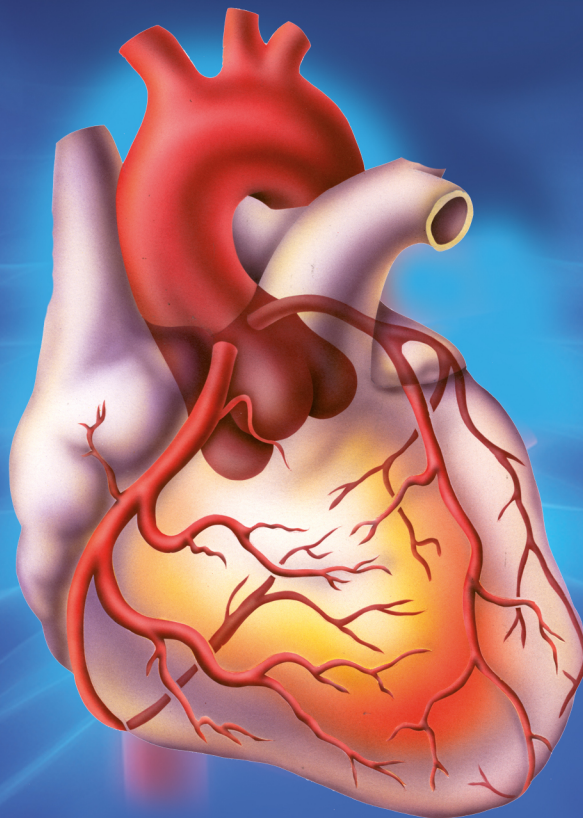


Anestesia cardiovascular

Pastor Luna Ortiz



Editorial Alfíl

Cuarta
edición

ANESTESIA CARDIOVASCULAR

Cuarta edición, 2013

Anestesia cardiovascular

Pastor Luna Ortiz

Anestesiólogo cardiorácico y vascular.
Ex Jefe del Departamento de Anestesia Cardiovascular,
Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.
Investigador invitado del Departamento de Farmacología,
Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.
Miembro Honorario del Colegio Mexicano de Anestesiología
y de la Sociedad Mexicana de Cardiología.
Miembro de la *Society of Cardiovascular Anesthesiologists*
y de la *American Society of Anesthesiologists*, EUA.
Miembro de la Sociedad Médica del
American British Cowdray Medical Center, IAP.

Cuarta edición, 2013



**Editorial
Alfil**

Anestesia cardiovascular

Todos los derechos reservados por:

© 2013 Editorial Alfil, S. A. de C. V.

Insurgentes Centro 51-A, Col. San Rafael

06470 México, D. F.

Tels. 55 66 96 76 / 57 05 48 45 / 55 46 93 57

e-mail: alfil@editalfil.com

www.editalfil.com

ISBN 978-607-8283-09-5

Cuarta edición, 2013

Dirección editorial:

José Paiz Tejada

Editor:

Dr. Jorge Aldrete Velasco

Revisión editorial:

Berenice Flores, Irene Paiz

Diseño de portada:

Arturo Delgado

Dibujos:

Alejandro Rentería

Traducción de los capítulos 20 y 39:

Dr. Víctor A. de la Garza Estrada

Impreso por:

Solar, Servicios Editoriales, S. A. de C. V.

Calle 2 No. 21, Col. San Pedro de los Pinos

03800 México, D. F.

Marzo de 2013

Esta obra no puede ser reproducida total o parcialmente sin autorización por escrito de los editores.

Los autores y la Editorial de esta obra han tenido el cuidado de comprobar que las dosis y esquemas terapéuticos sean correctos y compatibles con los estándares de aceptación general de la fecha de la publicación. Sin embargo, es difícil estar por completo seguros de que toda la información proporcionada es totalmente adecuada en todas las circunstancias. Se aconseja al lector consultar cuidadosamente el material de instrucciones e información incluido en el inserto del empaque de cada agente o fármaco terapéutico antes de administrarlo. Es importante, en especial, cuando se utilizan medicamentos nuevos o de uso poco frecuente. La Editorial no se responsabiliza por cualquier alteración, pérdida o daño que pudiera ocurrir como consecuencia, directa o indirecta, por el uso y la aplicación de cualquier parte del contenido de la presente obra.

Colaboradores

Dr. Erick Alexánderson Rosas

Departamento de Cardiología Nuclear, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Unidad PET/CT Ciclotrón, Facultad de Medicina, UNAM.

Capítulo 9

Dra. Amada Álvarez Sangabriel

Departamento de Urgencias y Unidad Coronaria, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 11

Dra. Alexandra Arias Mendoza

Departamento de Urgencias y Unidad Coronaria, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 11

Dra. Dulce Karina Arizmendi Monroy

Médico Residente de Anestesiología Cardiovascular, Servicio de Anestesia, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 29

Dra. Marcela Barrera Fuentes

Médico Adscrito a la División de Cirugía Cardiovascular, Instituto Nacional de Pediatría.

Capítulo 36

Dr. Edgar Bautista Bautista

Departamento de Cardioneumología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 3

Dra. Nora Bernal Ríos

Residente de Terapia Intensiva, Centro Médico ABC.

Capítulos 44, 45

Dr. Eduardo Bucio Reta

Cardiólogo ecocardiografista, Adscrito a Terapia Intensiva Posquirúrgica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 8, 23

Dr. Juan E. Calderón Colmenero

Subjefe del Departamento de Cardiología Pediátrica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Profesor Asociado del Curso de Posgrado de Cardiología Pediátrica, UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. Miembro Numerario de la Academia Nacional de Medicina.

Capítulo 27

Dr. Javier H. Campos

Profesor de Anestesia. Subjefe de *Clinical Affairs*. Director de Anestesia Cardiorácica. Director Médico Ejecutivo de la Sala de Operaciones. Departamento de Anestesia, *University of Iowa Health Care. Roy and Lucille Carver College of Medicine*, Iowa City, Iowa.

Capítulo 39

Dra. Nadia Canseco

Unidad de Resonancia Magnética, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 9

Dr. Javier G. Castillo

Departamento de Cirugía Cardiorácica, *The Mount Sinai School of Medicine*, Nueva York.

Capítulo 35

Dr. Jorge Catrip Torres

Cirujano Cardiovascular Adscrito al Departamento de Cirugía Cardiovascular, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 23

Dr. Jorge Luis Cervantes Salazar

Subjefe del Departamento de Cirugía Cardíaca Pediátrica y Cardiopatías Congénitas, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Profesor Adjunto del Curso de Alta Especialidad en Medicina en Cirugía de las Malformaciones Congénitas del Corazón, UNAM.

Capítulo 27

Dra. Carolina Ibett Cervera Buenfil

Médico Anestesiólogo del Servicio de Anestesiología, Centro Médico ABC.

Capítulo 47

Dr. Eduardo Chuquiure Valenzuela

Médico Adscrito a Terapia Intensiva Posquirúrgica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 48

Dr. Stefan G. De Hert

Departamento de Anestesiología, *Ghent University Hospital, Ghent University*, Bélgica.

Capítulo 20

Dr. Alfredo de Micheli

Editor Ejecutivo, Revista *Archivos de Cardiología de México*. Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 14, 15

Dr. Leonardo del Valle Mondragón

Departamento de Farmacología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 5

Dr. Bernardo Javier Fernández Rivera

Médico Adscrito al Servicio de Anestesia, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 12, 23, 29, 31, 38

Dr. Pedro Flores

Capítulo 15

Dr. César Flores Gama

Médico Nefrólogo egresado del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 42

Dra. Martha Franco Guevara

Investigadora en Ciencias Médicas. Laboratorio de Nefrología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 42

Dra. Sandra María García López

Jefe de Unidad Coronaria y Terapia Intensiva Posquirúrgica Cardiovascular, Médica Sur.

Capítulo 36

Dr. Eduardo Wilfrido Goicoechea Turcott

Facultad de Medicina, UNAM.

Capítulo 17

Dra. Brenda Gabriela González

Médico Residente de Anestesiología, Centro Médico ABC.

Capítulo 49

Dr. Octavio González Chon

Director General Académico, Médica Sur. Unidad Coronaria y Terapia Posquirúrgica Cardiovascular, Médica Sur.

Capítulo 36

Dra. Verónica Guarner Lans

Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 13

Dr. Raúl Guillén Rojas

Médico Adscrito al Departamento de Anestesiología Cardiovascular, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 12

Dr. Roberto Eduardo Guzmán Nuques

Anestesiología y Medicina Crítica, Centro Médico ABC. Miembro del Colegio Mexicano de Anestesiología, de LASRA, de la *American Society of Anesthesiology* y de la *Society of Critical Care Anesthesiologists*.

Capítulo 43

Dra. Ariadna Hernández Luna

Medicina del Enfermo en Estado Crítico y Terapia Intensiva, Cuidados Intensivos Neurocríticos, Hospital Ángeles Interlomas.

Capítulo 44

Dra. Sofía Elizabeth López Ramírez

Médico Residente de Anestesiología Cardiovascular, Servicio de Anestesia, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 38

Dr. Pastor Luna Ortiz

Departamento de Farmacología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 4, 6, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 30, 32, 33, 34, 45, 46

Dr. Martín Martínez Rosas

Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 15, 16, 17, 18, 21, 45, 46

Dr. Carlos Rodolfo Martínez Sánchez

Jefe del Departamento de Urgencias y de Unidad Coronaria, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Profesor de Posgrado y Pregrado del Curso de Cardiología Clínica, UNAM. Miembro de la Academia Nacional de Medicina.

Capítulo 11

Dra. Aloha Meave González

Jefe de la Unidad de Resonancia Magnética, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 9

Dr. Gustavo A. Medrano

Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 14

Dr. Enrique Monares Zepeda

Medicina del Enfermo en Estado Crítico y Terapia Intensiva, Centro Médico ABC.

Capítulo 44

Dr. Marco Antonio Montes de Oca Sandoval

Médico Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos, Centro Médico ABC.

Capítulo 47

Dr. Gustavo Pastelín

Jefe del Departamento de Farmacología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Miembro de la Academia Nacional de Medicina.

Capítulo 15

Dr. Tomás Pulido

Departamento de Cardioneumología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 25

Dr. Edgar Samuel Ramírez Marroquín

Jefe del Departamento de Cirugía Cardíaca Pediátrica y Cardiopatías Congénitas, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Profesor Titular del Curso

de Alta Especialidad en Medicina en Cirugía de las Malformaciones Congénitas del Corazón, UNAM.

Capítulo 27

Dra. Sandra Raya Santoyo

Médico especialista en Investigación.

Capítulo 50

Dr. N. Armando Rodríguez Almendros

Departamento de Cardioneumología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 25

Dr. Eduardo Martín Rojas Pérez

Adscrito al Servicio de Anestesiología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Profesor Titular del Curso Universitario de Especialidad en Anestesiología, Hospital Regional “Lic. Adolfo López Mateos”, ISSSTE.

Capítulos 15, 26, 41

Dr. Gustavo Rojas Velasco

Departamento de Urgencias y Unidad Coronaria, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 11

Dr. Francisco Javier Roldán Gómez

Cardiólogo ecocardiografista, Departamento de Ecocardiografía, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Profesor del Curso de Alta Especialidad en Ecocardiografía, UNAM. Investigador Nacional. Miembro de la Academia Nacional de Medicina.

Capítulo 8

Dra. María Esther Rubio Ruiz

Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 13

Dra. Karla Sánchez Arzate

Anestesióloga Cardiovascular, Centro Médico Nacional “Siglo XXI”, IMSS.

Capítulo 19

Dr. Julio Sandoval Zárate

Subdirector de Investigación Clínica, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 3, 25

Dr. Felipe Santibáñez Escobar

Médico Adscrito, Departamento de Cirugía Cardíaca, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”. Maestría en Ciencias Médicas, UNAM.

Capítulos 1, 10

Dra. Ana María Serrano Ardila

Residente de Ortopedia y Traumatología, Centro Médico ABC.

Capítulo 49

Dra. Xenia Serrano Valdés

Departamento de Anestesia Cardiovascular, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 19, 24

Dr. George Silvey

Departamento de Anestesiología, *The Mount Sinai School of Medicine*, Nueva York.

Capítulo 35

Dr. Armando Torres Gómez

Cirujano Ortopedista y Traumatólogo. Investigador Clínico. Maestro en Ciencias Médicas, Centro Médico ABC.

Capítulos 49, 50

Dr. Keinich Ueda

Capítulo 39

Dr. Carlos Vargas Trujillo

Médico adscrito al Departamento de Anestesia Cardio-

vascular, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 2, 22, 28

Dr. Héctor Vázquez Meza

Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, UNAM.

Capítulo 13

Dr. Armando Vázquez Rangel

Médico Nefrólogo Adscrito al Departamento de Nefrología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulo 42

Dr. José Antonio Villalobos Silva

Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Regional de Alta Especialidad de Ciudad Victoria.

Capítulo 47

Dr. Patrick F. Wouters

Departamento de Anestesiología, *Ghent University Hospital, Ghent University*, Bélgica.

Capítulo 20

Dr. José Alfredo Zavala Villeda

Médico Adscrito al Servicio de Anestesiología, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Capítulos 7, 37, 40

Contenido

	Prefacio	XIII
	<i>Dr. J. F. Guadalajara B.</i>	
	Prólogo	XVII
	<i>Carlos Rodolfo Martínez Sánchez</i>	
	Presentación	XIX
	<i>Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 1.	Anatomía cardiaca	1
	<i>Felipe Santibáñez Escobar</i>	
Capítulo 2.	Fisiología cardiovascular	11
	<i>Carlos Vargas Trujillo</i>	
Capítulo 3.	Fisiología respiratoria e interacción cardiopulmonar en anestesia	25
	<i>Julio Sandoval Zárate, Edgar Bautista Bautista</i>	
Capítulo 4.	Homeostasis del calcio y función cardiovascular	43
	<i>Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 5.	Farmacología molecular	59
	<i>Leonardo del Valle Mondragón</i>	
Capítulo 6.	Valoración preoperatoria del riesgo cardiaco	77
	<i>Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 7.	Guías para la práctica de la anestesia en cirugía cardiaca. Actualidades	87
	<i>José Alfredo Zavala Villeda</i>	
Capítulo 8.	Ecocardiografía transoperatoria	95
	<i>Eduardo Bucio Reta, Francisco Javier Roldán Gómez</i>	
Capítulo 9.	Imagen en cardiología quirúrgica	105
	<i>Erick Alexanderson Rosas, Nadia Canseco, Aloha Meave González</i>	
Capítulo 10.	Mecanismos de asistencia ventricular izquierda	111
	<i>Felipe Santibáñez Escobar</i>	
Capítulo 11.	Insuficiencia cardiaca	125
	<i>Amada Álvarez Sangabriel, Alexandra Arias Mendoza, Gustavo Rojas Velasco, Carlos Rodolfo Martínez Sánchez</i>	

Capítulo 12.	Arritmias en cirugía cardíaca	135
	<i>Bernardo Javier Fernández Rivera, Raúl Guillén Rojas</i>	
Capítulo 13.	El síndrome metabólico como proceso inflamatorio	157
	<i>María Esther Rubio Ruiz, Héctor Vázquez Meza, Verónica Guarner Lans</i>	
Capítulo 14.	Utilidad de la terapéutica metabólica glucosa–insulina–potasio en cirugía	169
	<i>Alfredo de Micheli, Gustavo A. Medrano</i>	
Capítulo 15.	Terapéutica metabólica en la cardiopatía isquémica	179
	<i>Martín Martínez Rosas, Pastor Luna Ortiz, Eduardo Martín Rojas Pérez, Alfredo de Micheli, Gustavo Pastelín, Pedro Flores</i>	
Capítulo 16.	Miocardiopatía diabética y anestesia	199
	<i>Pastor Luna Ortiz, Martín Martínez Rosas</i>	
Capítulo 17.	Control glucémico durante la cirugía cardíaca	207
	<i>Martín Martínez Rosas, Eduardo Wilfrido Goicoechea Turcott, Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 18.	La memoria metabólica como problema central de la diabetes	221
	<i>Martín Martínez Rosas, Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 19.	Criterios de transfusión en cirugía cardíaca	233
	<i>Xenia Serrano Valdés, Karla Sánchez Arzate</i>	
Capítulo 20.	Cardioprotección con anestésicos inhalados en cirugía cardíaca	251
	<i>Stefan G. De Hert, Patrick F. Wouters</i>	
Capítulo 21.	Cardioprotección con opiáceos	267
	<i>Pastor Luna Ortiz, Martín Martínez Rosas</i>	
Capítulo 22.	Protección cerebral en cirugía cardíaca	279
	<i>Carlos Vargas Trujillo</i>	
Capítulo 23.	Cardioprotección en pacientes con estenosis valvular aórtica con hipertrofia ventricular izquierda	291
	<i>Pastor Luna Ortiz, Jorge Catrip Torres, Eduardo Bucio Reta, Bernardo Javier Fernández Rivera</i>	
Capítulo 24.	Choque vasodilatador	303
	<i>Pastor Luna Ortiz, Xenia Serrano Valdés</i>	
Capítulo 25.	Hipertensión pulmonar y anestesia	313
	<i>Julio Sandoval Zárate, N. Armando Rodríguez Almendros, Tomás Pulido, Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 26.	Circulación extracorpórea	345
	<i>Eduardo Martín Rojas Pérez</i>	
Capítulo 27.	Tratamiento quirúrgico de las cardiopatías congénitas	355
	<i>Edgar Samuel Ramírez Marroquín, Jorge Luis Cervantes Salazar, Juan E. Calderón Colmenero</i>	
Capítulo 28.	Anestesia y revascularización coronaria	377
	<i>Carlos Vargas Trujillo</i>	
Capítulo 29.	Revascularización coronaria sin circulación extracorpórea	389
	<i>Bernardo Javier Fernández Rivera, Dulce Karina Arizmendi Monroy</i>	
Capítulo 30.	Anestesia en valvulopatías cardíacas adquiridas	399
	<i>Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 31.	Anestesia en cirugía vascular periférica	413
	<i>Bernardo Javier Fernández Rivera, Dulce Karina Arizmendi Monroy</i>	

Capítulo 32.	Anestesia para cirugía de aneurisma de la aorta abdominal	427
	<i>Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 33.	Anestesia en el paciente con feocromocitoma	439
	<i>Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 34.	Anestesia para cirugía de coartación de la aorta	453
	<i>Pastor Luna Ortiz</i>	
Capítulo 35.	Anestesia y cirugía cardíaca en el paciente anciano	461
	<i>Javier G. Castillo, George Silvay</i>	
Capítulo 36.	Implante percutáneo de válvula aórtica. Manejo anestésico	479
	<i>Marcela Barrera Fuentes, Sandra María García López, Octavio González Chon</i>	
Capítulo 37.	Cirugía cardíaca en la paciente embarazada sometida a circulación extracorpórea	489
	<i>José Alfredo Zavala Villeda</i>	
Capítulo 38.	Fast track en cirugía cardíaca	499
	<i>Bernardo Javier Fernández Rivera, Sofía Elizabeth López Ramírez</i>	
Capítulo 39.	Anestesia en cirugía robótica torácica y cardíaca	507
	<i>Javier H. Campos, Keinich Ueda</i>	
Capítulo 40.	Anestesia en el cardiópata fuera de la sala de operaciones	519
	<i>José Alfredo Zavala Villeda</i>	
Capítulo 41.	Reoperaciones cardíacas	525
	<i>Eduardo Martín Rojas Pérez</i>	
Capítulo 42.	Lesión renal aguda asociada a cirugía cardíaca	535
	<i>César Flores Gama, Martha Franco Guevara, Armando Vázquez Rangel</i>	
Capítulo 43.	Infusión de lípidos para el colapso cardiovascular por anestésicos locales	549
	<i>Roberto Eduardo Guzmán Nuques</i>	
Capítulo 44.	Reanimación cerebrocardiopulmonar en anestesia	559
	<i>Enrique Monares Zepeda, Ariadna Hernández Luna, Nora Bernal Ríos</i>	
Capítulo 45.	Ventilación pulmonar durante la reanimación cardiopulmonar	567
	<i>Pastor Luna Ortiz, Nora Bernal Ríos, Martín Martínez Rosas</i>	
Capítulo 46.	Manejo de la fibrilación auricular después de la cirugía cardíaca	583
	<i>Pastor Luna Ortiz, Martín Martínez Rosas</i>	
Capítulo 47.	Delirium en el posoperatorio	599
	<i>Marco Antonio Montes de Oca Sandoval, José Antonio Villalobos Silva, Carolina Ibett Cervera Buenfil</i>	
Capítulo 48.	Evaluación en terapia intensiva posterior a cirugía cardiovascular	613
	<i>Eduardo Chuquiure Valenzuela</i>	
Capítulo 49.	Estrategias de búsqueda bibliográfica aplicadas a la anestesia cardiovascular	619
	<i>Armando Torres Gómez, Ana María Serrano Ardila, Brenda Gabriela González</i>	
Capítulo 50.	Estudios farmacoeconómicos en anestesiología cardiológica	633
	<i>Sandra Raya Santoyo, Armando Torres Gómez</i>	
	Índice alfabético	637

Prefacio

Dr. J. F. Guadalajara B.

¿Quién es el autor de esta obra?

Un médico cirujano con especialidad en anestesiología en el Centro Médico Nacional “Siglo XXI”, del IMSS, en México (1967–1968), y en la Universidad de California, Los Ángeles (UCLA) (1969 a 1970). Nuestro autor realizó su especialidad de anestesia cardiovascular en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” (1970 a 1972), bajo la dirección del Dr. Enrique Hulsz; posteriormente (después de 11 años) llegó a ser jefe en el mismo Departamento de Anestesiología (1983 a 2003) y profesor titular del curso de Anestesiología Cardiovascular en la Universidad Nacional Autónoma de México, con sede en el propio Instituto. En ese periodo formó 112 anesthesiólogos cardiovasculares, que se han distribuido en todos los estados de la República Mexicana en los que se practica la cirugía cardiovascular, 38 de los cuales (34%) laboran en 10 países de América Central y del Sur, en la Unión Americana y en Suiza. Cuando inició su labor en el Departamento de Anestesiología del Instituto, recién llegado de la UCLA, introdujo los nuevos anestésicos para cirugía cardíaca e inició las técnicas de cardioprotección que permitieron reducir significativamente la mortalidad de la cirugía, especialmente de estenosis aórtica por el fenómeno de “corazón de piedra” (*stone heart*), hecho que más tarde se complementó con la cardioplejía, línea de investigación que posteriormente continuó con importantes estudios sobre la solución glucosa–insulina–potasio en ocho trabajos que han trascendido a través de los últimos años. Tres de ellos han sido de los trabajos más citados en la literatura (*top-ten*):

- Metabolic support of the ischemic heart during cardiac surgery. *Arch Cardiol Méx* 2006;76(Supl 4):S121–S136.
- Glucose–insulin–potassium (GIK) solution: cardioprotective effects of insulin. *Arch Cardiol Méx* 2006;76:(Supl 4):S144–S151.
- Hyperglycemia controlled with GIK solution in non–diabetic patients subjected to heart surgery. *Arch Cardiol Méx* 2008;78(2):171–177.

Asimismo, en esa época introdujo la nueva técnica de intubación con tubos de doble lumen, inició los nuevos métodos de anestesia en cirugía pediátrica, introdujo los nuevos accesos vasculares, como la punción de la vena yugular interna, e inició la utilización del catéter de Swan–Ganz y la línea arterial periférica para el manejo del paciente con circulación extracorpórea, técnicas que revolucionaron la anestesia cardiovascular en todo el país.

Por otro lado, fue uno de los iniciadores de los cursos de ACLS en México 30 años atrás, en los cuales ha participado como instructor cada año hasta el día de hoy; presidió cuatro congresos internacionales de anestesiología cardiovascular en este país, en conjunto con el *Mount Sinai Hospital* de Nueva York, eventos con gran trascendencia en los que la anestesiología cardiovascular mexicana logró el reconocimiento internacional. Fue presidente del Comité Mexicano de Reanimación Cardiopulmonar (1997–1998), socio fundador de la Sociedad Mexicana de Anestesiología Cardiovascular en 1993, socio titular de la Sociedad Mexicana de Anestesiología desde 1978, miembro titular de la Sociedad Mexicana de Cardiología desde 1982, socio de la *In-*

ternational Anesthesia Research Society desde 1980, socio de la *Society of Cardiovascular Anesthesiologists* desde 1984, *visiting professor* de la *Cleveland Clinic* en 1997, presidente de la Sociedad Mexicana de Anestesiología (1985–1987), miembro del *Editorial Board* del *Journal of Cardiothoracic Anesthesia* desde 1992, y miembro del comité editorial de la versión en español del libro *Reanimación cardiopulmonar avanzada*, de la *American Heart Association*.

Ha publicado 142 artículos científicos en revistas indexadas, entre los que resaltan varios estudios multicéntricos en los que el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” ha participado a través de él, tales como:

- Aspirin and mortality from coronary bypass surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *N Engl J Med* 2002;347:1309–1317, 1359–1360.
- Complications of the COX–2 inhibitors parecoxib and valdecoxib after cardiac surgery. *N Engl J Med* 2005;352(II):1081–1091.
- Risk index for perioperative renal dysfunction/failure. *Circulation* 2007;115:733–742.
- Pulse pressure and risk of adverse outcome in coronary bypass surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Anesth Analg* 2008;107:122–129.
- Preoperative statin therapy is associated with reduced cardiac mortality after coronary bypass graft surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *J Thoracic Surg* 2006;132:392–400.
- Mortality associated with the aprotinin during 5 years following coronary bypass graft surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *JAMA* 2007;297:471–479.
- Impact of preoperative anemia outcome in patients undergoing to coronary bypass graft surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Circulation* 2007;116:471–479.
- Coronary Artery Bypass Graft Surgery Care Globalization. Impact National Care on Fatal and not fatal outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133:1242–1251.
- The ongoing variability in blood transfusion practice in cardiac surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Transfusion* 2008;48:1284–1299.
- Predictive value of the National Institutes of Health stroke scale and the mini–mental state examination for neurologic outcome after coronary artery by pass graft surgery. For the Investigators of the Ischemia and Education Foundation and the Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139:901–912.
- Impact of hyperglycemia on perioperative mortality after coronary bypass graft surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:430–442.
- Postoperative red blood transfusion and morbid outcome in uncomplicated cardiac surgery patient. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Intens Care Med* 2011;37:97–109.
- Lack of effectiveness of the pulmonary artery catheter in cardiac surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Anesth Analg* 2011;113:994–1002.
- Multinational study of the influence of health–related quality of life on in hospital outcome after coronary bypass graft surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Am Heart J* 2011;161:1179–1185.

Cabe mencionar que de todos estos artículos nacieron las normas y las guías para la fundamentación y el establecimiento de los factores de riesgo en el tratamiento quirúrgico de la revascularización coronaria, que han sido la base para la indicación y cuidados preoperatorios y posoperatorios de este grupo de pacientes, por lo que su impacto ha sido fundamental en la anestesia y cirugía de corazón en el ámbito internacional.

El Dr. Luna ha participado como profesor en cinco congresos mundiales y en 10 congresos latinoamericanos de anestesiología y también ha sido profesor instructor de la *American Society of Anesthesiology* en los cursos anuales de *Difficult–Airway Workshop* de 2003 a 2012 y en los cursos de actualización y educación continua de la *American Society of Cardiovascular Anesthesia* de 1984 a 2010, que se han llevado a cabo en diversos estados de la Unión Americana, México, Canadá, América del Sur y diversos países de Europa.

Ha escrito 18 capítulos en diversos libros, publicó el primer libro de anestesia en cardiología en México en 1989 y después escribió seis libros más sobre el tema. Cabe hacer notar que estos libros han servido de base para el estudio de la anestesiología cardiovascular en toda la República Mexicana.

El autor recibió mención honorífica por parte del Consejo Mexicano de Anestesiología (1982). Fue Presidente de la Sociedad Mexicana de Anestesiología

(1987), presidente de la Sociedad Mexicana de Anestesia Cardiovascular (1994 a 1995), miembro honorario de la Sociedad Nicaragüense de Cardiología (1997), socio honorario de la Sociedad de Anestesiología de Pichincha Ecuador (1998), miembro de honor de la Sociedad Médica de León, República de Nicaragua (2000) y miembro honorario de la Sociedad de Anestesia de Guayas, Guayaquil, Ecuador, en 2005, año en que también recibió el reconocimiento “Dr. Benjamín Bandera” por parte del Colegio Mexicano de Anestesiología. Obtuvo el premio “Excelencia en Medicina” por parte del Centro Médico ABC (2008) y fue miembro Honorario de la Sociedad Mexicana de Cardiología (2009), miembro del Consejo Consultivo del Colegio Mexicano de Anestesiología (2011), miembro del Comité Editorial del *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* (1992), miembro del Comité Editorial de *Archivos de Cardiología de México* y de la *Revista Mexicana de Anestesiología*, miembro de la *International Anesthesia Research Society* (1980), miembro de la *Society of Cardiovascular Anesthesiology* desde 1984, miembro de la *American Society of Anesthesiology* desde 1984, miembro de la Sociedad Cubana de Anestesiología (1990), socio honorario de la Asociación Médica de Costa Rica (1992) y miembro de la *Society of Airway Management* (2008).

He querido hacer un recuento de la trayectoria académica del autor de esta obra, el Dr. Pastor Luna Ortiz, para afirmar que después de asimilar los conocimientos de los iniciadores de la anestesiología cardiovascular en México, como fueron los doctores Martín Maquivar y Enrique Hülz, los engrandeció y cristalizó en lo que ahora se ha convertido en la Escuela de Anestesia Cardiovascular en México, por lo que no es exagerado decir que ha sido uno de sus forjadores. Así, el autor vierte sus conocimientos y gran experiencia en este libro con la autoridad científica y moral que le pertenece, demostrando el trabajo de un gran maestro, que en conjunto con otros brillantes médicos anesthesiólogos, cardiólogos, cirujanos cardiovasculares, nefrólogos, geriatras e investigadores logró una obra magnífica, difícilmente igualable por cualquiera otra escrita sobre el tema, que indudablemente será el referente obligado para quien esté interesado en esta apasionante rama de la medicina.

Felicito cumplidamente a este gran creador y a sus colaboradores por contribuir con esta obra inédita, por su contenido y calidad, al acervo de las publicaciones de la medicina mexicana de alto nivel en la que enaltece a México y a la institución en donde se realizó toda esta experiencia, que es el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Prólogo

Carlos Rodolfo Martínez Sánchez

El Dr. Pastor Luna es uno de los pioneros de la anestesia cardiovascular en México, quien se ha caracterizado por ser un innovador en este terreno, tanto por sus proyectos de investigación como por su interés en la docencia, lo que culmina con la creación de una escuela de anesthesiólogos cardiovasculares. Muestra de ello es el interés continuo en la publicación de diferentes libros, como éste, para el cual tengo el privilegio de escribir estas líneas. Para mí es un gran honor expresar mi más profundo agradecimiento y reconocimiento, ya que en los últimos años el Dr. Luna, junto con el Dr. Gustavo Pastelín, han dedicado buena parte de su tiempo a la investigación básica.

Anestesia cardiovascular, cuya primera edición fue escrita en 1989 —hace ya 24 años— cumple con la primera condición que un libro debe tener: la permanencia en el tiempo y su vigencia, ya que se han publicado tres ediciones anteriores, que dieron paso a esta cuarta edición.

Como es su costumbre, se rodea de excelentes colaboradores, todos ellos expertos en la materia, por lo que la panorámica y claridad de los conceptos es universal. Dichos conceptos se abordan a lo largo de 50 capítulos de gran interés, comenzando desde las bases iniciales con los temas de anatomía cardíaca aplicada a la anestesia, seguidas de la fisiología cardiovascular y respiratoria, la homeostasia del calcio y la farmacología molecular, conocimientos indispensables para todo aquel que quiera relacionarse con la anestesia cardiovascular, ya que sin la comprensión de estos conceptos es imposible llevarla a cabo. Los siguientes capítulos son de interés clínico y una gran relevancia para el correcto manejo de los pacientes en una condición tan crítica como es la cirugía cardiovascular. Se le brinda importancia al desa-

rollo de las diferentes técnicas de diagnóstico, tan relevantes en la actualidad para un adecuado manejo; entre ellas se incluye la ecocardiografía, cuya utilidad en el perioperatorio es de gran valía para detectar las situaciones cardiovasculares que enfrentan los pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Al mismo tiempo se le brinda un espacio a los métodos actuales de diagnóstico por imagen. En los capítulos subsiguientes se abordan diversos temas, como el manejo de la insuficiencia cardíaca y las arritmias, y el proceso inflamatorio que puede surgir en esta situación aguda. Un punto importante en el manejo de esta situación especial consiste en enfrentar las complicaciones de la patología de base por la cual el paciente fue sometido a cirugía, además de toda la condición fisiopatológica que implica en sí la cirugía cardiovascular, la circulación extracorpórea con asistolia inducida y la misma anestesia cardiovascular, por lo que en una obra de esta naturaleza es indispensable su abordaje. El Dr. Pastor Luna y sus colaboradores aplican los métodos correctos desde el momento preoperatorio, por lo que se incluyen capítulos en los que se tratan los nuevos conceptos de protección miocárdica. Por ejemplo, en una situación tan crítica como la estenosis aórtica con hipertrofia ventricular izquierda, las técnicas recientes de protección miocárdica tienen un papel relevante para obtener un buen resultado del procedimiento quirúrgico. Asimismo, se tratan temas tan importantes como el síndrome vasopléjico, cuya fisiopatología es mediada por la liberación de sustancias relacionadas con la inflamación en estrecha relación con la circulación extracorpórea y la utilización de productos sanguíneos —como el plasma fresco—, en los cuales es indispensable un amplio conocimiento de su manejo. De igual forma, los expertos describen el complejo problema de la hiperten-

sión arterial pulmonar y la anestesia, dejando claro el difícil manejo de esta situación clínica y que su presencia es una variante de mal pronóstico. Se incluyen capítulos de situaciones clínicas especiales, como las que constituyen los pacientes en edad geriátrica, las pacientes embarazadas y la cirugía de las cardiopatías congénitas.

En la parte final del libro se analizan diferentes condiciones clínicas de especial relevancia en el manejo quirúrgico, las cuales se manifiestan en la unidad de cuidados intensivos posoperatorios, tales como el *delirium*, la asistencia ventilatoria prolongada, las arritmias —en especial la fibrilación auricular, que es la más frecuente—, la lesión renal asociada a la cirugía cardíaca, las diferentes modalidades ventilatorias y la atención del paro cardíaco. En fin, la panorámica que nos brinda esta obra no sólo se limita al tratamiento anestesiológico, sino que se extiende al análisis de su fisiopatología, al manejo médico y al análisis clínico de diferentes subespecialidades que deben converger en el manejo crítico al que se someten los pacientes que son llevados a cirugía cardíaca, la cual incluye la complicada cirugía de aorta y la novedosa cirugía robótica, temas que también son brillantemente analizados.

Sin duda, *Anestesia cardiovascular*, cuarta edición, es una excelente obra médica que nos permite a todos los interesados actualizarnos en temas de medicina crítica, anestesia general y manejo posoperatorio, ventilatorio y metabólico. Esta obra también puede ser de interés para el personal de enfermería y diferentes técnicos y expertos en circulación extracorpórea, quienes encontrarán en esta obra un instrumento que los guiará para una mejor atención de nuestros pacientes. Este texto abarca un concepto universal al seleccionar a un grupo del más alto nivel académico y expertos en sus diferentes contribuciones, y al invitar a brillantes colaboradores de otros países, logrando así una de las misiones más importantes del maestro Ignacio Chávez, que consiste en la trascendencia internacional del Instituto Nacional de Cardiología. El mismo Dr. Pastor Luna, en la presentación que hace de su libro, brinda su profundo agradecimiento a este gran Instituto al que tanto queremos y respetamos todos los que aquí trabajamos. Una vez más ofrezco mi profundo agradecimiento por permitirme escribir este prólogo, con lo cual me he sentido altamente honrado.

Presentación

Pastor Luna Ortiz

En 1989 se publicó la primera edición del libro *Anestesia cardiovascular*; ocho años después, en 1997, se presentó la segunda edición, y en 2005 se elaboró la tercera edición, todo ello con el fin de mantener al día los conceptos que vertiginosamente han venido cambiando, sobre todo cuando se trata del cuidado anestésico de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca y no cardíaca.

Esta cuarta edición reúne 50 capítulos que engloban muchos aspectos de la anestesiología cardiovascular, la cardiología y la cirugía cardíaca. En sus páginas se exponen los grandes cambios que han ocurrido en los últimos años, los cuales justifican la aparición de un libro prácticamente nuevo, con capítulos sobre cirugía cardíaca robótica, implante percutáneo de prótesis aórtica, cardioprotección con anestésicos halogenados y opiáceos, anestesia en el paciente geriátrico para cirugía cardíaca, hipertensión pulmonar y anestesia, y el delirio en el periodo posoperatorio. El contenido del libro ha sido estructurado de tal forma que sirva de orientación en las áreas de anatomía, fisiología, farmacología, valoración preoperatoria, técnicas de monitoreo —como la ecocardiografía transoperatoria— y mecanismos de asistencia mecánica circulatoria, así como en temas de arritmias cardíacas, síndrome metabólico, terapéutica metabólica de la cardiopatía isquémica, control glucémico en cirugía cardíaca y protección cerebral.

La parte central de esta obra engloba la anestesia en procedimientos con patologías específicas, como revascularización coronaria con y sin circulación extracorpórea, cirugía cardíaca con circulación extracorpórea en la paciente embarazada, valvulopatías adquiridas, aneurisma de aorta abdominal, feocromocitoma, coartación de aorta, guías de transfusión de sangre y cirugía vascular periférica.

En seguida se exponen los temas relacionados con el posoperatorio, como son el manejo de la fibrilación auricular en el posoperatorio de cirugía cardíaca, la lesión renal aguda asociada a cirugía cardíaca, la infusión de lípidos para tratamiento del colapso cardiovascular provocado por anestésicos locales, la reanimación cerebropulmonar en anestesia, la ventilación pulmonar durante la reanimación cardiopulmonar, el delirio posoperatorio y la evaluación en terapia intensiva posterior a cirugía cardiovascular.

Temas de gran importancia para el anestesiólogo cardiovascular, como las estrategias de búsqueda bibliográfica aplicadas a la anestesia cardiovascular y los estudios farmacoeconómicos en anestesia cardiológica, forman la parte final del libro.

La mayoría de los coautores son miembros del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, entre anestesiólogos, cirujanos, cardiólogos e intensivistas que laboran desde hace muchos años en esta prestigiada institución. Otros autores son parte del personal que trabaja en la investigación básica en los departamentos de farmacología y fisiología, quienes hicieron un valioso esfuerzo para unir y estrechar los lazos entre la investigación básica y la clínica.

De igual forma se contó con la colaboración de destacados y reconocidos anestesiólogos cardiovasculares de EUA, como son los doctores Javier Campos y Keinich Ueda, del Departamento de Anestesia de la Universidad de Iowa City, en Iowa, y los doctores George Silvey y Javier Castillo del Hospital Monte Sinaí de Nueva York. Asimismo, hay capítulos escritos por médicos de Europa, como el doctor Stefan de Hert y Patrick F. Wouters, del Departamento de Anestesia del Hospital Universitario de la Universidad de Ghent, en Bélgica.

Mi sincero y profundo agradecimiento al Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, que me abrió las puertas desde marzo de 1970, año en que inicié mi residencia en Anestesia Cardiovascular y concluí en 1972, cuando pasé a formar parte del Departamento de Anestesia hasta 1982; en ese entonces fui objeto del más grande honor que se me ha conferido: fui nombrado jefe del Departamento de Anestesia Cardiovascular, cargo que desempeñé con gran satisfacción hasta 2004, cuando me jubilé por motivos de salud. Desde 2004 a la fecha he participado en el Departamento de Farmacología como Investigador Invitado.

Quiero aprovechar esta oportunidad para expresarle mi agradecimiento a mi querido amigo, el doctor Gustavo Pastelín, jefe del Departamento de Farmacología del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, por haberme permitido colaborar en el Departamento que dirige, aprender la investigación básica y participar

en sus seminarios semanales, así como publicar trabajos en conjunto sobre la isquemia y la reperfusión en el corazón aislado y perfundido en el sistema de Langerdorff, y el efecto de los opiáceos sobre las arritmias en el perro anestesiado. Mi agradecimiento al Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, donde logré mi formación profesional y toda mi actividad académica, siempre con el apoyo de las autoridades, de sus directores y jefes de áreas, especialmente al director actual, el doctor Marco Martínez Ríos, a quien externo un sincero testimonio de gratitud por su apoyo y ejemplo, y por seguir siendo uno más de los miembros de tan prestigiada y distinguida institución.

Finalmente, agradezco la valiosa colaboración de Editorial Alfil, en especial del Sr. José Paiz Tejada, Director General, y un profundo agradecimiento a Berenice Flores, encargada de la edición, por todo su apoyo para la culminación de esta obra.

Anatomía cardíaca

Felipe Santibáñez Escobar

POSICIÓN DEL CORAZÓN DENTRO DEL TÓRAX

El corazón ocupa la porción central del tórax, denominada mediastino; a ambos flancos se encuentran los pulmones derecho e izquierdo. Estas tres estructuras —corazón y ambos pulmones— se encuentran comprendidas dentro de sus respectivas membranas; en el caso del corazón se denomina pericardio y en el caso de los pulmones se denomina pleura (figura 1–1). El pericardio es una estructura fibrosa en su porción externa, con resistencia y elasticidad a la vez, mientras que la porción interna se encuentra compuesta por una superficie serosa que produce el líquido pericárdico. Esta porción interna continúa con la capa más externa del corazón —el epicardio—, uniéndose ambas capas a nivel de

los grandes vasos (figuras 1–2 y 1–3). En condiciones normales se encuentra entre 15 y 50 cm³ de líquido pericárdico. Cuando el líquido pericárdico aumenta su volumen en forma súbita la resistencia del pericardio seroso le impide dilatarse, lo que produce una compresión de las cavidades cardíacas, imposibilitando el llenado diastólico y, por ende, la expulsión ventricular. A esta patología se le conoce como *tamponade* cardíaco. Se diferencia del derrame pericárdico porque este último se forma de manera crónica y no colapsa las cavidades cardíacas. El peso promedio normal de un corazón adulto es de 329 g.¹

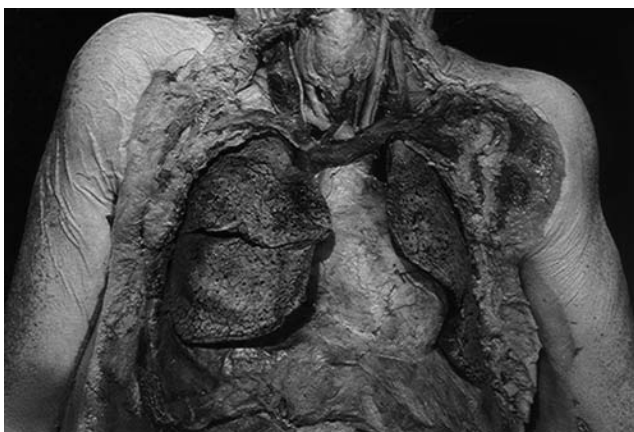


Figura 1–1. Anatomía del tórax y del mediastino.



Figura 1–2. Vista anterior del corazón.

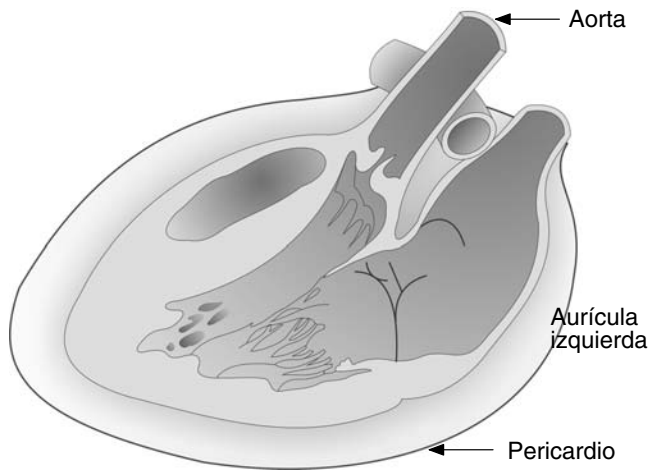


Figura 1-3. Corazón dentro de la cavidad pericárdica.

CAVIDADES CARDIACAS

El corazón se encuentra compuesto por cuatro cavidades, dos aurículas y dos ventrículos (figura 1-4); fisiológicamente se divide en corazón derecho y corazón izquierdo.

La diferenciación en cavidades derechas e izquierdas es importante, ya que las cavidades derechas manejan presiones bajas, mientras que las cavidades izquierdas manejan presiones elevadas, lo cual repercute en su anatomía.

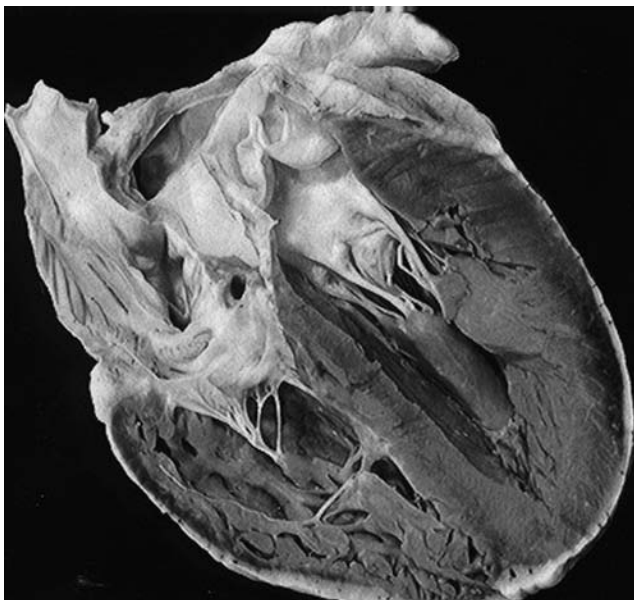


Figura 1-4. Corte sagital del tercio medio del corazón.

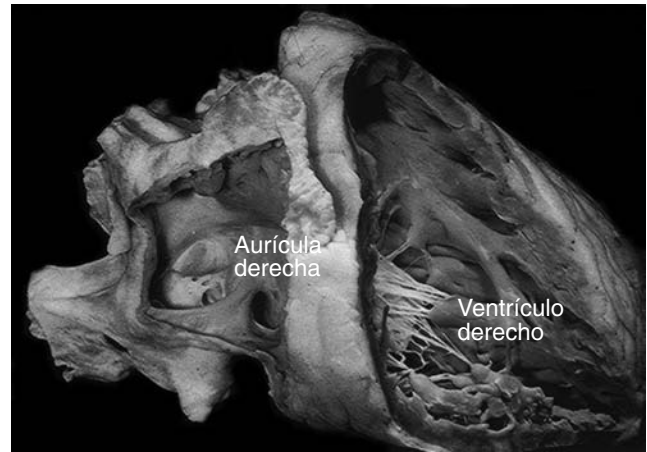


Figura 1-5. Cara lateral derecha del corazón; aurícula y ventrículo derecho disecados.

AURÍCULA DERECHA

La aurícula derecha (AD) se encuentra localizada a la derecha del margen cardiaco (figura 1-5) y está conformada por dos porciones anatómicas: la porción correspondiente al *septum* interauricular y la porción correspondiente a la pared libre de la AD (figura 1-6). Esta última contiene el apéndice auricular derecho u orejuela derecha, la cual característicamente protruye por el margen derecho de la silueta cardiaca, cubriendo asimismo el margen derecho de la aorta ascendente. En la unión superior entre la orejuela derecha y el resto de la pared libre de la AD se encuentra localizado el nodo senoauricular, también llamado nodo de Keith y Flack.



Figura 1-6. Aurícula derecha disecada; coronaria derecha en el surco auriculoventricular.

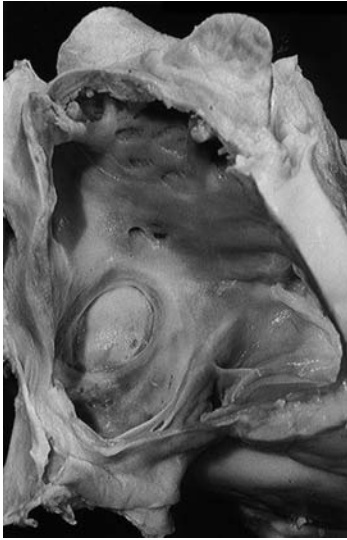


Figura 1-7. Aurícula derecha disecada, mostrando la parte lisa; porción trabeculada reseca.

La primera porción de la AD, constituida por la zona correspondiente al *septum* interauricular, contiene partes distintas. En esta zona se localiza el foramen oval (figura 1-7), formado por los remanentes embriológicos del *septum primum* y el *septum secundum*; el borde inferior (limbo inferior), junto con la válvula de Eustaquio (válvula de la vena cava inferior) y la válvula de Tebesio (remanente embriológico de la válvula del seno venoso coronario), forman un límite al llamado triángulo de Koch, cuyo borde inferior es el sitio de implantación de la valva septal de la válvula tricúspide, que fue descrito por Walter Karl Koch en 1926² (figura 1-8),



Figura 1-8. Porción septal de la aurícula derecha que muestra el tendón de Todaro y el triángulo de Koch.

entre cuyos límites viaja el sistema de conducción intra-cardiaco auriculoventricular. El límite interno entre la porción lisa y la porción rugosa de la AD lo constituye la *crista terminalis*, la cual es una banda trabecular que corre en forma elíptica de arriba hacia abajo, desde el limbo superior de la fosa oval, formando una letra C, hasta alcanzar la inserción de la valva septal de la válvula tricúspide, por detrás del orificio del seno venoso coronario. Como continuación de esta inserción, junto con las válvulas de Eustaquio y de Tebesio, nace una estructura tendinosa que se dirige hacia la porción media del corazón, hacia la comisura anteroseptal de la válvula tricúspide, que tiene correspondencia con la porción membranosa del *septum* interventricular. Dicha estructura se denomina tendón de Todaro (figura 1-8), y forma el límite superior del triángulo de Koch. Este tendón no es visible superficialmente, por lo que es preciso realizar una disección superficial del músculo auricular hasta descubrirlo; sin embargo, su posición se correlaciona con una línea imaginaria que se traza de la porción inferior del seno venoso coronario con dirección a la comisura anteroseptal de la válvula tricúspide, constituyendo el borde superior del triángulo de Koch. La porción inferior de dicho triángulo está constituida por toda la línea de inserción de la valva septal de la válvula tricúspide; una línea que une las dos anteriores a nivel del seno venoso coronario cierra el triángulo. Dentro del triángulo se localiza el tejido de conducción auriculoventricular.³ Cuando durante cirugía cardíaca se abre la AD y la manipulación quirúrgica involucra el triángulo de Koch, es posible que se produzca un bloqueo auriculoventricular (AV) de grado variable, que puede llegar a ser un bloqueo AV completo. Dichos bloqueos suelen ser transitorios si no existe daño anatómico en el triángulo, salvo inflamación por la manipulación; si existe lesión anatómica el bloqueo será permanente, ameritando la inserción de un marcapaso definitivo.

En esta porción lisa de la aurícula derecha se localiza el seno venoso coronario, que es la desembocadura del sistema venoso coronario hacia la aurícula derecha. Es a través de esta estructura que se introduce una cánula para que, en forma antifisiológica (retrógrada), se pueda infundir la solución cardiopléjica en casos selectos. Esta forma de administración de cardioplejía se prefiere en los pacientes con lesiones arteriales coronarias que serán sometidos a revascularización coronaria, con el fin de lograr una administración homogénea de la cardioplejía. Dicho seno venoso coronario se forma por la confluencia de la gran vena cardíaca (cara anterior) y la vena cardíaca media (*septum* interventricular posterior). La *crista terminalis* tiene su contraparte externa en el *sulcus terminalis*, que identifica a través de la

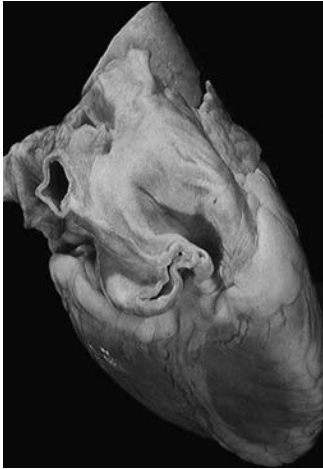


Figura 1-9. Cara lateral derecha del corazón mostrando el surco de Waterston.

superficie de la AD el límite entre la porción lisa y la rugosa de la AD. Visto desde la cara externa de la aurícula, por debajo del *sulcus terminalis*, se encuentra el surco que divide la AD de la aurícula izquierda (AI); esta porción externa se denomina surco de Waterston (figura 1-9). Es importante aclarar que la AI no ocupa la porción izquierda de la silueta cardiaca, dado que su localización es posterior; sin embargo, por terminología se le denomina izquierda.

En la AD drenan las venas cava superior e inferior, que son las responsables de drenar la sangre venosa de todo el organismo hacia la AD (figura 1-9). La vena cava superior drena la sangre venosa del mediastino hacia arriba, mientras que la vena cava inferior drena la sangre del mediastino hacia abajo, abarcando entre ambas la totalidad de los órganos de la economía, con excepción del corazón, el cual drena su sangre venosa a través del seno venoso coronario hacia la misma AD.⁴

VÁLVULAS ATRIOVENTRICULARES

La anatomía de las válvulas tricúspide y mitral es similar, con algunas diferencias, pero son totalmente diferentes de las válvulas ventriculoarteriales (aorta y pulmonar). La válvula tricúspide se encuentra situada entre la AD y el ventrículo derecho (VD). Es una válvula unidireccional, es decir, permite el paso de sangre en un solo sentido —de la AD al VD. Cuando esta función no se cumple se habla de estenosis (apertura incompleta) o de insuficiencia (cierre deficiente). Se encuentra com-

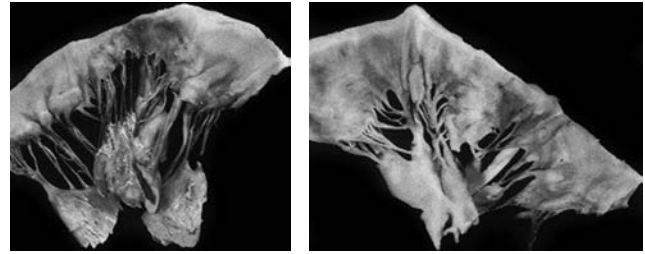


Figura 1-10. Válvulas auriculoventriculares; cara auricular.

puesta por tres elementos (figura 1-10), a saber: las valvas (compuertas de apertura) y el aparato subvalvular tricúspide, el cual a su vez se compone por las cuerdas tendinosas y los músculos papilares. A este conjunto de valvas y aparato subvalvular se le denomina aparato valvular.

La válvula tricúspide está compuesta por tres valvas (de allí su nombre de tricúspide: tres cúspides). La mayor de las tres valvas se denomina septal; la segunda en cuanto a tamaño, que se localiza hacia la cara anterior del corazón, se denomina valva anterior; y la menor en tamaño de las tres, que se localiza hacia la cara derecha del corazón, se denomina valva posterior. Así, existen tres comisuras, una entre la valva septal y la valva anterior (comisura anteroseptal), otra entre la anterior y la posterior (anteroposterior) y la última entre la valva posterior y la valva septal (comisura posteroseptal) (figura 1-11). La comisura anteroseptal tiene correspondencia con la porción membranosa del *septum* interventricular, por lo que constituye el límite para trazar la línea imaginaria del borde superior del triángulo de Koch.

Las cuerdas tendinosas se encuentra adheridas a la cara ventricular de las valvas, extendiéndose hasta los



Figura 1-11. Válvula tricúspide *in situ*, mostrando las valvas septal, anterior y posterior.



Figura 1-12. Ventriculo derecho, con cara lateral derecha reseca, mostrando el aparato subvalvular tricuspídeo y la cavidad ventricular derecha.

músculos papilares, los cuales son estructuras musculares que se encuentran adheridas a la pared ventricular derecha, diseminadas en su cavidad. Tanto las valvas como las cuerdas tendinosas son estructuras formadas por colágena y tejido fibroso, que al no constituir tejido vivo no pueden padecer isquemia, no así los músculos papilares, que requieren flujo sanguíneo para no padecer isquemia. Dada la disposición dispersa de los músculos papilares de la tricúspide en la cavidad ventricular derecha resulta poco probable la isquemia de un grupo significativo de músculos para que se produzca insuficiencia tricuspídea (figura 1-12).

En este mismo segmento se describirá la válvula mitral (figura 1-13), dado que es la segunda válvula atrioventricular, que une la AI y el ventrículo izquierdo (VI). Entre la válvula tricúspide y la válvula mitral hay pocas diferencias,⁵ ya que ambas son válvulas atrioventricula-

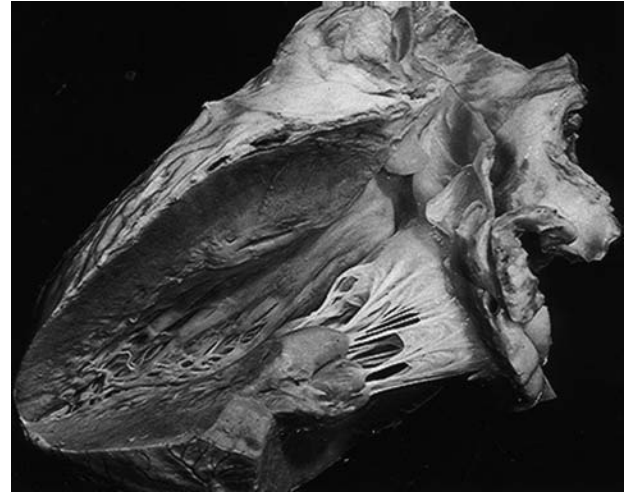


Figura 1-14. Ventriculo izquierdo. Cara lateral izquierda reseca. Se muestra la cavidad ventricular izquierda y el aparato subvalvular mitral.

res, compuestas por sus valvas y el aparato subvalvular. La primera diferencia entre ambas es la disposición de los músculos papilares, que en el caso de la válvula tricúspide se encuentran dispersos por toda la cavidad ventricular derecha y en el caso de la válvula mitral se encuentran concentrados en la pared libre del ventrículo izquierdo (figura 1-14), por lo que al existir isquemia en esta esa zona específica de miocardio se presenta también isquemia en los músculos papilares de la válvula mitral, condicionando insuficiencia mitral isquémica. La válvula mitral está formada por dos valvas: la valva anterior, que tiene correspondencia con la válvula aórtica, y la valva posterior, que tiene correspondencia con la pared libre posteroinferior del VI (figura 1-13). La valva anterior es de forma cuadrangular y ocupa poco espacio de inserción al anillo mitral; sin embargo, ocupa la mayor parte del orificio efectivo, a diferencia de la valva posterior, la cual ocupa gran parte del sitio de inserción, pero poca del orificio efectivo. Por delante de la valva anterior se encuentra la continuidad mitroaórtica; por detrás de la valva posterior se encuentran la arteria circunfleja y el seno venoso coronario.

VENTRÍCULO DERECHO

El ventrículo derecho (figura 1-15) se sitúa en sentido anterior, lateral y posterior al VI, hacia el borde derecho del corazón, semejando “abrazar” al VI. La cavidad ventricular derecha se caracteriza por tener paredes delgadas, poco musculares, y una cavidad grande, debido



Figura 1-13. Válvula mitral *in situ*. Se muestra la valva anterior y la valva posterior.



Figura 1-15. Trabeculación extensa de la cavidad ventricular derecha.

a que maneja presiones bajas (figura 1-16). Asimismo, contiene grandes trabeculaciones dentro de su cavidad. En la porción que se corresponde con el *septum* interventricular existe una estructura en forma de “T” —la trabécula septomarginal—, cuya porción horizontal está conformada por dos prolongaciones: la izquierda, llamada anterior, que se dirige hacia la válvula pulmonar y le da soporte; y la prolongación derecha, o posterior, que se dirige hacia el anillo de inserción de la válvula tricúspide, dando origen al músculo papilar medial, que a la vez le da soporte a la comisura antero-septal de la válvula tricúspide (figura 1-17). El cuerpo de la “T”, o su porción vertical, se dirige hacia el vértice ventricular derecho, dando origen en su tercio inferior a la banda moderadora, una gruesa trabécula muscular que cruza la cavidad ventricular derecha. En la porción

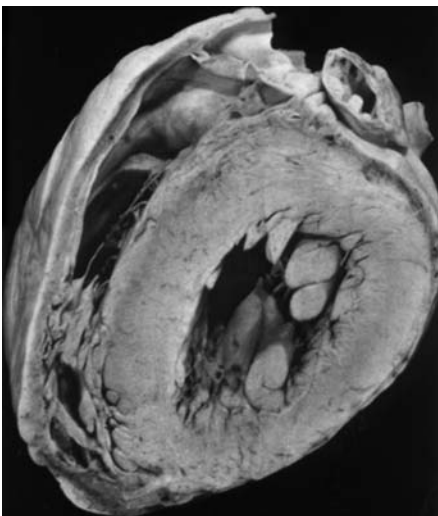


Figura 1-16. Corte sagital del corazón que muestra las características morfológicas de ambos ventrículos.



Figura 1-17. Ventriculo derecho, discontinuidad tricuspideopulmonar.

superior de la trabécula, entre sus prolongaciones anterior y posterior, se inserta una estructura con forma de cresta de ola, que por encontrarse en la porción superior del VD y por su forma tan peculiar se denomina cresta supraventricular (figura 1-17).⁴ Esta cresta se dirige desde la cara anterior del VD hasta insertarse en medio de las prolongaciones de la trabécula septomarginal, siendo esta misma cresta supraventricular la estructura que produce la discontinuidad tricuspideopulmonar.⁶ De la cresta supraventricular nacen unas trabéculas musculares (extensión parietal de la cresta supraventricular) que cursan toda la cara anterior del VD hasta alcanzar el *septum* interventricular, formando así el infundíbulo de salida del VD, al final del cual se encuentra la válvula pulmonar.

AURÍCULA IZQUIERDA

La aurícula izquierda se sitúa en la porción posterior del corazón, por detrás de los grandes vasos; solamente su orejuela se asoma ligeramente en el margen izquierdo del corazón (figura 1-18). Su constitución anatómica es distinta de la de la AD, en que las trabeculaciones de su pared libre son menos marcadas, y no existe una banda que delimite entre la porción trabeculada y la porción lisa de la AI (figura 1-19), como en el caso de la AD (*crista terminalis*). En la porción lisa de la AI no se observa alguna estructura que semeje la fosa oval ni el seno venoso coronario. En el piso de la AI se encuentra



Figura 1-18. Base del corazón; se muestra la posición posterior de la aurícula izquierda.

la desembocadura de las cuatro venas pulmonares. Al fondo de la AI se localiza la válvula mitral con su aparato subvalvular, semejante a la válvula tricúspide, con las diferencias ya descritas.

VENTRÍCULO IZQUIERDO

La morfología del VI la confiere su fisiología; dado que la función del VI es generar presión para vencer la presión aórtica y poder expulsar la sangre, sus paredes son fuertemente musculares, con poca trabeculación en su cavidad (figura 1-20).⁵ A diferencia del VD, en el que existe discontinuidad tricuspideopulmonar producida por la cresta supraventricular, en el ventrículo izquierdo existe continuidad mitroaórtica (figura 1-21); ambas

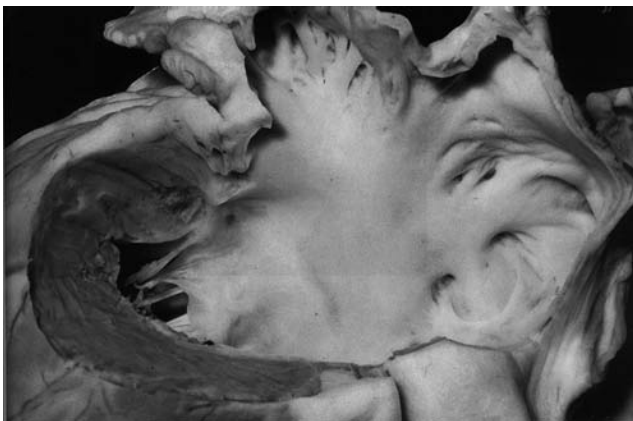


Figura 1-19. Aurícula izquierda; se observa ausencia de *crista terminalis* y escasa porción trabeculada.

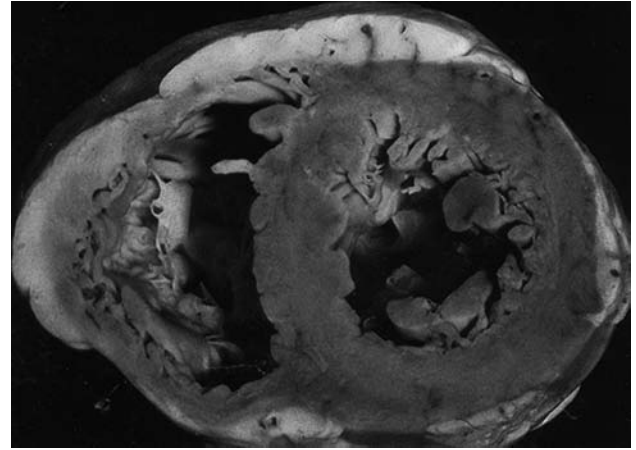


Figura 1-20. Corte transverso del tercio medio del corazón.

válvulas están separadas por una porción de tejido colágeno, denominada continuidad mitroaórtica. La segunda característica de la cavidad ventricular izquierda es la confluencia de los músculos papilares de la válvula mitral (figura 1-22), los cuales se insertan en grupo en la cara lateral e inferior del VI;⁷ esta confluencia de los músculos papilares de la mitral es la causante de la insuficiencia mitral isquémica, una complicación grave del infarto agudo del miocardio de cara lateral.

ARTERIAS CORONARIAS

Existen las arterias coronarias derecha e izquierda (figura 1-23). Ambas nacen de los senos de Valsalva aórti-



Figura 1-21. Cavidad ventricular izquierda, continuidad mitroaórtica.

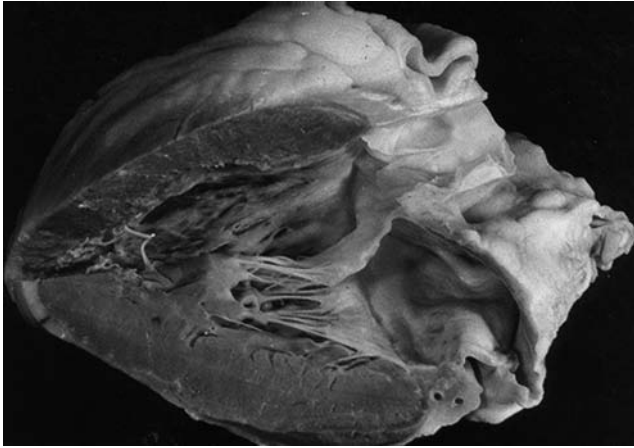


Figura 1-22. Cavidad ventricular izquierda.

cos (porción de la pared aórtica que tiene correspondencia con la valva respectiva) a través de sus respectivos *ostia* (figura 1-24). Posterior a su nacimiento la coronaria derecha (CD) cursa por el surco auriculoventricular derecho hasta alcanzar la cruz del corazón (cara posterior del corazón), donde genera el nacimiento de la coronaria descendente posterior (DP). La DP corre por el surco interventricular posterior, brindándole irrigación. En su transcurso la CD da ramas que nutren al VD.

La arteria coronaria izquierda nace también del seno de Valsalva izquierdo, mediante su *ostium* correspondiente, y transcurre su porción inicial (tronco de la coronaria izquierda) en una longitud variable dependiendo del individuo, para posteriormente dividirse en dos ramas. La primera de ellas se dirige hacia la cara anterior del VI, corriendo por encima del *septum* interventricu-



Figura 1-23. Cara anterior del corazón. Arterias coronarias, descendente anterior, circunfleja y coronaria derecha.



Figura 1-24. Vista superior de la válvula aórtica; se observan los *ostia* de las coronarias.

lar, y se denomina descendente anterior (DA). De la DA nacen ramas que se dirigen al espesor del *septum* interventricular (arterias septales) y arterias que se dirigen en forma superficial epicárdica cubriendo la cara anterior del VI (arterias diagonales), las cuales se numeran de acuerdo con su ubicación de arriba hacia abajo. La segunda rama principal de la coronaria izquierda es la arteria circunfleja, la cual se dirige hacia la cara lateral y posterior del VI en el surco auriculoventricular izquierdo, generando en su trayecto arterias que bajan por la superficie del VI en forma de cascada, que se denominan posterolaterales de la circunfleja y se enumeran según su orden de aparición a partir de la bifurcación.³

SISTEMA DE CONDUCCIÓN INTRACARDIACA

El sistema de conducción intracardiaca es responsable de que el estímulo eléctrico inicial generado en el nodo sinusal se propague de tal forma coordinada que la contracción cardiaca en las aurículas ocurra de arriba hacia abajo y la contracción ventricular ocurra del ápex cardiaco hacia arriba, permitiendo así la expulsión de la sangre en forma adecuada. El estímulo cardiaco inicia en el nodo sinusal, también llamado de Keith y Flack, el cual se encuentra ubicado en la porción posterosuperior de la AD, en el sitio donde confluyen la orejuela derecha, la vena cava superior y la pared libre de la AD.

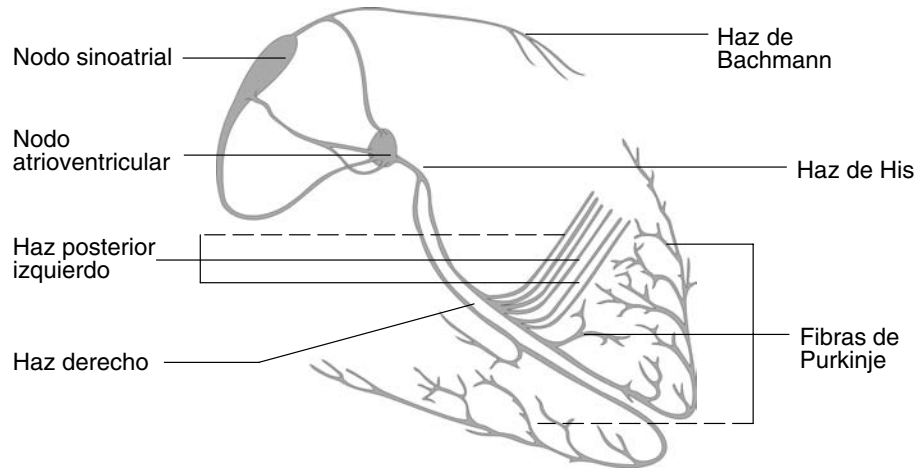


Figura 1–25. Sistema de conducción intracardiaco.

Aunque no es visible a simple vista, se considera que tiene una forma ovalada y que es el marcapaso inicial del corazón. Su frecuencia de disparo (frecuencia sinusal) varía entre los 60 y los 90 latidos por minuto (lpm). Se encuentra irrigado por la arteria nodal, rama de la arteria coronaria derecha en la mayor parte de los casos (60 a 70%); sin embargo, en una menor proporción dicha arteria nace de la arteria circunfleja, rama principal de la coronaria izquierda (30 a 40% de los casos). Se encuentra ricamente inervado por el sistema nervioso autónomo simpático y el parasimpático. Del nodo sinusal la activación eléctrica viaja diseminándose por toda la AD a través de las vías internodales, produciéndose así la despolarización auricular y la consecuente contracción de las mismas. La vía de conducción auriculoventricular viaja por fibras específicas de conducción que se localizan en el triángulo de Koch hasta alcanzar el nodo auriculoventricular (AV), también llamado de Aschoff–Tawara, el cual es una estructura de menor tamaño que el anterior, ubicada en el lado izquierdo de la AD, a nivel de la comisura anteroseptal de la tricúspide. Se considera que la pausa en este viaje intermodal es de 0.1 seg. Este nodo también posee una rica inervación simpática y parasimpática. Su frecuencia de disparo se encuentra entre los 40 y los 60 lpm (frecuencia nodal). Del nodo auriculoventricular, la vía de conducción se divide

en dos haces —uno derecho y uno izquierdo—, denominados haces de His, los cuales viajan en el espesor del *septum* interventricular hacia el ápex del corazón. Hasta este momento no se han despolarizado los ventrículos. La porción final del sistema de conducción la constituyen las fibras de Purkinje, que inician cerca del ápex cardíaco y se dirigen hacia arriba en ambos ventrículos; en este sitio (ápex cardíaco) se da la estimulación ventricular, iniciándose la contracción desde el ápex hasta la base del corazón (se denomina base del corazón al sitio en el que emergen el tronco de la arteria pulmonar y la aorta). La frecuencia de disparo de las fibras de Purkinje es de entre 20 y 40 lpm. Así, cuando por algún motivo el nodo sinusal no dispara toma el control el nodo AV, y cuando éste no dispara toman el control las fibras de Purkinje.

De esta disposición anatómica nace la nomenclatura de los defectos de conducción intracardiacos, el bloqueo auriculoventricular (entre el nodo sinusal y el nodo AV) y el bloqueo de rama derecha o rama izquierda (los haces del tejido de conducción por debajo del nodo AV y antes de las fibras de Purkinje, o haces de His). A esta nomenclatura se añade si el bloqueo es completo o incompleto. La mayoría de los bloqueos son tratados mediante la implantación de marcapasos permanentes.

REFERENCIAS

1. **Da Cunha DF, Da Cunha SF, Dos Reis MA, Antunes TVP:** Heart weight and heart weight/body weight coefficient in malnourished adults. *Arq Bras Cardiol* 2002;78(4):385–387.
2. **Gray H:** *Anatomy of the human body*. 20ª ed. Nueva York, Warren H. Lewis, 2000:20–29.
3. **Quiroz G:** *Anatomía humana*. México, Porrúa, 1975:120–123.
4. **Kirklin JW, Barrat Boyes BG:** *Cardiac surgery*. 1ª ed. Nueva York, Wiley–Medical, 1986:3–24.
5. **Doty DB:** *Cardiac surgery*. 1ª ed. Missouri, Mosby, 1997:2–9.
6. **Baue AE, Geha AS, Laks H, Naunheim KS:** *Glenn's thoracic and cardiovascular surgery*. 6ª ed. Connecticut, Appleton and Lange, 1996:1535–1548.