coronaria descendente anterior y que fue ensayado experimentalmente en 1959 por Botham y Young (Longmire, 1962).

Y sin duda, la aportación de René Favaloro en Cleveland Clinic, fue el hacer cotidiano el uso del autoinjerto de vena safena reversa para efectuar una anastomosis aortocoronaria que con diversas variantes es la técnica que en la actualidad se utiliza para efectuar la revascularización quirúrgica del miocardio. Así de manera convencional en la actualidad se realiza la unión término-lateral del injerto venoso con el vaso coronario y en la parte proximal de la misma forma se anastomosa a la raíz aórtica (Favaloro, 1969). Habitualmente se utiliza injerto de vena safena autóloga para efectuar el procedimiento por la disponibilidad del mismo, aunque existen condiciones anatómicas en el paciente que por presencia de várices en las extremidades inferiores, no es suficiente el autoinjerto de vena safena y entonces se procede a la toma bilateral y en condiciones determinadas

Cuadro 1. Algunos de los procedimientos quirúrgicos que se han utilizado para tratar la cardiopatía isquémica

| Autor | Descripción | Año |
|---------------------------|--|------------|
| Jannesco | Simpatectomía cérvico-torácica Sección quirúrgica o con inyección de cadena simpática | 1920 |
| Blumgart | Tiroidectomía y sustitución hormonal | 1933 |
| Beck y Reinhoff | Pedículo muscular o de epiplón adosado quirúrgicamente al miocardio para favorecer neovascularización | 1935 |
| Beck, Thompson y Raisbeck | Beck I: Aplicación de polvo de asbesto a talco para producir inflamación y neovascularización en la superficie del miocardio | 1942, 1958 |
| Fauteaux y Swenson | Neurectomía pericoronaria y ligadura de venas coronarias | 1946 |
| Beck | Beck II: Injerto libre anastomosando aorta y seno coronario | 1951 |
| Vineberg | Inserción de pedículo de arteria mamaria izquierda en pared ventricular | 1955 |
| Palumbo | Abordaje transtorácico para simpatectomía Tercer espacio intercostal para sección de 1° a 5° ganglios torácicos | 1956 |
| Bailey y May | Endarterectomía coronaria cerrada | 1957 |
| Longmire, Sabiston | Endarterectomía coronaria abierta | 1959, 1960 |
| Kolessov | Revascularización sin apoyo de circulación extracorpórea | 1963 |
| Favaloro | Revascularización miocárdica precursora de la técnica actualmente utilizada | 1967 |
| Mirosheimi, Cayton | Revascularización transmiodiárdica con láser | 1981 |

a la realización de anastomosis coronarias secuenciales que de no ser efectuadas con una posición anatómica apropiada, predisponen a una oclusión temprana de las anastomosis e incluso de todo el interior del injerto venoso (Yeh *et al.*, 1979).

Poco hemos comentado de la otra opción que existe: utilizar para una revascularización miocárdica únicamente injertos arteriales autólogos, como lo realizó por Carpentier en 1973 con la arteria radial, aunque de inicio con resultados poco favorables, pues el vaso arterial manipulado de manera excesiva o inapropiada desarrolla espasmo. Este inconveniente fue resuelto mediante el uso de diltiazem con lo cual revascularizar el miocardio con injertos exclusivamente arteriales, aparece también como una opción que ofrece permeabilidad de los injertos a mediano y largo plazo aceptable (Weinschelbaum *et al.*, 1997), sin dejar de mencionar que aun al tratarse de vasos arteriales, el comportamiento de los mismos es diferente por el grosor de su pared, composición muscular entre otras condiciones, de tal suerte que se demuestra que la arteria mamaria interna tiende a generar menos espasmo que la gastroepiplóica, solo por citar algunos ejemplos (He, 1999). Lo que no debemos olvidar es que el objetivo fundamental del tratamiento quirúrgico de la cardiopatía isquémica es lograr la revascularización completa del miocardio (Kouchoukos, 2003). Es decir: colocar injertos aorto-coronarios en todos los vasos que tengan lesiones significativas, siempre y cuando el territorio distal sea técnicamente susceptible de revascularizar, lo que significa que sea posible colocar el injerto venoso sin riesgo de que este se obstruya por existir un diámetro coronario muy pequeño. Lo recomendado es que el vaso coronario sea mayor de 1mm, independientemente del tipo de injerto que se utilice para la revascularización (Kouchoukos *et al.*, 2003).

Esta diferencia anatómica entre vena y arteria es importante, pues no debemos olvidar que las venas transportan sangre a baja presión y se colocan en territorios en los que el flujo sanguíneo es de alta presión, situación que puede favorecer la oclusión temprana de estos puentes aortocoronarios (He, 1999). Aun así, su beneficio es evidente en el seguimiento de mediano y largo plazo en pacientes tratados con cirugía de revascularización miocárdica, sobre todo cuando se combina la

anastomosis de la arteria mamaria interna pediculada con la coronaria descendente anterior y el resto de los vasos a tratar con injertos de vena safena reversa (Kouchoukos *et al.*, 2003), toda vez que la permeabilidad a largo plazo de la arteria mamaria interna es del 95%.

Como complemento transoperatorio a la cirugía de revascularización coronaria generalizada por Favalaro, se puede adicionar, en caso necesario, la endarterectomía coronaria como la describió Senning en 1958, con la variante de que ahora en vez de colocar el parche de arteria mamaria interna o de vena, se efectúa en esa zona la anastomosis del injerto venoso con una extensión de la arteriotomía coronaria mayor a la habitual para evitar la oclusión temprana del vaso coronario (Senning, 1959)

Otro dato relevante resulta de comparar las opciones terapéuticas descritas por Longmire en 1962, contra las posibilidades de tratamiento actual, específicamente con la aplicación de férulas endovasculares llamadas “stents”, implantadas en los sitios de obstrucción coronaria para abrir la lesión y permitir de nuevo el paso de flujo sanguíneo a través del vaso coronario. En este rubro los intentos iniciales fueron poco afortunados por la respuesta endotelial al cuerpo extraño y la oclusión temprana secundaria. Sin embargo, se han desarrollado nuevos modelos que, si se aplican de acuerdo a lineamientos consensados a nivel internacional entre expertos de sociedades cardiológicas y de cirujanos cardiotorácicos, ofrecen buen resultado (Curtis *et al.*, 2009). Nuevamente aquí, es necesario reiterar que la aterosclerosis es un proceso no curable, solo controlable y por tanto los pacientes no están exentos de desarrollar nuevas lesiones que pudieran requerir nuevos procedimientos y en caso de estar los vasos coronarios tratados con férulas endovasculares, se complica para el cirujano la posibilidad de contar con un territorio apropiado para efectuar eventualmente una cirugía de revascularización. En estos casos se hace necesaria la remoción de los “stents”, como si fuera a realizarse una endarterectomía y de la misma forma existe el riesgo de ocasionar lesión endotelial que puede predisponer a una oclusión temprana del vaso coronario (Careaga-Reyna *et al.*, 2012).

Ensayos clínicos han demostrado que la cirugía de revascularización miocárdica supera con mucho al tratamiento endovascular en paciente

con enfermedad multivascular o pacientes diabéticos al ofrecer mejor calidad de vida, mayor duración de los puentes aortocoronarios y menor necesidad de reintervención en el seguimiento de mediano y largo plazo (Hlatky *et al.*, 2009).

Con el incremento en la esperanza de vida que, comparativamente con los años sesenta del siglo pasado es ya superior, surge la necesidad de efectuar además procedimientos quirúrgicos combinados simultáneos con la cirugía de revascularización. Específicamente con cirugía valvular por patología degenerativa, condición no considerada en la revisión de Longmire. Como consecuencia de lo mismo se incrementó el riesgo de complicaciones y resultó necesaria una protección miocárdica efectiva, además de procedimientos quirúrgicos seguros (Payró-Hernández *et al.*, 2012). Obviamente se requiere realizar dichos procedimientos con evidencia angiográfica de la presencia de lesiones coronarias obstructivas de 70% o más. Se ha valorado la realización de procedimientos combinados con lesiones obstructivas coronarias de entre 50 y 70% con base en el argumento de la posibilidad de que los pacientes requieran de reintervenciones por progresión de las obstrucciones coronarias (Del Forno *et al.*, 2020), aunque parece prudente tomar con cautela los resultados en este grupo de pacientes.

En 1981, Miroshimi informó sobre el uso de láser para efectuar túneles intramiocárdicos con base en el principio de la multipunción propuesta anteriormente por Sen. Este procedimiento, originalmente propuesto para revascularización miocárdica total en casos no susceptibles de tratar de manera convencional, se ha utilizado de forma combinada en aquellos casos no susceptibles de revascularizarse por la técnica habitual, para complementar y ofrecer al paciente una revascularización miocárdica más completa (Allen *et al.*, 2000).

Todos los procedimientos quirúrgicos mencionados tienen riesgo de complicarse e incluso con consecuencias fatales al manipular el corazón, aun con el apoyo de la circulación extracorpórea que de por sí no es inocua, por lo que, como ya hemos mencionado se ha retomado para cada vez más pacientes el procedimiento de revascularización miocárdica sin apoyo de la circulación extracorpórea con resultados favorables (Puskas

et al., 2004). Además, se ha demostrado un menor estrés oxidativo y una disminución de la respuesta inflamatoria al evitar el uso del sistema de circulación extracorpórea (Matata, 2000), con lo que se obtiene una recuperación más temprana en el postoperatorio, menor requerimiento de inotrópicos y menor sangrado perioperatorio entre otras ventajas (Cartier *et al.*, 2000).

Con la misma idea de ofrecer una revascularización completa con menor riesgo perioperatorio se propone la revascularización híbrida que consiste en efectuar por invasión mínima y sin circulación extracorpórea la anastomosis de la arteria mamaria interna izquierda a la descendente anterior y el resto de los vasos afectados, tratarlos con terapia endovascular (Holzhey *et al.*, 2008). Los resultados de corto plazo son favorables y con el advenimiento de la cirugía robótica ahora el procedimiento se efectúa con este recurso para la anastomosis de arteria mamaria izquierda a la descendente anterior y el resto de los vasos como ya se comentó se permeabilizan mediante terapia endovascular coronaria. Los resultados reportados por De Jong y su grupo a cinco años de seguimiento son favorables (De Jong *et al.*, 2021).

Hasta aquí se han comentado los aspectos generales más relevantes relacionados a la cardiopatía isquémica y su avance en diagnóstico y tratamiento. Si bien es cierto que esta patología afecta predominantemente a varones, es prudente comentar que existe un incremento en la casuística de esta patología en la mujer y debemos considerar aspectos muy particulares, pues es una causa importante de morbilidad y mortalidad al existir patología agregada como diabetes o dislipidemia entre otras, observaciones que aún no cobraban importancia en el capítulo motivo de esta revisión.

Esta comorbilidad contribuye a un pronóstico más sombrío a consecuencia de una anatomía coronaria menos favorable para tratamiento quirúrgico y una mayor morbilidad perioperatoria asociada a falla cardíaca y hemorragia, eventos inicialmente observados a partir de la década de los noventa del pasado siglo XX (McPherson, 2000), Algunos casos se han visto modificados con la posibilidad actual de terapia endovascular. Sin embargo, esta última terapéutica también está sujeta a los hallazgos

angiográficos que determinen la posibilidad de utilizar esta opción de tratamiento y también con resultados condicionados a lesiones coronarias difusas, patología intercurrente y al igual que la cirugía convencional, también afecta con mayor mortalidad a las mujeres (Lazar *et al.*, 1997).

Con base en lo arriba anotado, es evidente que el tratamiento quirúrgico de la cardiopatía isquémica es el procedimiento más estudiado desde sus inicios hasta la actualidad (Kouchoukos *et al.*, 2004). Otra lección que no puede no olvidarse, consiste en las bases anatómo-funcionales de la circulación coronaria que dan sustento a los procedimientos quirúrgicos que actualmente han demostrado su beneficio a largo plazo y, con ello se da soporte científico a la necesidad fundamental de aplicar con cuidado las recomendaciones e individualizar a cada paciente, la experiencia del grupo médico-quirúrgico en la toma de decisiones y aplicación de los procedimientos. Sin dejar de lado que nunca debe predominar la decisión de elegir un tratamiento determinado por encima del beneficio del paciente, aunque esto implique para el médico aceptar que no siempre su deseo de realizar algún procedimiento por muy innovador que parezca por sí mismo será la mejor opción.

Obviamente el conocimiento avanza y el desarrollo tecnológico también con la posibilidad de ofrecer posibilidades de tratamientos más efectivos y menos riesgosos para los pacientes, pero siempre basados sólidamente en conceptos, objetivos y fundamentos claros, y no simplemente en deseos subjetivos.

Sin duda este todos estos argumentos de análisis, seguimiento, criterio y experiencia han cuestionado seriamente la nueva guía de tratamiento de la cardiopatía isquémica elaborada por sociedades cardiológicas sin la opinión de los expertos en cirugía cardiotorácica que, como se ve a lo largo de la historia y desde la presentación de Longmire, tienen un camino de conocimiento sólido y muy bien desarrollado por décadas siempre con la intención de mejorar la perfusión coronaria y con ello ofrecer a los pacientes una mejor expectativa de vida y calidad y, por otro lado, como lo comentaron Hemingway y cols. desde el año 2000, si las guías en los siguientes años no muestran su beneficio real, estarán condenadas a desaparecer y ser sustituidas por otras opciones científicas (Hemingway

et al., 2000), comentario realizado solo en el contenido y no en el posible sesgo generado por otros intereses ajenos a ofrecer al paciente opciones objetivas y al médico evidencia sólida para sustentar sus decisiones.

Queda aún mucho por aprender y mejorar en tratamiento de la cardiopatía isquémica, el uso de terapia génica, nuevos fármacos, desarrollo de nuevos dispositivos para tratamiento endovascular o quirúrgico abierto, nuevos abordajes por mínima invasión, combinación de opciones como las que hemos comentado que finalmente derivan de procedimientos propuestos desde la expuesto por Longmire, y que en años recientes se han retomado con nuevos recursos para realizarlos.

REFERENCIAS

- Allen, K. B., Dowling, R. D., DelRossi, A. J., Realyvasques, F., Lefrak, E. A., Pfeffer, T. A., Fudge, T. L., Mostovych, M., Schuch, D., Szentpetery, S., & Shaar, C. J. (2000). Transmyocardial laser revascularization combined with coronary artery bypass grafting: a multicenter, blinded, prospective, randomized, controlled trial. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 119(3), 540–549. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(00\)70134-6](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(00)70134-6)
- Bemis CE, Gorlin R, Kemp HG, Herman MV (1973). Progression of coronary artery disease: a clinical arteriographic study. *Circulation*, 47(3), 455-464.
- Careaga-Reyna, G., Santaella-Sibaja, M., Esparza-Pantoja, J., Argüero-Sánchez, R. (1998). Revascularización miocárdica sin circulación extracorpórea. *Cir Cir*, 66, 85-88.
- Careaga-Reyna, G., Urías-Báez, R., De la Cerda-Belmont, G., Cuevas-Domínguez, A., Lezama-Urtecho, C. A., & Alvarez-Sánchez, L. M. (2012). Retiro de “stents” intracoronarios y cirugía de revascularización miocárdica. *Rev Arg Cir Cardiovasc*, 10(3), 148-152.
- Cartier, R., Brann, S., Dagenais, F., Martineau, R., & Couturier, A. (2000). Systematic off-pump coronary artery revascularization in multivessel disease: experience of three hundred cases. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 119(2), 221–229. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(00\)70176-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(00)70176-0)
- Curtis, J. P., Schreiner, G., Wang, Y., Chen, J., Spertus, J. A., Rumsfeld, J. S., Brindis, R. G., & Krumholz, H. M. (2009). All-cause readmission and repeat revascularization after percutaneous coronary intervention in a cohort of medicare patients. *Journal of the American College of Cardiology*, 54(10), 903–907. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.04.076>

- de Jong, R., Jacob, K., Jalali, A., Moharrem, Y., Buijsrogge, M., Gianoli, M., Teefy, P., & Kiaii, B. (2021). Five-Year Outcomes After Hybrid Coronary Revascularization: A Single Center Experience. *Innovations (Philadelphia, Pa.)*, 16(5), 456–462. <https://doi.org/10.1177/15569845211031498>
- Del Forno, B., Ascione, G., Lapenna, E., Trumello, C., Ruggeri, S., Belluschi, I., Verzini, A., Iaci, G., Ferrara, D., Schiavi, D., Meneghin, R., Castiglioni, A., Alfieri, O., & De Bonis, M. (2020). Is myocardial revascularization really necessary in patients with $\geq 50\%$ but $< 70\%$ coronary stenosis undergoing valvular surgery?. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 58(2), 343–349. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa047>
- Effler, D. B., Groves, K. L., Sones, F. M., & Shirey, E. K. (1964). Endarterectomy in the treatment of coronary artery disease. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 47, 98–108.
- Favaloro, R. G. (1969). Saphenous vein graft in the surgical treatment of coronary artery disease: operative technique. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 58(2), 178–185.
- Guzmán-González, R., Careaga-Reyna, G., Cardoza-Pacheco, H., & Argüero-Sánchez, R. (2008). Resultados de la revascularización miocárdica sin derivación cardiopulmonar en pacientes femeninas. *Cir Ciruj*; 76, 29–36.
- He, G. W. (1999). Arterial grafts for coronary artery bypass grafting: biological characteristics, functional classification, and clinical choice. *The Annals of thoracic surgery*, 67(1), 277–284. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(98\)01207-7](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(98)01207-7)
- Hemingway, H., Banerjee, S., & Timmis, A. (2000). Using guidelines for coronary revascularisation: how many are needed and are they any good?. *Heart (British Cardiac Society)*, 83(1), 5–6. <https://doi.org/10.1136/heart.83.1.5>
- Hilton, T. C., & Chaitman, B. R. (1991). The prognosis in stable and unstable angina. *Cardiology clinics*, 9(1), 27–38.
- Hlatky, M. A., Boothroyd, D. B., Bravata, D. M., Boersma, E., Booth, J., Brooks, M. M., Carrié, D., Clayton, T. C., Danchin, N., Flather, M., Hamm, C. W., Hueb, W. A., Kähler, J., Kelsey, S. F., King, S. B., Kosinski, A. S., Lopes, N., McDonald, K. M., Rodriguez, A., Serruys, P., ... Pocock, S. J. (2009). Coronary artery bypass surgery compared with percutaneous coronary interventions for multivessel disease: a collaborative analysis of individual patient data from ten randomised trials. *Lancet (London, England)*, 373(9670), 1190–1197. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60552-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60552-3)
- Holzhey, D. M., Jacobs, S., Mochalski, M., Merk, D., Walther, T., Mohr, F. W., & Falk, V. (2008). Minimally invasive hybrid coronary artery revascularization. *The Annals of thoracic surgery*, 86(6), 1856–1860. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.08.034>

- Kouchoukos, N. T., Blackstone, E. H., Doty, D. B., Hanley, F. L., & Karp, R. B. (2003). *Kirklin/Barrat-Boyes Cardiac Surgery*. Vol 1. 3rd ed. II Ischemic heart disease Chapter 7 Stenotic atherosclerotic coronary artery disease (pp. 353-435) Churchill-Livongstone.
- Lazar, H. L., Jacobs, A. K., Aldea, G. S., Shapira, O. M., Lancaster, D., & Shemin, R. J. (1997). Factors influencing mortality after emergency coronary artery bypass grafting for failed percutaneous transluminal coronary angioplasty. *The Annals of thoracic surgery*, 64(6), 1747-1752. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(97\)00997-1](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(97)00997-1) Longmire WP Jr (1962). Chapter 31 Revascularization of the myocardium. En J. H. Gibbon (Ed.), *Surgery of the Chest* (pp 825-848). W. B. Saunders.
- Matata, B. M., Sosnowski, A. W., & Galiñanes, M. (2000). Off-pump bypass graft operation significantly reduces oxidative stress and inflammation. *The Annals of thoracic surgery*, 69(3), 785-791. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(99\)01420-4](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(99)01420-4)
- McPherson R. (2000). Coronary artery disease and women: applying the guidelines for risk factor management. *The Canadian journal of cardiology*, 16 Suppl A, 5A-10A.
- Mirhoseini, M., & Cayton, M. M. (1981). Revascularization of the heart by laser. *Journal of microsurgery*, 2(4), 253-260. <https://doi.org/10.1002/micr.1920020406>
- Mueller, R. L., Rosengart, T. K., & Isom, O. W. (1997). The history of surgery for ischemic heart disease. *The Annals of thoracic surgery*, 63(3), 869-878. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(96\)01375-6](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(96)01375-6)
- O'Connor, G. T., Morton, J. R., Diehl, M. J., Olmstead, E. M., Coffin, L. H., Levy, D. G., Maloney, C. T., Plume, S. K., Nugent, W., & Malenka, D. J. (1993). Differences between men and women in hospital mortality associated with coronary artery bypass graft surgery. *The Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Circulation*, 88(5 Pt 1), 2104-2110. <https://doi.org/10.1161/01.cir.88.5.2104>
- Payró-Hernández, L. E., Carmona-Jarquín, G. A., & Careaga-Reyna, G. (2012). Revascularización miocárdica combinada con cirugía valvular. Experiencia en el departamento de cirugía cardiorácica de una Unidad Médica de Alta Especialidad. *Cir Cir*, 80, 504-509.
- Puskas, J. D., Williams, W. H., Mahoney, E. M., Huber, P. R., Block, P. C., Duke, P. G., Staples, J. R., Glas, K. E., Marshall, J. J., Leimbach, M. E., McCall, S. A., Petersen, R. J., Bailey, D. E., Weintraub, W. S., & Guyton, R. A. (2004). Off-pump vs conventional coronary artery bypass grafting: early and 1-year graft patency, cost, and quality-of-life outcomes: a randomized trial. *JAMA*, 291(15), 1841-1849. <https://doi.org/10.1001/jama.291.15.1841>
- Senning, A. (1959). Strip-graft technique. *Acta Chir Scand* 118, 81-85.
- Shah, P. K., & Falk, E. (2004). Section 2, Chapter 3 Pathophysiology of myocardial ischemia. En Crawford M.H., DiMarco J.P., Paulus WJ et al. *Cardiology* (211-222) Mosby ed.
- Sharaf, B. L., Williams, D. O., Miele, N. J., McMahon, R. P., Stone, P. H., Bjerregaard, P., Davies, R., Goldberg, A. D., Parks, M., Pepine, C. J., Sopko, G., & Conti, C. R. (1997). A

- detailed angiographic analysis of patients with ambulatory electrocardiographic ischemia: results from the Asymptomatic Cardiac Ischemia Pilot (ACIP) study angiographic core laboratory. *Journal of the American College of Cardiology*, 29(1), 78–84. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(96\)00444-5](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(96)00444-5)
- Stratmann, H. G., Younis, L. T., Wittry, M. D., Amato, M., & Miller, D. D. (1995). Exercise technetium-99m myocardial tomography for the risk stratification of men with medically treated unstable angina pectoris. *The American journal of cardiology*, 76(4), 236–240. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(99\)80072-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(99)80072-1)
- Taha, K. M., Elamin, A. Y., Alsharif, M. H. K., Mohamed, D. E. A. (2015). Arterial supply of atrioventricular node and bundle in relation to degree of stenosis of coronary artery among Sudanese population (Coronary Angiography Study). *World Journal Cardiovascular Diseases*, 5, <https://doi.org/10.4236/wjcd.2015.55015>
- Valgimigli, M., Tebaldi, M., Borghesi, M., Vranckx, P., Campo, G., Tumscitz, C., Cangiano, E., Minarelli, M., Scalone, A., Cavazza, C., Marchesini, J., Parrinello, G., & PRODIGY Investigators (2014). Two-year outcomes after first- or second-generation drug-eluting or bare-metal stent implantation in all-comer patients undergoing percutaneous coronary intervention: a pre-specified analysis from the PRODIGY study (PROlonging Dual Antiplatelet Treatment After Grading stent-induced Intimal hyperplasia study). *JACC. Cardiovascular interventions*, 7(1), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2013.09.008>
- Weinschelbaum, E. E., Gabe, E. D., Macchia, A., Smimmo, R., & Suárez, L. D. (1997). Total myocardial revascularization with arterial conduits: radial artery combined with internal thoracic arteries. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 114(6), 911–916. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(97\)70004-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(97)70004-7)
- Yeh, T. J., Heidary, D., & Shelton, L. (1979). Y-grafts and sequential grafts in coronary bypass surgery: a critical evaluation of patency rates. *The Annals of thoracic surgery*, 27(5), 409–412. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)63336-x](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)63336-x)

RECUENTO DE LA CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA EN MÉXICO

RUBÉN ARGÜERO SÁNCHEZ
OMAR SÁNCHEZ RAMÍREZ

Es evidente el extraordinario crecimiento del conocimiento médico y el avance del desarrollo tecnológico, del que hemos sido testigos en las últimas seis décadas. No es fácil describir ni asimilar tan vertiginosos cambios, de lo que estamos seguros es que la mayoría de los autores de los diferentes capítulos que componen esta obra han puesto su mayor entusiasmo y conocimiento para transmitir su experiencia en el ejercicio profesional de su especialidad.

En un poco más de medio siglo, los cambios en el proceso diagnóstico/terapéutico y la evolución en la tecnología han influido favorablemente en beneficio de los pacientes.

Conviene hacer notar que en la década de los cuarenta y cincuenta, en diferentes instituciones de nuestro país se pusieron los cimientos para el desarrollo paulatino de una red de hospitales públicos, sociales y privados que contaban con servicios de cirugía de tórax y en particular de corazón. El proceso de establecer un servicio especializado constituye sin duda un esfuerzo enorme debido a que conlleva ganar espacio en la estructura orgánica y administrativa de una institución. Obtener presupuesto, reunir un grupo de especialistas médicos y de otros profesionales de la salud, adquirir la tecnología e insumos necesarios que, en el caso de la cirugía cardíaca significa el consumo de grandes recursos económicos, no siempre existentes. No solo se requería modelar el área quirúrgica, sino que se requerían de otros servicios paralelos como son: las unidades de terapia postquirúrgicas, los servicios de imagenología, inhaloterapia, perfusión, entre otros. Pero sobre todo, lograr acuerdos y lineamientos de actuación en beneficio de los pacientes. Así que más allá de los esfuerzos individuales de destacados cirujanos por alcanzar a

reproducir una técnica quirúrgica, no siempre se vieron acompañados de una respuesta y consolidación organizativa. Y en algunos casos, pasaron años para lograrlo, lo cual es un motivo más de admiración por su profesionalismo y entrega.

Recordemos que parecía que dejábamos atrás el flagelo de la tuberculosis pulmonar que nos llevó como sector a impulsar el desarrollo de las principales instituciones y acciones de salud pública orientadas al tratamiento médico y quirúrgico, cuando de repente, como si se corriera un velo, nos encontramos con la alta incidencia y prevalencia de fiebre reumática y sus consecuencias en nuestro país a lo largo de las tres cuartas partes del siglo pasado. Patologías que constituyeron un acicate para el desarrollo del que hemos hablado y, para el cual no siempre se tuvo una respuesta institucional. Solo como un dato diremos que, con base en información de 1954, el porcentaje de cardiopatías reumáticas en relación al total de cardiopatías en nuestro país fue de 37.7% (Mendoza & Neri, 1960).

Y por si fuera poco, tan solo transcurrieron unos años para que nos alcanzaran las cardiopatías isquémicas con toda su complejidad y, por supuesto, la presencia perenne de las cardiopatías congénitas (Lozano *et al.*, 1990). Cada una de estas grandes patologías demandaron una respuesta, de la que surgieron los servicios, las unidades médicas y por supuesto los profesionales líderes en su materia.

Así, a finales de los años cuarenta, el doctor Mario Vergara Soto y el doctor Guillermo Bosque Pichardo en el servicio de cardiología del Hospital General de México, informaron sobre la realización de veinticuatro casos de comisurotomía cerradas, con la colaboración de los doctores Sánchez Mota y Von Glummer; comunicaron, además, la realización de pericardiectomías en los casos de pericarditis constrictiva crónica (Yarza-Carreón, 2001).

No menos importante en esos años, fueron las contribuciones realizadas en el estudio y comprensión de patologías cardio pulmonares por parte de médicos militares. Así los doctores J. Meneses Hoyos y Carlos Gómez del Campo informaron en 1940 que, mediante la fluoroscopia pudieron diferenciar entre los aneurismas de la aorta y los tumores del mediastino. Y reconocer, también, lesiones de la válvula mitral (Meneses,

1942). Además, lograron por vez primera la visualización de las arterias coronarias utilizando contraste yodado, inyectado directamente en la aorta (Martínez-Ríos *et al.*, 2013).

En tanto en el Hospital General de México, la cirugía pulmonar y la angiografía de corazón alcanzaron un importante desarrollo. Así, en la Unidad de Neumología del mismo hospital cobraba relevancia el grupo integrado, entre otros, por el doctor Alejandro Celis Salazar, quienes lograron en 1946, la “visualización del árbol vascular pulmonar, las cavidades izquierdas del corazón, así como la aorta y sus ramas”, utilizando para ello la inyección de un medio de contraste. Su reporte “incluyó 17 estudios experimentales y 47 en humanos” (De Alba, 2010), estableciendo de esta manera las bases de la angiocardiógrafa. Investigador destacado y formador de recursos humanos valiosos, el doctor Celis fue merecedor a varios premios y reconocimientos internacionales, vale la pena destacar que su trabajo sobre angiocardiógrafa fue incluido en un libro conmemorativo de los primeros 100 años del descubrimiento de los rayos Roentgen, posicionándolo como una de las contribuciones mundiales de la investigación en radiología (De la Peña, 1989; Rivero Serrano, s. f.).

Un equipo de vanguardia en la neumología mexicana lo conformaron Celis Salazar, Carlos R. Pacheco y Octavio Rivero Serrano, quienes propiciaron el desarrollo exponencial de la cirugía pleuropulmonar a partir de la segunda mitad del siglo XX tanto en México como en el mundo.

En los años 1947-1948 en el Instituto Nacional de Cardiología, se realizó por primera vez a nivel mundial, el cateterismo intracardiaco, de la cavidad izquierda del corazón. Para 1950 se había logrado realizar intervenciones intracardiacas cerradas por medio de catéteres.

A partir de esos años da inicio la cardiología intervencionista o cirugía cardiaca intraluminal. Todo esto sin apertura del tórax. Oportunidad que permitió que, a través de la cirugía cardiotoracica, se realizaran otras como la de estenosis aórtica y la cardiopatía isquémica (Limón-Lasón *et al.*, 1950).

A su vez, el doctor Clemente Robles, distinguido médico en el campo de la neurocirugía y quien fuera director del Hospital General de México, operó en 1945 con éxito a un enfermo con persistencia del conducto

arterioso iniciándose de ese modo la cirugía cardíaca en nuestro país. Solo un año después en 1946, los doctores Antonio Torres de Anda y Rubén Mingram Camargo operaron también un conducto arterial, pero ahora en el Hospital Central Militar (Neri-Vela *et al.*, 2020).

El doctor Robles inició la cirugía de la coartación de la aorta y las operaciones de Blalock-Taussig y Potts, para los niños con oligohemia pulmonar y, en febrero de 1952, realizó la primera comisurotomía digital de la válvula mitral.

Transcurridos algunos años corresponderá al doctor Gustavo Baz Iglesias, médico militar, realizar en el Hospital de Jesús en 1956, la primera cirugía de corazón utilizando hipotermia de superficie. La paciente fue una niña con diagnóstico de comunicación interauricular, en quien se descendió la temperatura a 32°C, lo que permitió interrumpir durante ocho minutos la circulación en la cavidad auricular y cerrar el defecto.

Un año después en 1957, el mismo doctor Baz llevaría a cabo la primer cirugía utilizando ahora circulación extracorpórea, pero en el Hospital Militar. Se trató de un niño con una comunicación interventricular, en el que se utilizó el oxigenador de burbujas de De Wall y Lillehei, siendo el perfusionista el doctor Marcelo García Cornejo (García Cornejo, 2008).

Posteriormente en 1962, el doctor Baz, pública la experiencia de otros 86 casos de comunicación interauricular de los cuales 57, fueron intervenidos con hipotermia y, 29 con circulación extracorpórea.

En el Instituto Nacional de Cardiología se continuó utilizando el oxigenador de De Wall y Lillehei, así como un oxigenador de bolsa que fue diseñado por el doctor Carlos Esperanza y el ingeniero Mario Crespo. En esa etapa inicial, hasta octubre de 1960, fueron operados 32 pacientes con este tipo de oxigenadores, con hipotermia moderada y bajo flujo, obteniéndose una sobrevida en 19 enfermos (60%). Así se inició en el Instituto, en forma regular, la utilización del oxigenador de discos Kay-Cross. El 20 de octubre de 1961, se completaron las primeras 100 cirugías extracorpóreas.

Ese año llegó, procedente de Estados Unidos, el doctor Ignacio Christlieb, quien se hizo cargo del servicio de perfusión del Instituto y creó la primera escuela de perfusionistas.

Por otro lado, resulta importante mencionar que en la medicina nacida al amparo de la seguridad social motivó la creación del Instituto Mexicano del Seguro Social en enero de 1943, institución que aglutinó a los más destacados especialistas del área de la salud, entre ellos al doctor Héctor Pérez Redondo quien instaló el primer servicio de cirugía cardíaca en el Hospital General “La Raza”. En su grupo de trabajo se encontraban los doctores Ruperto Pérez Muñoz, Carlos Ibarra Pérez, Juan José Pérez Álvarez, Javier Palacios Macedo. En dicho hospital se realizaron importantes contribuciones al desarrollo de la cirugía de corazón; así en 1957, el doctor Héctor Pérez Redondo efectuó el cierre de un defecto de comunicación interauricular. Se trató de un paciente con comunicación interventricular, en el que también se utilizó un oxigenador artificial. Ese mismo año dicho cirujano reportó sus resultados, sin haber mortalidad en los cinco pacientes operados, portadores todos de comunicación interventricular. Poco después en 1961, el mismo doctor Pérez Redondo realizó la primer comisurotomía mitral abierta en México (García Cornejo, 2007).

En el área de la patología pleuropulmonar, la especialidad fue conformada en la segunda mitad del siglo XX, sobresaliendo un valioso grupo de médicos entre los que destacó el doctor Donato G. Alarcón Martínez quien en 1935 fuera director fundador del Sanatorio para Tuberculosos de Huipulco, posteriormente llamado Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas” (INER). Asimismo, encabezó el Comité Nacional de Lucha contra la Tuberculosis, en calidad de director general entre 1940-1941. Entre otras contribuciones del doctor Alarcón se encuentra la fundación y dirección de la *Revista Mexicana de Tuberculosis y Enfermedades Respiratorias* en 1939, revista que con el paso de los años se transformaría en la *Revista de Neumología y Cirugía de Tórax* (Pérez, 2006).

En este sentido también contribuyeron al desarrollo de los abordajes de las patologías del tórax los doctores Fernando Rébora Gutiérrez, Horacio Rubio Monteverde, Jaime Villalba Caloca, Raúl Cicero Sabido, Carlos Ibarra Pérez y Fernando Cano Valle.

Por la década de los sesenta comenzaba a destacar el doctor Rubén Argüero Sánchez quien laboraba en el departamento de investigación

quirúrgica del Hospital General de México donde ya se entreveía y analizaba la práctica de cirugía a corazón abierto.

Retomando nuestro recorrido histórico, de otros grandes hospitales, comentaremos ahora acerca del Hospital Juárez de México, de larga historia y cuyo origen se remonta a la invasión norteamericana de 1847. Este hospital nace como una respuesta para atender a los heridos de las batallas de Padierna, de Churubusco y de Chapultepec. De esta manera se habilitó un “hospital de sangre” en el Colegio de los Agustinos de San Pablo. Será a partir de 1872, con el fallecimiento del presidente Benito Juárez que se cambió su nombre de San Pablo a Hospital Juárez. Para el año 1931, en uno de los números de la revista *Anales de Clínica del Hospital Juárez* se informó sobre la realización del cierre de heridas de corazón en diferentes pacientes, realizadas por los doctores Manuel Godoy, Clemente Robles y Rafael Vargas Otero (Rojas Dosal *et al.*, 2013).

En el interior del país destaca por su importancia nuevamente Clemente Robles, quien realizó en 1948 el cierre de un conducto arterioso en San Luis Potosí.

En otros espacios institucionales dieron inicio las intervenciones a corazón abierto entre las que destacaron las realizadas por el doctor Bernardo Castro Villagrana, quien en 1962 realizó las primeras comisurotomías en el Hospital “20 de Noviembre” del Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (Archundia García, 2021).

Gracias a su estancia en el Instituto “Carlo Forlanini”, en Roma, durante los años 70 el doctor Jaime Villalba Caloca se familiarizó con el manejo de la tuberculosis y prácticas quirúrgicas en diferentes tipos de neumopatías. El concepto de colapso pulmonar reversible o neumotórax intrapleurales que introdujo el doctor Forlanini se efectuó en el entonces Sanatorio para Enfermos Tuberculosos de Huipulco, ya mencionado. Años después en 1989, Villalba Caloca realizó el primer trasplante pulmonar a un paciente que sobrevivió seis años más. Es después de ese año que la práctica de trasplantes de pulmón cobró fuerza, al grado que se logró realizar un trasplante en un paciente infantil, lo que permitió poner toda la atención en esos casos, asimismo el Servicio de Cirugía Torácica del INER se colocó a la vanguardia en el área neumológica (Wences, 2018).

Regresando al escenario del IMSS, encontramos que, en el Hospital de Enfermedades del Tórax del Centro Médico Nacional, siendo director Carlos R. Pacheco, posteriormente llamado Hospital de Cardiología, se formó en 1969 la Unidad de Cuidados Intensivos exclusiva para pacientes de cirugía cardíaca o pleuropulmonar. La Unidad contaba con ocho camas, personal especializado en enfermería, así como intensivistas y cardiólogos en los tres turnos. Vale la pena señalar que la mayoría de los procedimientos realizados correspondían a diversos tipos de cirugías como: mediastino, del diafragma, pleuropulmonar y en muchos casos atención por trauma torácico. Esto nos lleva a aclarar que muy pocos casos tenían que ver con situaciones cardiovasculares en realidad; cosa contraria hoy en día. En esos años se disponía de cinco bombas de circulación extracorpórea de diferentes modelos y marcas. Asimismo, se contaba con oxigenadores desechables de burbuja.

En el Centro Médico Nacional del IMSS, se realizaron múltiples intervenciones de corazón con diferentes técnicas, en estas participaron: Rubén Argüero Sánchez, Carlos Ibarra Pérez, Juan José Pérez Álvarez, Javier Palacios Macedo, Miguel Cosío Pascal.

Otra institución que se destacó en el desarrollo de la cirugía cardíaca en pediatría, fue el Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, con el doctor Juan Luis González Cerna y un grupo de alumnos distinguidos, entre los que sobresale Alejandro Bolio Cerdán.

El primer implante de titanio que se utilizó para un corazón, se realizó en el año 2001. Los avances en esta materia permitieron que para 2007 se lograra inaugurar la Unidad de Investigación Biomolecular “Rubén Argüero Sánchez”, del Hospital de Cardiología del Centro Médico Siglo XXI, llevando este nombre por acuerdo del H. Consejo Técnico del IMSS.

Respecto a trasplantes de pulmón pediátrico en el INER, el doctor José Morales Gómez realizó el primero en febrero de 2003. Mientras que, en esta institución, Pablo Rueda y Rodolfo Barragán durante la década de 1996 y 2006, practicaron más de una decena de tromboendarterectomías.

Asimismo, un destacado equipo de especialistas encabezado por el doctor Rúben Argüero, realizó el primer trasplante de corazón en México, en el Centro Médico “La Raza”. Marcando un parte aguas en la terapéutica

cardíaca, a tal grado que rápidamente y con el apoyo del doctor Guillermo Careaga R. “La Raza” se convirtió en un centro médico de excelencia y un referente a nivel mundial.

A finales de 1989, el doctor Abel Archundia García realizó el primer trasplante de corazón en el Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”.

En los primeros años del siglo XXI, Alejandro Bolio realizó el primer trasplante de corazón en niños en el Hospital Infantil de México y, se empezaron a usar las células troncales con el objetivo de mejorar la función cardíaca en pacientes con insuficiencia cardíaca refractaria a todo tipo de tratamiento. A futuro se espera una cirugía sustitutiva de órganos cadavéricos, además de recurrir a las células troncales.

Han sido múltiples las aportaciones del doctor Rubén Argüero Sánchez en el campo de la cardiología médica quirúrgica a nivel mundial, entre otras: la hemodilución extrema, la ventana aorto pulmonar, la septostomía auricular, valvulotomía pulmonar en atresia y el trasplante de bloque pulmonar, así como el trasplante del lóbulo pulmonar a partir de donador vivo no relacionado, primer caso a nivel mundial en 1995 (Argüero Sánchez, 2012).

El avance tecnológico en el área de salud en las últimas dos décadas, ha sido sorprendente y, actualmente, se practican técnicas de vanguardia como el uso de láser, videocirugía, trasplante pulmonar, cirugía traqueal, por mencionar algunas.

En 1957, fueron operados en el Instituto Nacional de Cardiología los primeros pacientes por comunicaciones intercavitarias con corazón abierto y técnicas de oxigenación, hipotermia y circulación extracorpórea. Por su parte, Fernando Quijano Pitman y Clemente Robles iniciaron la cirugía cerrada de la estenosis valvular pulmonar siguiendo la técnica de Brock. Paulatinamente se establecían liderazgos en los diferentes servicios.

Es importante señalar que en el Instituto Nacional de Cardiología fueron varios cirujanos y cardiólogos los que participaron en el desarrollo y realización de cirugía de corazón y grandes vasos, que fueron avances destacados de la cardiología. Entre otros podemos anotar, a los doctores Jorge Espino Vela, Jenaro Pliego, Enrique Corona, Pablo de la Cruz Velasco, José Monroy, Enrique Cabrera, Alfonso Gaxiola.

Los años 50 del siglo XX fueron una época estupenda para la medicina, pues fue cuando empezaron los avances de la cardiocirugía, aplicando el cateterismo, la angiocardioneumografía y la aortografía. Los marcapasos implantables los utilizaron por primera vez los cirujanos Lillihei y Senning al atender bloqueos auriculoventriculares postquirúrgicos, entre otros (Quijano, 1996).

En los años 60 la cirugía a corazón abierto se dirigía primordialmente a la reparación de cardiopatías congénitas; el mismo Quijano Pitman señalaba que de 185 casos operados a corazón abierto, con hipotermia o con circulación extracorpórea, solo 13 fueron enfermos con cardiopatías adquiridas.

Los doctores Mentor Tijerina de la Garza, en Monterrey y, Alfonso Topete en Guadalajara, fueron pioneros en el uso y desarrollo de la circulación extracorpórea en la República Mexicana.

Felipe Maldonado Campos publicó, en el Hospital Español de México, la experiencia de un grupo de trabajo de cirugía cardiovascular en el hospital Juárez, donde se inicia la cirugía de corazón con técnica cerrada y, posteriormente se lleva a cabo la cirugía cardíaca abierta, en el hospital Español de México desde 1950. El doctor Maldonado refiere un hecho histórico relacionado a que dicho Hospital fue el primero en tener una terapia intensiva y que, en 1970 inició la cirugía de revascularización directa con puentes venosos aortocoronarios y con la arteria mamaria.

CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI, IMSS

La década de los años 60 representa una innovación para la especialidad quirúrgica; inicia la práctica de trasplantes en general. El primer trasplante que se realizó en México fue el de riñón en el año 1963 a cargo de los doctores Federico Ortiz Quezada, Manuel Quijano Narezo y Manuel Flores Izquierdo, en el Hospital General del Centro Médico Nacional del IMSS. De inmediato se planearon estudios para otros posibles trasplantes, de hígado, corazón y pulmón. En la Unidad de Patología de Huipulco se empezaron a practicar anastomosis de las ramas segmentarias bronquiales

y arteriales con el propósito de ir adquiriendo habilidades para efectuar trasplantes pulmonares (Villalba, 2010).

Como en todos los inicios de la medicina en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias se realizó experimentación en animales y en cadáveres que permitió, para 1989, dar la información suficiente para que se lograra realizar el primer trasplante de pulmón en nuestro país. Esto se llevó a cabo gracias al talento y capacidad de los doctores Patricio Santillán, Rogelio Jasso, Jaime Villaba Caloca, junto con los anestesiólogos, intensivistas, neumólogos, cardiólogos, inmunólogos y rehabilitadores de gran experiencia.

El manejo en niños significa el reto más difícil, ya que están más expuestos al rechazo debido al crecimiento y desarrollo que va llevando la población infantil, de 2001 a 2018 en el Hospital Infantil, fueron trasplantados 32 pacientes pediátricos, predominando los niños de 6 a 12 años.

En las últimas décadas, gracias al avance científico, la práctica de la cirugía ha experimentado un progreso sin precedentes. Así observamos su aplicación cotidiana en el proceso diagnóstico/terapéutico en la patología cardiopulmonar, gracias a este logro, en la tecnología se ha hecho posible evolucionar hacia la telemedicina y así proceder a la realización de procedimientos a distancia, el ecocardiograma fetal para identificar *in útero* cardiopatías congénitas de una cirugía abierta a una de mínima invasión, como por ejemplo, la cirugía toracoscópica que aplica el principio del mínimo abordaje con el fin de reducir el trauma quirúrgico; diseño de sistemas de circulación extracorpórea, la cirugía robótica que proporciona mayor precisión; o la cirugía torácica asistida por robot (RATS), donde el cirujano trabaja con el apoyo de computadoras, alcanzando una cirugía segura y exitosa, entre otros procedimientos. Ante tal situación, es muy probable que en el futuro el rol del médico sea más completo, con el compromiso de mantenerse actualizado.

A MANERA DE REFLEXIÓN

Consideramos que al igual que la mayoría de los autores, hemos tenido el privilegio de iniciar, desarrollar y ver el final de muchos de estos procesos médico quirúrgicos, entre ellos: la hipotermia, el paro circulatorio temporal, las soluciones cardioprotectoras, la hemodilución, el uso de oxigenadores de disco, de membrana, los procedimientos a corazón abierto, las grandes incisiones, los diferentes procedimientos de colapso-terapia en pacientes con tuberculosis, toracoplastias, así como con derivación cardiopulmonar y, los de mínima invasión. También somos testigos y participantes en los procedimientos que considerábamos necesarios, inclusive desde la formación profesional de la cirugía a corazón abierto con derivación cardiopulmonar, a la aplicación endovascular de los Stent's, aplicación de prótesis valvular intracárdica a corazón abierto, la aplicación de material, plástico o textil, para el cierre o desviación de la corriente sanguínea intracárdica o extravascular, así como del uso de dispositivos para el cierre del conducto arterioso y defectos septales, entre otros; hemos presenciado los cambios al evitar estancias prolongadas en el hospital y; también, hemos visto todo el cuidado necesario en la unidades de cuidados en la fase del posoperatorio.

Por otro lado, la tecnología de diseño y fabricación de los recursos para la fijación ósea, también ha mejorado el escenario terapéutico en estos pacientes. La osteosíntesis con alambre ha quedado restringida a ambientes austeros, mientras que los sistemas de fijación intramedular y la aplicación de placas y tornillos, para la fijación costal y de esternón, actualmente se utilizan en forma rutinaria en la práctica quirúrgica.

Cada paso y cada reflexión nos lleva a no perder de vista el gran trabajo que se ha hecho por lo que queremos expresar en forma adecuada nuestro aprecio por el generoso apoyo otorgado por cada uno de los autores y colegas. Cada palabra escrita en esta obra, nos ha permitido traer “de la mente a la mente” con hombres y cirujanos de diferentes lugares de la República y el mundo que han trabajado incansablemente por la medicina de nuestro país. Consideramos que hemos generado un documento útil para promover y en su caso actualizar el conocimiento

sólido en el campo de la cirugía cardiopulmonar, ese ha sido nuestro objetivo.

De igual manera no es fácil expresar nuestro aprecio por el generoso apoyo otorgado por el Seminario Sobre Medicina y Salud y la maestra María del Rosario Gutiérrez Razo que junto con su equipo, el doctor Luis Armando Martínez Gil, María del Carmen Durán Landgrave, Perla Blas de la Cuadra y Norma Sánchez Peña han logrado la publicación de este libro. Seguros estamos que el Seminario es y deberá seguir siendo un apoyo para la creación y difusión de conocimiento médico para los nuevos y los no tan nuevos médicos de este país.

REFERENCIAS

- Archundia García, A. (2021) Sucesos y anécdotas del “20 de Noviembre”. Entrevistado por Carlos Henze. La salud.mx <https://lasalud.mx/2021/08/17/sucesos-y-anecdotas/>
- Argüero-Sánchez, R. (2012). Cirugía cardiotorácica, En *Desarrollo Especialidades Médicas en México* (pp. 65-78). Editorial Alfil.
- Argüero-Sánchez, R., Olivares-Durán, E. M., & Sánchez-Ramírez, O. (2022). Trasplante de corazón en México. Análisis de la productividad 2006-2019 y comparativa panamericana e ibérica. *Gaceta médica de México*, 158(2), 93-100. <https://doi.org/10.24875/gmm.21000726>
- De Alba Quintanilla, F. & De Alba Guevara, C. (2013). Los trabajos radiológicos del Dr. Alejandro Celis. *Anales de Radiología México*, 3, 154-159.
- de la Peña Paez, I. (1989). Clemente Robles Castillo: Maestro Emérito Universitario. *Revista de la Facultad de Medicina*, 2(2). <https://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/74417>
- García Cornejo, M. (2007). 50 Años de circulación extracorpórea en México. *Archivos de Cardiología de México*, 77, 326-329.
- García Cornejo, M. (2008). In memoriam Dr. Raúl Baz Iglesias. *Archivos de cardiología de México*, 78(1), 117-118. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402008000100013&lng=es&tlng=es
- Limón-Lason, R., Rubio-Álvarez, V., & Bouchard, F. (1950). El cateterismo intracardiaco. V. Cateterización de las cavidades izquierdas en el hombre; registro simultaneo de presión y electrocardiograma intracavitarios. *Archivos del Instituto de Cardiología de México*, 20(3), 271-285.
- Lozano Ascencio, R., Escamilla Cejudo, J. A., Escobedo de la Peña, J., & López Cervantes, M. (1990). Tendencia de la mortalidad por cardiopatía isquémica en México, de 1950 a 1985. *Salud Pública de México*, 32(4), 405-415. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5310>
- Martínez-Ríos, M. A., & Trevethan-Cravioto, S. (2013). La transformación de la cardiología en el siglo XX. *Archivos de cardiología de México*, 83(4), 313-322. <https://doi.org/10.1016/j.acmx.2013.03.006>
- Mendoza , F., & Neri , R. (1960). Epidemiología de la fiebre reumática. *Salud Pública De México*, 11(1), 83-104. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/4425>
- Meneses J. (1943). Contribuciones más importantes al adelanto de la cardiología efectuadas recientemente en el continente americano. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OPS)*, 22(2). <https://iris.paho.org/handle/10665.2/11570>
- Neri-Vela, R., Bonilla-Arcaute, L. A., & Sánchez-Fernández, L. V. (2020). La cirugía mexicana en la primera mitad del siglo XX. *Cirugía y cirujanos*, 88(1), 117-127. <https://doi.org/10.24875/ciru.19000859>

RUBÉN ARGÜERO SÁNCHEZ, OMAR SÁNCHEZ RAMÍREZ

- Pérez Padilla, R. (2006). El doctor Donato G. Alarcón Martínez, fundador de instituciones dedicadas al estudio de las enfermedades respiratorias. A quince años de su fallecimiento. *Gaceta Médica de México*, 142(4), 345-352.
- Quijano Pitman. (1996). *Hechos notables de la Medicina Potosina*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Rivero Serrano, O. (s. f.). Los pilares de la neumología en México. Seminario El Ejercicio Actual de la Medicina. Facultad de Medicina. http://www.facmed.unam.mx/sms/seam2k1/2008/oct_04_ponencia.html
- Rojas Dosal, A., Viesca Treviño, C. & Rivero Serrano O. (2013). *Historia del Hospital Juárez. 1847-2010*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, Seminario sobre Medicina y Salud.
- Wences, L. (2018). Doctor Jaime Villalba, una vida dedicada a la Neumología. *Gaceta. Facultad de Medicina*. <https://gaceta.facmed.unam.mx/index.php/2018/08/29/doctor-jaime-villalba-una-vida-dedicada-a-la-neumologia/>
- Wences, L. (2019). Reconocen al doctor Rubén Argüero por 47 años de trayectoria exitosa en el IMSS. *Gaceta de la Facultad de Medicina*. <https://gaceta.facmed.unam.mx/index.php/2019/11/11/reconocen-al-doctor-ruben-arguero-por-47-anos-de-trayectoria-exitosa-en-el-imss/>
- Yarza Carreon, J. (2001). In memoriam al académico doctor Mario Vergara Soto. *Cirugía y Cirujanos*, 69, 146-147.



Facultad de Medicina

