

Archivos Mexicanos de **ANATOMÍA**

Sociedad Mexicana de Anatomía, A.C.

Vol. 3 | Núm. 1 | Noviembre 2008

- ▶ **Semblanza del Dr. Luis López Antúnez**
- ▶ **Morfología normal de las arterias coronarias en el corazón humano**
- ▶ **Variantes anatómicas de la vía biliar extrahepática. Estudio morfológico del origen y relación de la arteria cística en cadáver**
- ▶ **La enigmática zona compacta del núcleo dorsal del hipotálamo**
- ▶ **Sustrato neuroanatómico involucrado en la regulación del consumo de alimento**
- ▶ **Bases anatómicas de la disfunción urinaria asociada a la multiparidad en la coneja**
- ▶ **Visualización dinámica interactiva tridimensional de la columna vertebral mediante fotografía y anáglifo**
- ▶ **Reporte de esqueletopexia de cadáver con escoliosis y osteodistrofia**
- ▶ **Filosofía de la medicina: Reflexiones sobre Morfología y Anatomía**
- ▶ **1er Concurso Nacional Estudiantil de Morfología**

PROMETHEUS.

Atlas de Anatomía

Gilroy

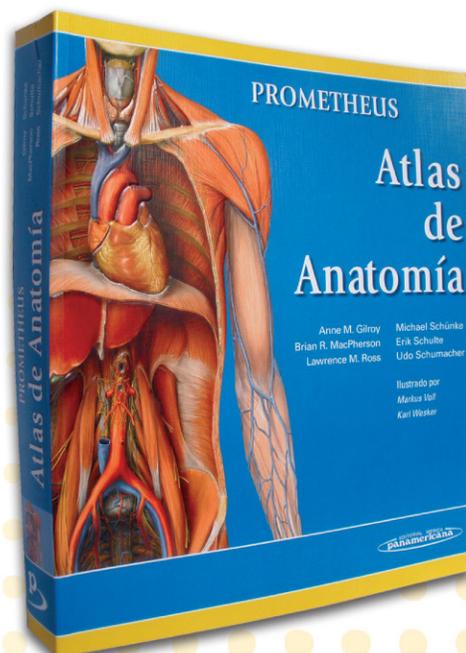
Edición 2008

Lo mejor de PROMETHEUS ahora en un solo tomo

Una de las obras más ambiciosas de los últimos años en la ciencia médica anatómica...

Características:

- 2.200 ilustraciones a todo color de calidad insuperable.
- Recuadros de correlación clínica, incluyendo radiografías, resonancias magnéticas, tomografías computarizadas y endoscopias.
- Anatomía regional, seccional y de superficie.
- Tablas musculares que organizan los aspectos básicos.



Un tomo de 656 páginas a color
Encuadernación: rústica
Formato: 23x28
Edición: 2008
EAN: 9788479036003

Welsch

Sobotta – Histología

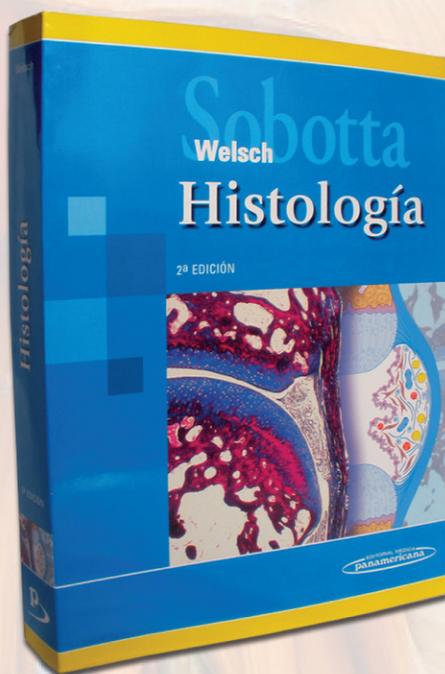
2ª Edición 2009

Una obra valiosa y reconocida que describe la histología en forma exhaustiva, ágil y comprensible.

Obra escrita con una concepción pedagógica moderna que integra los aspectos histológicos con sus fundamentos moleculares y su correlación clínica.

Características:

- El enfoque didáctico de los contenidos con cuadros sobre las características histológicas diferenciales importantes y un cuadro multicolor de las diferentes tinciones en el interior de la cubierta.
- Más de 800 figuras en color.
- Dibujos esquemáticos.
- Cuenta con recuadros destacados en color.



Un tomo de 688 páginas
Encuadernación: rústica
Formato: 19,5x28,2
Edición: 2009
EAN: 9788498351781

Archivos Mexicanos de ANATOMÍA

Nueva Época

- ▶ Semblanza del Dr. Luis López Antúnez
- ▶ Morfología normal de las arterias coronarias en el corazón humano
- ▶ Variantes anatómicas de la vía biliar extrahepática. Estudio morfológico del origen y relación de la arteria cística en cadáver
- ▶ La enigmática zona compacta del núcleo dorsal del hipotálamo
- ▶ Sustrato neuroanatómico involucrado en la regulación del consumo de alimento
- ▶ Bases anatómicas de la disfunción urinaria asociada a la multiparidad en la coneja
- ▶ Visualización dinámica interactiva tridimensional de la columna vertebral mediante fotografía y anáglifo
- ▶ Reporte de esqueletopexia de cadáver con escoliosis y osteodistrofia
- ▶ Filosofía de la medicina: Reflexiones sobre Morfología y Anatomía
- ▶ 1er Concurso Nacional Estudiantil de Morfología



Archivos Mexicanos de Anatomía

Nueva Época

Órgano oficial de la Sociedad Mexicana de Anatomía A.C.
Archivos Mexicanos de Anatomía. Nueva Época es la continuación de
Archivos Mexicanos de Anatomía (1960-1990)

Editor

Enrique Canchola Martínez

Editores asociados

Armando Pérez Torres y Miguel A. Herrera Enríquez

Comité Editorial

Manuel Ángeles Castellanos
S. Manuel Arteaga Martínez
Adriana Becerril Montes
Gregorio Benítez Padilla
Joaquín Carrillo Farga
Andrés Castell Rodríguez
Luis Delgado Reyes
Carolina Escobar Briones
Gildardo Espinosa de Luna
Ricardo García Cavazos
Isabel García Peláez
Manuel Granados Navarrete
Patricia Herrera Saint-Leu
Ismael Herrera Vázquez
Francisco Jaramillo González
J. Rogelio Lozano Sánchez
Abigail Meza Peñaloza
Joaquín Ocampo Martínez
Carlos Serrano Sánchez

SOCIEDAD MEXICANA DE ANATOMÍA A.C.

Mesa Directiva 2007 - 2008

Presidente Honorario
Gildardo Espinosa de Luna

Presidente Activo
Sebastián Manuel Arteaga Martínez

Secretario
Manuel Ángeles Castellanos

Tesorero
Andrés E. Castell Rodríguez

Primer Vocal
Ramón Rosales Gutiérrez

Segundo Vocal
Ma. Isabel García Peláez

Vocal de Embriología
Luis Muñoz Castellanos

Vocal de Histología
Adriana Becerril Montes

Vocal de Anatomía Comparada
Mario García Lorenzana

Vocal de Antropología
Abigail Meza Peñaloza

Vocal de Cirugía
Luis Delgado Reyes

Vocal de Radiología
Carlos Rodríguez Treviño

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMÍA – NUEVA ÉPOCA, órgano oficial de la SOCIEDAD MEXICANA DE ANATOMÍA A.C., considera para su publicación todas las comunicaciones relacionadas con el amplio campo de la MORFOLOGÍA; incluye investigaciones originales, reporte de casos, artículos de revisión y cartas al editor.

Los artículos deben ser originales, inéditos y enviados exclusivamente a ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMÍA – NUEVA ÉPOCA. Se aceptan contribuciones de cualquier país y no es requisito que los autores sean miembros de la SOCIEDAD MEXICANA DE ANATOMÍA A.C. Al ser aceptado un artículo para su publicación, ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMÍA – NUEVA ÉPOCA se reserva todos los derechos de publicación.

MANUSCRITOS. Los artículos deberán enviarse en formato digital al Dr. Enrique Canchola Martínez, Editor de Archivos Mexicanos de Anatomía Nueva Época, al correo electrónico de la Sociedad Mexicana de Anatomía:

socmexanat@yahoo.com.mx

así como dos copias impresas en papel bond tamaño carta (incluyendo las ilustraciones) a la sede de la Sociedad:

Departamento de Anatomía
Facultad de Medicina UNAM.
Edificio B, 4º piso
Ciudad Universitaria, D.F.

Los manuscritos deberán ser escritos en español, en computadora en el programa Microsoft Office Word 2000 ó superior, en letra Times New Roman, a doble espacio, en formato tamaño carta y con margen de 2.5 cm por los cuatro lados.

En general, los manuscritos de artículos de investigaciones originales y los de revisión no deberán exceder de 15 páginas escritas con las características antes mencionadas. Los reportes de casos tendrán una extensión máxima de siete páginas y las cartas al editor no más de dos páginas.

En artículos de investigaciones originales, el manuscrito deberá llevar el siguiente orden: 1) Página frontal; 2) Resúmenes; 3) Texto; 4) Referencias bibliográficas; 5) Pies de figura; 6) Tablas; y 7) Ilustraciones. Las páginas deberán ir numeradas en la secuencia indicada, y en la esquina superior derecha escribir un título corto que indique el tema del trabajo.

En artículos de revisión y de reporte de casos, el contenido y orden del manuscrito queda a consideración de los autores, según crea conveniente. Si se incluye alguna ilustración previamente publicada deberá tenerse el permiso por escrito del autor y de la editorial encargada de dicha publicación.

PÁGINA FRONTAL. Incluirá: a) Título completo del trabajo, el cual debe ser breve, en un máximo de 15 palabras; b) Nombre y apellidos de los autores; c) Departamento de adscripción e Institución en que labora el (los) autor (es); d) Nombre, dirección, teléfono, Fax y correo electrónico del autor a quien deba dirigirse toda correspondencia; e) Subvenciones otorgadas para el desarrollo de la investigación (si procede); y f) Título corto del trabajo (de no más de 20 caracteres).

RESÚMENES. En cualquier tipo de manuscrito, con excepción de las cartas al editor, se enviará un resumen en español y otro en inglés. Deberán ser concisos y explícitos (no deberán exceder de 250 palabras cada uno), señalando claramente el objetivo del trabajo, el material y método, los resultados y las conclusiones. No usar citas bibliográficas ni abreviaturas.

Al final de los resúmenes, en renglón aparte, deberán listarse de 3 a 5 palabras clave, en español e inglés, que serán usadas en el índice de cada volumen para su fácil localización por las personas interesadas en el tema.

TEXTO. Los artículos de investigaciones originales serán estructurados en las siguientes secciones: a) Introducción; b) Material y Método; c) Resultados; d) Discusión y conclusiones; y e) agradecimientos.

Los artículos de reporte de casos tendrán las siguientes secciones: a) Introducción; b) Reporte del caso; c) Discusión y conclusiones; y d) Agradecimientos.

Los valores numéricos de pesos y medidas serán dadas en el Sistema Métrico

Decimal, con abreviaturas correctas. Deberán evitarse al máximo el uso de otro tipo de abreviaturas, y cuando alguna sea imprescindible será debidamente identificada la primera vez que se utilice.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Las referencias bibliográficas deberán ser listadas y numeradas (números arábigos) por orden alfabético. No incluir citas “en prensa” ni comunicaciones personales, si bien estas últimas pueden ir intercaladas en el texto, siempre y cuando se envíe autorización por escrito de la persona involucrada. Todas las referencias deben estar completas y precisas conforme al estilo Vancouver y las abreviaturas del nombre de las revistas deben de ser como se utilizan en el Index Medicus. Las citas de artículos en Internet deberán incluir todos los datos de acceso a las mismas. Todas las citas bibliográficas deben aparecer en el texto del manuscrito en superíndice. En cualquiera de los casos se escribirán el apellido e iniciales de los nombres de todos los autores, sin puntos ni comas entre ellos; entre un autor y otro se colocará una coma.

- Artículos en revistas médicas: a) Apellidos e iniciales de todos los autores; b) Título del artículo; c) Nombre de la revista en letras itálicas (abraviado cuando así proceda); d) Año de la publicación; e) Número del volumen en negritas; y f) Primera y última página del artículo.

Ej: Herrera I, Puente J, Espinosa G, Canchola E. Alteraciones morfológicas en la rata Wistar por la administración de 6-aminonicotinamida durante los días 12, 13 y 14 de vida intrauterina. Arch Mex Anat Nueva Época 2003; 1: 61-65.

- Libros: a) Apellidos e iniciales de todos los autores; b) Título del libro en letras itálicas; c) Edición (si no es la primera); d) Editorial; e) Ciudad; f) Año de edición; g) Páginas consultadas (si procede).

Ej: de Lara Galindo S: Manual de Técnicas de Disección. HARLA, S.A. México, D.F., 1987.

- Capítulo de libro: a) Apellidos e iniciales de todos los autores del capítulo; b) Título del capítulo; c) Título del libro en letras itálicas; d) Edición (si no es la primera); e) Apellidos e iniciales de los Editores, autores o recopiladores del libro; f) Editorial; g) Ciudad; h) Año de edición del libro; i) Páginas inicial y final del capítulo.

Ej: García-Peláez I: Desarrollo embriológico normal. En Cardiopatías Congénitas. Diagnóstico Morfológico. Arteaga Martínez M, Fernández Espino R. Ediciones Norma, S.A. Madrid, 1986. pp 107-121.

PIES DE FIGURA. Se iniciarán en página independiente, según el orden en que sean mencionadas en el texto. Debe ser breve y preciso, señalando al final, por orden alfabético, las abreviaturas empleadas con su definición correspondiente. En caso de fotomicrografías debe señalarse la tinción y/o contrastación de la preparación y la ampliación.

TABLAS. Se iniciarán en página independiente, siendo numeradas con cifras romanas según el orden de aparición en el texto. Llevarán un título informativo en la parte superior y las abreviaturas con su definición en la inferior.

ILUSTRACIONES. En general no deberán ser más de cinco (pudiendo ser simples o compuestas). Deberán enviarse las imágenes digitales en blanco y negro de excelente calidad, preferentemente en formato JPG o TIFF, y cada figura en un archivo separado. Los esquemas, gráficas y sus letreros deberán haber sido hechos en computadora o con tinta china (no con máquina de escribir). Todas las figuras deben ser originales; en caso de reproducción de figuras de otros trabajos deben enviarse junto con las ilustraciones, un permiso especial de los editores de la revista o libro donde se publicaron originalmente dichas ilustraciones. Fotografías en color serán reproducidas siempre y cuando sean previamente pagadas en su totalidad por los autores.

AGRADECIMIENTOS. Cuando estos sean necesarios, hacerlos en forma breve al final del texto y en renglón aparte.

CORRESPONDENCIA. El envío y futura correspondencia acerca de los manuscritos deberá hacerse a el correo electrónico de la Sociedad: socmexanat@yahoo.com.mx

Contenido

06 • EDITORIAL

- 07 • *Semblanza del Dr. Luis López Antúnez*
Carlos Guzmán Cuervo

INVESTIGACIÓN MORFOLÓGICA EN HUMANOS

- 11 • *Morfología normal de las arterias coronarias en el corazón humano*
Adelina Rojas Granados, Manuel Ángeles Castellanos, Patricia Herrera Saint-Leu, Samuel P. Gallegos Serrano, Isabel García-Peláez, Manuel Arteaga Martínez
- 17 • *Variantes anatómicas de la vía biliar extrahepática. Estudio morfológico del origen y relación de la arteria cística en cadáver. Resultados preliminares*
Diana Luz Gutiérrez Espinosa, Manuel Arteaga Martínez, Rafael Avendaño Pradel, Patricia Herrera Saint-Leu.

INVESTIGACIÓN MORFOLÓGICA EXPERIMENTAL

- 23 • *La enigmática zona compacta del núcleo dorsal del hipotálamo*
Carolina Escobar, Manuel Ángeles Castellanos, María del Carmen Miñana, Katia Rodríguez, Roberto Salgado, Ruud M. Buijs
- 29 • *Sustrato neuroanatómico involucrado en la regulación del consumo de alimento*
Manuel Ángeles Castellanos, Ruud M. Buijs, Carolina Escobar.

- 37 • *Bases anatómicas de la disfunción urinaria asociada a la multiparidad en la coneja*
Nikte Xelhuanzi, Jorge Rodríguez-Antolín, Víctor Fajardo, Estela Cuevas, Francisco Castelán, Margarita Martínez-Gómez

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

- 41 • *Visualización dinámica interactiva tridimensional de la columna vertebral mediante fotografía y anáglifo*
Samuel P. Gallegos Serrano, Adelina Rojas Granados, Isabel García-Peláez, Manuel Arteaga Martínez

REPORTE DE CASOS

- 47 • *Reporte de esqueletopexia de cadáver con escoliosis y osteodistrofia*
Lorena Ocampo-Tallavas, Gamaliel Ruiz-Gris, Jose A. Hernández Pacheco, Alejandro Pérez-López, Mauricio Martínez-Camargo, Octavio Lescas, Pablo Mayoral Ocampo, Manuel Ángeles Castellanos

HUMANIDADES

- 51 • *Filosofía de la medicina: Reflexiones sobre Morfología y Anatomía*
Joaquín Ocampo Martínez
- 55 • 1er. Concurso Nacional Estudiantil de Morfología

EDITORIAL

“Por primera vez en la República Mexicana se pone a consideración de la clase médica una publicación especializada en las distintas ramas de la Anatomía. Aparece como órgano de divulgación de la Sociedad Mexicana de Anatomía, y aspira a tener larga vida, profundidad y valer científico en sus artículos, y a constituir un vínculo de fuerte acercamiento entre todos los que se dedican a la ciencia Anatómica en sus aspectos de estudio, perfeccionamiento, docencia e investigación, lo mismo que a despertar y fomentar el debido estímulo y consideración para los anatomistas, entre todos los profesantes de Ciencias Médicas, Paramédicas, o de cualquier otra índole”.

Con este párrafo, escrito por el Maestro Enrique Acosta Vidrio en 1960, nacía nuestra revista ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMÍA. Desde entonces y teniendo que enfrentar innumerables vicisitudes, nuestra revista se fue consolidando y ganando prestigio, no sólo en México, sino en toda la orbe. En 1970, con motivo del II Congreso Panamericano de Anatomía, realizado en la ciudad de Caracas, Venezuela, nuestra revista recibió la honrosa distinción de ser vocero de información científica de la Asociación Panamericana de Anatomía, distinción que aún conserva.

El fenotipo de nuestra revista ha ido cambiando con el tiempo, pero no así su esencia, y gracias al entusiasmo de los Morfólogos de estas ya casi cinco décadas, aquí continuamos y esperamos poderlo hacer por muchos años más. Con este número termina una hermosa época en la vida de nuestra revista: la “Edición Impresa”, ya que este será el último número que aparecerá en esta forma; a partir de nuestro próximo número y echando mano de la tecnología actual, nuestra revista aparecerá en “Formato Digital”. Estamos seguros que con este cambio se mejorarán substancialmente sus contenidos al incorporar, entre otras cosas, figuras en color, y por otro lado alcanzaremos una difusión tan amplia como la red de Internet nos lo permita.

Hacemos una cordial invitación a todos nuestros lectores a que nos envíen sus contribuciones que aparecerán ya en el formato digital antes mencionado, y a ser partícipes de esta nueva aventura editorial.

Atentamente
Consejo Editorial
Archivos Mexicanos de Anatomía

Semblanza del **DR. LUIS LÓPEZ ANTÚNEZ**



A lo largo de 70 años de historia, la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional ha tenido siempre presente a la figura del Dr. Luis López Antúnez pues es imposible referirse a la vida académica del Departamento de Ciencias Morfológicas sin mencionarlo, ya que lleva su nombre. Y como muestra del continuo reconocimiento que tiene nuestra Institución a tan destacado Morfólogo, se ha inmortalizado en el mural que narra el desarrollo de las Ciencias Morfológicas plasmado en una pared del edificio 70 de laboratorios, así como en un busto ubicado en la rampa de acceso a su Auditorio Principal.

No podría ser de otra manera, pues en esta Institución, el Doctor Antúnez como habitualmente era nombrado, dejó lo mejor de su vida convertida en la fuerza impulsora que llevó a la Escuela Superior de Medicina al reconocimiento indiscutible de parte de las demás Escuelas de Enseñanza Médica del País y de las Instituciones de Salud. Fueron 40 años de su existencia los que él ofrendó sin regateos, primero a la génesis de la carrera de Médico Cirujano en el IPN, después a la creación de una Escuela Superior y a la consolidación de la misma, posteriormente.

Los datos históricos, siempre fríos, nos dicen que este año se cumplirán, el 30 de julio, 90 años del natalicio del maestro, acaecido en esta ciudad, ese día, de 1918. Coincidentemente, éste es el año del septuagésimo aniversario de nuestra Escuela, surgida en 1938; también se cumplen 50 años de que fue ocupado cabalmente el edificio construido a principios de la década de los 50's en el que aún permanecemos, después de 20 años de haber compartido instalaciones con la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas en el legendario Casco de Santo Tomás.

No olvidar que otro cincuentenario acaba de cumplirse apenas el año pasado, el de la fundación de la Sociedad Mexicana de Anatomía de la que el Maestro Antúnez fue socio fundador.

ANTECEDENTES Y FORMACIÓN ACADÉMICA

El Dr. López Antúnez nació en la ciudad de México el 30 de julio de 1918. Fueron sus padres el Sr. Luis Jacobo López y la Sra. Carmen Antúnez. Hizo sus estudios de media básica y media superior en la Escuela Nacional Preparatoria de 1030 a 1935. Sus estudios de Médico Cirujano en la Escuela Nacional de Medicina de la UNAM de 1936 a 1941. Su trabajo de tesis fue el Informe de Servicio Social realizado en el pueblo de Pericos, Municipio de Guasave en el Estado de Sinaloa. Su examen profesional lo realizó en 1942. En 1943 ya impartía cursos de Primeros Auxilios en otras facultades de la UNAM. En 1945 realizaría su Internado Médico en la Clínica Neuropsiquiátrica del Dr. Alfonso Millán Maldonado. También fungió como médico en el Tribunal para Menores. Todas estas actividades las realizaba el maestro Antúnez siendo ya docente en nuestra Escuela.

Su hoja de filiación ante la oficina de registro de personal federal tiene la fecha de 5 de octubre de 1937 y curiosamente su primer nombramiento en el Instituto Politécnico Nacional tiene por fecha, 1 de enero de 1937, como Ayudante de Laboratorio de Anatomía Comparada y de Histología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas que había dejado de ser, en 1936, la Escuela Nacional de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones, para incorporarse al naciente Instituto Politécnico Nacional; aunque en el año de 1936, el joven estudiante de Medicina ya era miembro del personal docente de esa Escuela, pero sin nombramiento.

Sus extraordinarias clases de Anatomía Humana, siempre estaban reforzadas con las magníficas ilustraciones que hacía durante la exposición con gises de colores en el pizarrón y excelentes disecciones en cadáver,

Recordemos que su tío, el Maestro Diódoro Antúnez Echegaray, uno de los fundadores de nuestra Escuela, fungía como subdirector secretario en la Escuela de Ciencias Biológicas. A partir de 1938, año de la creación de la carrera de Médico Cirujano y Partero para el medio rural, Luis López Antúnez se incorporó a la mencionada carrera como maestro en la materia de Anatomía Humana, por lo que siempre lo hemos considerado como fundador de cátedra.

A partir de entonces, nuestro insigne homenajeador de esta velada, se dedicó en cuerpo y alma a esta Institución en la que además de sus extraordinarias clases de Anatomía Humana, reforzadas con las magníficas ilustraciones que hacía durante la exposición con gises de colores en el pizarrón y excelentes disecciones en cadáver, el Maestro también impartió en esta Escuela, Técnica Quirúrgica en Animales, Anatomía Comparada y la asignatura que fue su verdadera pasión: la Neuroanatomía, fundada por él como materia separada de la Anatomía General, en 1947 y la cual sigue impartándose hasta la fecha en esta Escuela, en un curso semestral de Anatomía Funcional del Sistema Nervioso.

Para 1940, la Escuela contaba ya con una Sala de Disecciones Anatómicas construida ex profeso, bajo la supervisión del propio Maestro y una sala circular con mesa al centro para la demostración en cadáver (muy al estilo de los viejos anfiteatros europeos del siglo XVII), instalaciones que se construyeron como anexos a la Escuela de Ciencias Biológicas. En 1947 nos da una muestra de sus inquietudes de docente al publicar en el Boletín del mes de Mayo de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, el artículo "*Modificaciones a la Enseñanza de la Anatomía Humana Descriptiva en la Escuela Superior de Medicina Rural*" (E.S.M.R.).

En 1955 viajó a París al Congreso Internacional de Anatomía, viaje que prolongó hacia Alemania y que le permitió enterarse de nuevas fórmulas para la preparación y conservación de cadáveres, mismas que fueron aplicadas en nuestro anfiteatro. También en aras de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, fue impulsor incansable de la elaboración de material didáctico consistente en dibujos, fotografías, láminas, modelos, maniqués y órganos de material sintético para lo cual fueron creados por su iniciativa, el Taller de Material Didáctico y el Museo de Enseñanza.

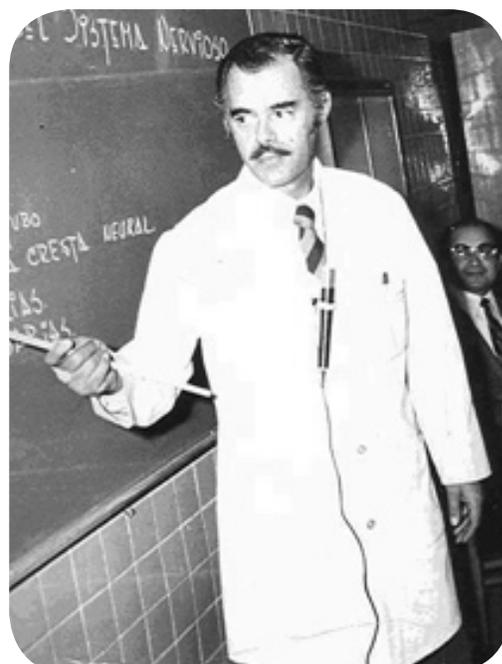
A principio de la década de los 50's, formó parte del equipo de docentes que creó una nueva estructura académico-administrativa de la Escuela, de tipo Departamental, cuyos principios básicos son aún vigentes.

El maestro López Antúnez preocupado también por la preparación integral del educando, fomentó incansable la divulgación cultural. En los años 50's encabezó la comisión que lanzó la convocatoria para el diseño de nuestro escudo; también fue impulsor de la creación del Ateneo Miguel Othón de Mendiábal, agrupación para el fomento de las actividades artísticas, culturales y literarias.

En 1948, fue el entusiasta promotor para que se creara el equipo de football americano que representaría a la Escuela en las lides del deporte estudiantil por excelencia en esa época, hecho que redundó en forma muy positiva, ya que a diez años de su creación, el nombre de nuestra Escuela se divulgó en diferentes medios, pues el equipo resultó habitual triunfador durante 4 ó 5 años consecutivos.

Hasta 1975, cuarenta generaciones de médicos de esta Escuela recibieron la enseñanza que los motivó y los ancló a esta bella profesión al seguir las sabias enseñanzas y el ejemplo de nuestro querido maestro Luis López Antúnez, y hubieran sido más, pero a partir de 1974, su espíritu creativo y de irreductible compromiso social lo impulsaron a nuevos derroteros: formó la Comisión que creó una nueva Escuela Superior dentro del Instituto Politécnico Nacional, el Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud, en el que se formarían profesionales en Medicina, Odontología, Enfermería, Optometría y Trabajo Social.

Su ideal cristalizó y a casi 30 años de distancia, ese centro de enseñanza ubicado en la Delegación Milpa Alta sigue vigente. El Maestro ocupó en dicho Centro, los puestos de Profesor



Titular de Neuroanatomía, de Coordinador Académico y de Subdirector Académico.

EL DESEO DE IR SIEMPRE EN MARCHA ASCENDENTE

No conforme con los niveles de alta calidad que había adquirido el Departamento creado por él, a principios de la década de los sesenta, el Doctor Antúnez elaboró el proyecto de la fundación en nuestra Escuela de una Maestría en Ciencias con especialidad en Ciencias Morfológicas. Al consolidarse el proyecto, se dio el paso definitivo y en 1964 se iniciaron los cursos de tal Maestría, siendo cinco médicos docentes del propio Departamento los pioneros de ese posgrado.

Esta Maestría fue el punto de partida de todo un departamento específico que actualmente, a 45 años de distancia, ofrece además de la Maestría pionera fundada a iniciativa del Maestro, cinco Maestrías más, cinco Especialidades y un Doctorado; es nuestro Departamento de Postgrado e Investigación Científica, en la cual la Maestría de Ciencias Morfológicas sigue vigente y ha producido a lo largo de su historia legiones de morfológos procedentes de diversos estados de la República y de algunos países del extranjero.

De alto beneficio para el cuerpo docente de esta Escuela ha sido el postgrado fundado por el Maestro pues 90% aproximadamente del personal del Departamento ha terminado los créditos y ha presentado examen de grado en dicha Maestría; con la mira puesta siempre en la excelencia que con el ejemplo nos inculcó el maestro Antúnez.

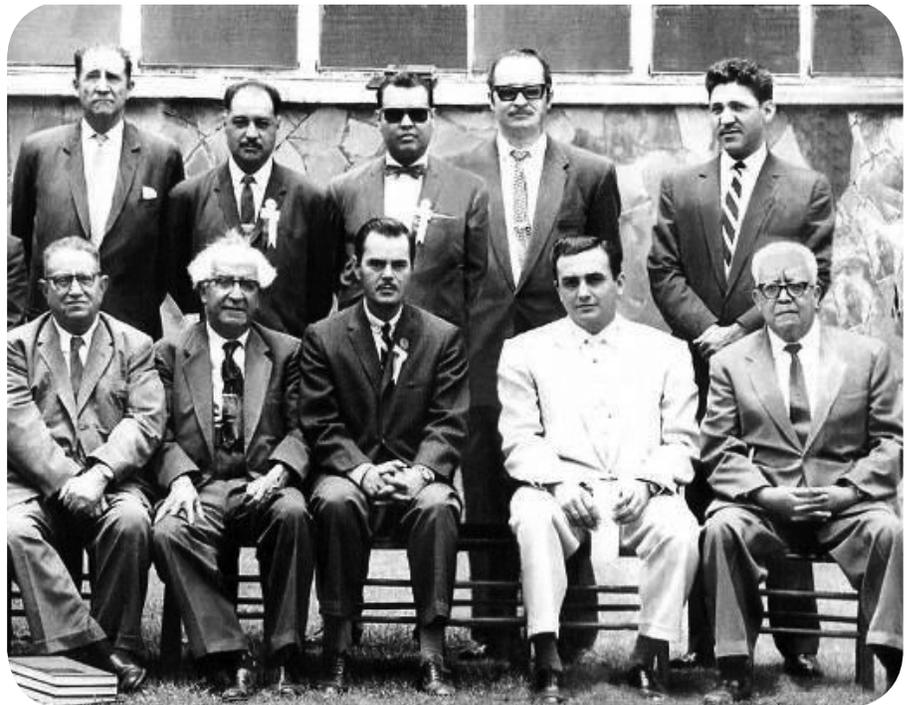
CONVENIO CON LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS)

A principios de la década de los setentas el maestro Antúnez junto con morfológos de Canadá, de nuestro País, y de Centro y Sudamérica echaron a andar un programa de Enseñanza de las Ciencias Morfológicas auspiciado por la OPS, en el que se trataban de coordinar esfuerzos entre diferentes instituciones médicas tendientes a unificar contenidos, metodología, recursos, evaluación, capacitación de personal y otros, con el fin de obtener mejores resultados en la enseñanza de la morfología y con ello en la formación básica de los futuros médicos.

Recuerdo aún a algunos de aquellos docentes que se harían cargo de los programas y

las instituciones que fueron designadas como sedes para entrenamiento y capacitación de personal. Entre los maestros a Liberato Didio, de Panamá, al Dr. Manuel Silgarán de El Salvador, la Dra. Cangas de Honduras, el Dr. Gardner de Canadá, el Maestro Jairo Bustamante de Colombia y por supuesto por México, al Dr. López Antúnez y algunos maestros de la Facultad de Medicina de la UNAM, entre otros el Dr. Enrique Acosta Vidrio, de gratísima memoria.

Nuestra Escuela fue designada como una de las sedes para estancias de personal docente y auxiliar de Facultades de Centroamérica y el propio maestro Antúnez, envió a San Salvador, a Tegucigalpa y a San José de Costa Rica a profesores que impartirían cursos completos de Anatomía, Neuroanatomía y Embriología, y estuvimos en aquellas ciudades el propio maestro Antúnez, el Dr. Eduardo Pantoja Haro, el Dr. Luis Muñoz Castellanos, el Dr. Carlos de la Vega Lezama y el que escribe. Estos intercambios dieron como resultado la divulgación hacia otras instituciones de la posibilidad de realizar estudios específicos de Morfología en nuestra Institución.



A principio de la década de los 50's, formó parte del equipo de docentes que creó una nueva estructura académico-administrativa de la Escuela, de tipo Departamental, cuyos principios básicos son aún vigentes.

SU LABOR EDITORIAL

El maestro Antúnez fue miembro de los Comités que planearon la creación de los órganos informativos de divulgación, Acta Politécnica Mexicana, Acta de Ciencia y Tecnología y del órgano oficial de nuestra Escuela, Acta Médica; esto en 1964. En 1970 fue traductor de la quinta edición de la obra Fundamentos de Neurología del autor Dr. Ernest Gardner, de Editorial Interamericana, S.A.

En 1970, la Editorial Interamericana le publicó la primera edición de su obra Atlas de Anatomía Humana en la que fue coautor el destacado pintor mexicano Luis Amendolla Gasparo, obra que propuso innovaciones, principalmente en los procesos de los diversos cortes anatómicos en cadáver ideados por el maestro Antúnez.

En 1979, la Editorial Limusa publicó la primera edición de su obra Anatomía Funcional del Sistema Nervioso en el que se enfocan en forma didáctica y ágil los aspectos morfológicos del sistema nervioso humano y sus aplicaciones funcionales básicas.

SU PARTIDA

A fines de los 70's, trabajando aún en el CICS, comenzó a deteriorarse la salud del Maestro, su organismo fue presa de la enfermedad que lo llevaría a su muerte; un cáncer del sistema linfático fue minando lentamente su organismo que en plena sexta década de la vida, aún tenía mucho que dar; esa enfermedad nos arrebató a este hombre que se entregó a la Escuela Superior de Medicina y que hoy agradecida lo recuerda con cariño y agradecimiento eterno. A todos nos conmovió profundamente. Y nos consternó a todos los miembros de la comunidad la noticia de su deceso ocurrido el 20 de agosto de 1981.

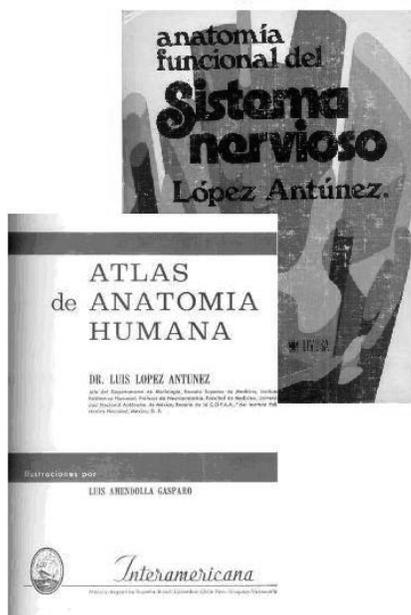
México, D.F. 28 de febrero de 2008

Dr. Carlos Guzmán Cuervo

Decano

Escuela Superior de Medicina
Instituto Politécnico Nacional

[Su Labor Editorial]



Morfología Normal de las **ARTERIAS CORONARIAS** **EN EL CORAZÓN HUMANO**

Adelina Rojas Granados*, Manuel Ángeles Castellanos*, Patricia Herrera Saint-Leu•, Samuel P. Gallegos Serrano*, Isabel García-Peláez Δ°y Manuel Arteaga Martínez *,°.

* *Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina UNAM*

• *Jefa del Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina UNAM*

Δ *Departamento de Biología Celular y Tisular, Facultad de Medicina UNAM*

° *Escuela de Medicina de la Universidad Panamericana*

México, D.F.

Título corto:

Arterias Coronarias en Corazón Humano

Correspondencia:

Dra. Adelina Rojas Granados
Laboratorio de Morfología del Desarrollo
Departamento de Anatomía
Facultad de Medicina UNAM
Cd. Universitaria, D.F.
CP 04510
Tel. 56-23-02-22 Ext. 45066
E-mail: nina_guadalajara@yahoo.com.mx

Conocer la morfología normal y la variabilidad anatómica de las arterias coronarias principales y sus ramas es de gran importancia en la valoración y tratamiento de las enfermedades cardiacas¹⁵, y sólo basta recordar que en países desarrollados o en vías de desarrollo las enfermedades adquiridas del corazón y, fundamentalmente las que involucran a las arterias coronarias, ocupan los primeros lugares en morbi-mortalidad en la población adulta.

Por otra parte, en la población neonatal e infantil, con la notoria mejoría que se ha alcanzado en las últimas décadas en el diagnóstico y tratamiento de cardiopatías congénitas, se ha hecho evidente la necesidad de un mejor conocimiento morfológico de las arterias coronarias ya sea porque éstas directamente tengan alguna alteración en su origen o trayecto, o porque interfieran el procedimiento quirúrgico para la corrección de diversas cardiopatías congénitas, tales como la tetralogía de Fallot o la transposición de grandes arterias, por sólo mencionar algunas⁴.

ORIGEN EMBRIOLÓGICO: Las arterias coronarias son las encargadas de dar irrigación a todo el corazón proporcionando el aporte sanguíneo necesario para la oxigenación de la totalidad del miocardio³. Durante mucho tiempo, se creyó que las arterias coronarias crecían hacia el exterior a partir de la raíz aórtica. En la actualidad, se sabe que estas arterias se originan a partir de células del órgano proepicárdico, cuando éstas forman la capa del epicardio. Trabajos descriptivos y experimentales han demostrado que los vasos coronarios se forman por vasculogénesis y los precursores de la capa endotelial de las arterias coronarias se organizan en espacios subepicárdicos, formando un plexo vascular que sólo hasta etapas posteriores se conecta a la raíz aórtica; los precursores del endotelio, músculo liso y fibroblastos de las arterias coronarias pueden ser encontrados en el mesénquima subepicárdico¹¹. La morfología definitiva de la circulación coronaria puede observarse en el humano en embriones del estadio 18 de Streeter⁷.

ARTERIAS CORONARIAS PRINCIPALES: En el corazón humano normal, usualmente hay dos arterias coronarias principales: derecha e izquierda, que se originan directamente de la aorta, como sus primeras ramas y ocupan una posición subepicárdica⁹. A partir de su origen, estas arterias coronarias derecha e izquierda y sus ramificaciones principales mantienen su posición subepicárdica y se alojan en surcos atrioventriculares e interventriculares^{1,9,10,13}, acompañadas por venas coronarias, vasos linfáticos y fibras nerviosas, generalmente inmersas en tejido adiposo, lo que dificulta su identificación (Figura 1). Conforme se ramifican, las arterias

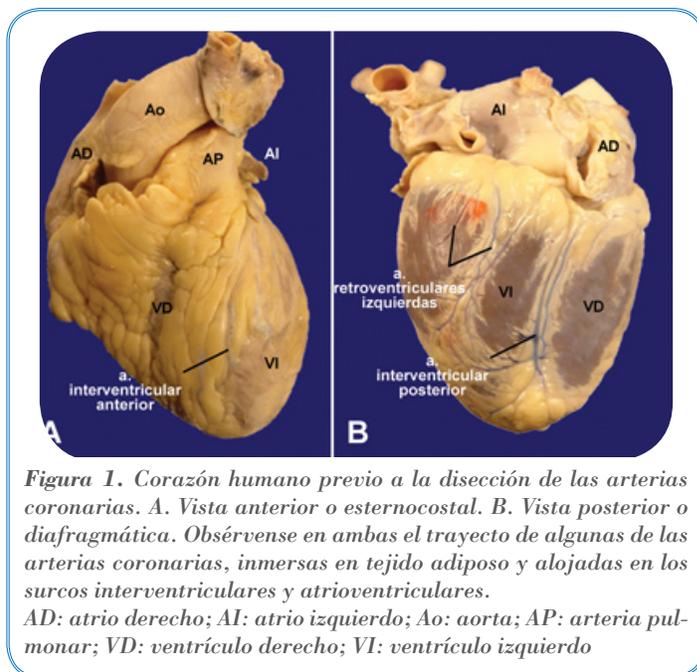


Figura 1. Corazón humano previo a la disección de las arterias coronarias. A. Vista anterior o esternocostal. B. Vista posterior o diafragmática. Obsérvense en ambas el trayecto de algunas de las arterias coronarias, inmersas en tejido adiposo y alojadas en los surcos interventriculares y atrioventriculares.
AD: atrio derecho; AI: atrio izquierdo; Ao: aorta; AP: arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo

coronarias menores se introducen entre las fibras miocárdicas y adoptan un trayecto intramiocárdico.

Las arterias coronarias principales surgen de la raíz de la aorta (Figura 2), a nivel de la valva aórtica de los senos aórticos o de Valsalva que miran hacia la arteria pulmonar (anteroderecho y anteroizquierdo) y que por ello son comúnmente denominados como senos aórticos coronarios. Normalmente, las arterias coronarias surgen del seno aórtico correspondiente a través de un ostium u orificio coronario localizado más o menos en el centro y ligeramente por encima del margen libre de la cúspide¹³, aunque no es raro encontrar múltiples variaciones sin significado funcional. Cada arteria coronaria se origina de la pared aórtica en un ángulo diferente con respecto al eje longitudinal aórtico, la coronaria derecha usualmente se origina en un ángulo de 90 grados, mientras que la izquierda lo hace en un ángulo ligeramente menor¹³.

ARTERIA CORONARIA DERECHA. Se origina del seno aórtico coronario anteroderecho; es frecuente encontrar más de un ostium coronario con origen independiente de alguna de sus primeras ramas. Inmediatamente se aloja en el surco atrioventricular derecho, al cual rodea y sigue por la cara posterior del corazón hasta la crux cordis; en su trayecto, esta arteria da origen a diversas ramas colaterales atriales y ventriculares (Figuras 2 y 3).

Generalmente, la primera de estas colaterales es la **arteria infundibular o del cono arterioso derecho**, que cruza y se distribuye en la pared libre infundibular derecha (Figura 3A);

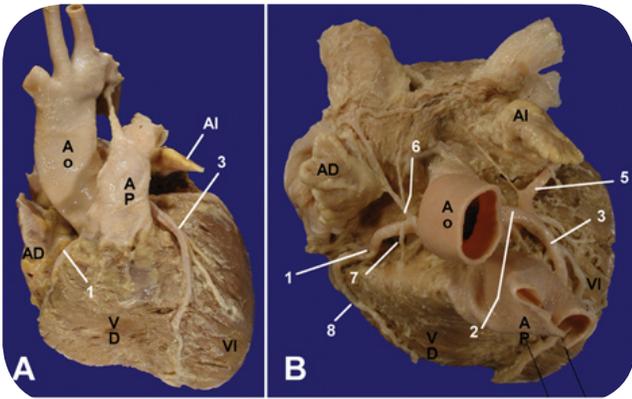


Figura 2. Corazones humanos con las arterias coronarias ya diseccionadas, a las cuales se les ha quitado mediante disección cuidadosa el tejido graso que las envolvía. A. Vista anterior o esternocostal mostrando fundamentalmente el trayecto de la arteria interventricular anterior. B. Vista oblicua superior donde se aprecia la emergencia de las arterias coronarias principales a nivel de la raíz aórtica, así como múltiples ramificaciones atriales y ventriculares que van surgiendo en su trayecto.

AD: atrio derecho; AI: atrio izquierdo; Ao: aorta; AP: arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo; 1: arteria coronaria derecha; 2: arteria coronaria izquierda; 3: arteria interventricular anterior; 5: arteria circunfleja; 6: arteria del nodo sinoatrial; 7: arteria infundibular; 8: arteria marginal derecha.

una de sus ramificaciones habitualmente rodea el orificio valvular pulmonar y puede anastomosarse con una colateral de la arteria coronaria izquierda. En la misma zona surge, en 55% de los casos, la arteria del nodo sinoatrial (Figuras 3A, 4B y 5B), la cual asciende por la pared anteromedial del atrio derecho hasta alcanzar el orificio de la vena cava superior para dar la irrigación al nodo sinusal o sinoatrial.

La arteria coronaria derecha continúa su trayecto alojada en el surco atrioventricular anterior derecho y al llegar al borde derecho del corazón da origen a la rama arterial marginal derecha (Figura 3B), la cual corre a lo largo del margen agudo del corazón hacia el ápex, da origen a varias pequeñas ramas que se distribuyen por la pared libre ventricular derecha. Hay una rama, inconstante pero de importancia anatómica y clínica, que se origina en esta misma zona y recibe el nombre de rama diagonal posterior, la cual puede originarse directamente de la arteria coronaria derecha o ser continuación de la rama marginal derecha; sea cual fuere su origen, atraviesa transversal o diagonalmente la pared posterior del ventrículo derecho y se aloja en el sur-

co interventricular posterior, irrigando el tercio inferior del septo interventricular posterior sin importar la longitud de la arteria interventricular posterior ¹².

Después de emitir esta última rama, la coronaria derecha gira hacia el surco atrioventricular derecho posterior, extendiéndose hasta la *crux cordis* y dando origen, en 90% de los individuos, a la arteria coronaria descendente o interventricular posterior, a la arteria del nodo atrioventricular y a varias ramas coronarias retroventriculares izquierdas (Figuras 3C,D y 4D); esta situación es conocida como dominancia coronaria derecha (Figuras 3 y 4).

La arteria coronaria descendente o interventricular posterior se aloja en el surco interventricular posterior y desciende en dirección al ápex, para encontrarse finalmente con la arteria recurrente posterior (porción terminal de la arteria coronaria descendente anterior) a escasa distancia del ápex (Figs. 3C, D y 4D); en su trayecto da origen a las ramas perforantes septales posteriores que llevan la irrigación a la parte posterior del septum interventricular.

La arteria del nodo atrioventricular se origina también a nivel de la *crux cordis* (Figura 3D), pasa debajo del seno coronario, en la cima del septum de entrada ventricular, y termina en el área del nodo atrioventricular (triángulo de Koch); en 8 a 13% de los casos la arteria del nodo atrioventricular se origina de la porción terminal de la arteria circunfleja, y en 2 a 10% de ambas, de la arteria coronaria derecha y de la arteria circunfleja ⁵.

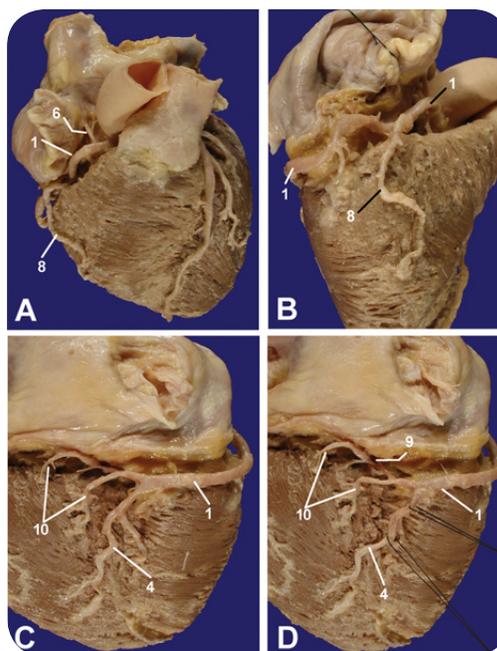


Figura 3. Patrón de dominancia coronaria derecha, mostrando el origen y trayecto de la arteria coronaria derecha. A. Vista anterior o esternocostal; obsérvense el origen y trayecto de la coronaria derecha (1), de la arteria del nodo sinoatrial (6) y de la arteria marginal derecha (8). B. Vista lateral derecha; nótese el trayecto de la coronaria derecha (1) y la emergencia y disposición de la arteria marginal derecha (8). C, D. Vista posterior o diafragmática, mostrando la terminación de la coronaria derecha (1), la emergencia de la arteria interventricular posterior (4), de la arteria del nodo atrioventricular (9) y de arterias retroventriculares izquierdas (10).

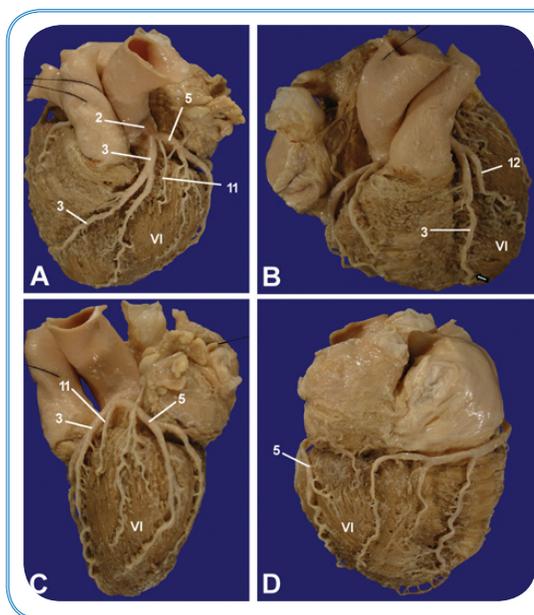


Figura 4. Patrón de dominancia coronaria derecha, mostrando el origen y trayecto de la arteria coronaria izquierda. A. Vista oblicua anterior izquierda; obsérvense la emergencia de la coronaria izquierda (2) y su bifurcación inmediata en arteria interventricular anterior (3) y arteria circunfleja (5), así como la emergencia de la arteria intermedia (11). B. Vista ventral o esternocostal; nótese la emergencia de algunas ramas diagonales (12) de la arteria interventricular anterior (3) y como esta última llega hasta el ápex ventricular (flecha) y lo rodea pasando a la cara posterior ventricular. C. Vista lateral izquierda mostrando la emergencia de la arteria intermedia (11) y de varias ramas ventriculares y atriales, tanto de la arteria interventricular anterior (3) como de la arteria circunfleja (5). D. Vista posterior o diafragmática mostrando la terminación de la arteria circunfleja (5) en la cara lateral del ventrículo izquierdo (VI).

Las ramas retroventriculares izquierdas (Figuras 3C, D y 4D), en número y extensión variable, van a irrigar la pared inferior del ventrículo izquierdo y parte del grupo de músculos papilares posteromediales de la valva atrioventricular izquierda.

Durante todo su curso, la coronaria derecha da ramas adicionales para el atrio y ventrículo derechos, que no reciben ninguna designación específica.

ARTERIA CORONARIA IZQUIERDA. Se origina del seno aórtico coronario anteroizquierdo, cruza el borde posterior del anillo pulmonar y alcanza el surco atrioventricular izquierdo, entre la arteria pulmonar y la orejuela izquierda (Figuras 2B y 4A); el tronco principal de esta arteria rara vez excede de 10 mm de longitud y se considera corto cuando es igual o menor a 5 mm². Después de este corto trayecto, la coronaria izquierda se divide en **arteria coronaria descendente o interventricular anterior** y **arteria circunfleja** (Figura 4A); en aproximadamente 30% de los corazones, entre estas dos arterias, existe una tercera rama denominada **arteria intermedia o tercera arteria** (Figura 4A) que cruza oblicuamente la pared libre ventricular izquierda y en ocasiones llega a tener un calibre similar o mayor a la arteria interventricular anterior¹.

La **arteria interventricular anterior** gira hacia abajo en dirección al ápex, rodea la cara izquierda de la base de la arteria pulmonar principal hasta alcanzar el surco interventricular anterior, se aloja en él y desciende en dirección al ápex (Figuras 3A y 4A, B) inmersa en un ambiente de tejido adiposo (Figura 1A), hasta alcanzar y rodear el ápex ventricular, continuando por el surco interventricular posterior por una corta distancia

(Figura 4D); esta porción terminal de la arteria interventricular anterior es conocida como **arteria recurrente posterior o de Mouchet**¹³ (Figura 4D) y frecuentemente termina anastomosándose con la arteria interventricular anterior. En su trayecto, la arteria interventricular anterior da origen a una o más ramas diagonales que cursan hacia la izquierda para irrigar el margen obtuso del corazón (Figuras 2A, 4A, B, 5A y 6A), así como **varias ramas perforantes septales anteriores** (de 6 a 8), que penetran dentro del septum interven-

tricular e irrigan la mayor parte del septum interventricular; la primera o segunda de estas ramas perforantes septales es la de mayor calibre, dando importantes tributarias para la trabécula septomarginal y la rama derecha del haz de His.

La **arteria circunfleja** se aloja y sigue el surco atrioventricular izquierdo y su longitud depende de la extensión de las ramas retroventriculares izquierdas (originadas de la coronaria derecha) (Figura 4C, D); en su trayecto esta arteria circunfleja da ramas ventriculares (ramas marginales) y atriales izquierdas; una de estas ramas ventriculares suele ser muy grande, se ubica a lo largo del borde izquierdo (obtus) del corazón y es denominada **rama marginal izquierda**¹ (Figura 4C). En aproximadamente 10% de los corazones, la arteria circunfleja da origen a la **arteria interventricular posterior** y a la **arteria del nodo atrioventricular**, en vez de originarse estas ramas de la arteria coronaria derecha, situación conocida como dominancia coronaria izquierda (Figuras 5D y 6C, D); en 45% de los individuos la arteria circunfleja también puede dar origen a la arteria del nodo sinoatrial.

ARTERIA DEL NODO SINOATRIAL. Esta arteria, debido a su importancia clínica debe ser considerada en forma particular, ya que lleva la irrigación al nodo sinusal o sinoatrial y es utilizada como un elemento anatómico de referencia para localizar dicho nodo del sistema de conducción cardiaco¹⁴. Cuando esta arteria alcanza el nodo sinoatrial, en 70% de los corazones queda situada más o menos en el centro del nodo, y queda rodeada por sus células; con menor frecuencia, la posición de la arteria es excéntrica con respecto al nodo. La arteria del nodo sinoatrial es usualmente una única rama, que puede originarse de la arteria coronaria derecha (60%)

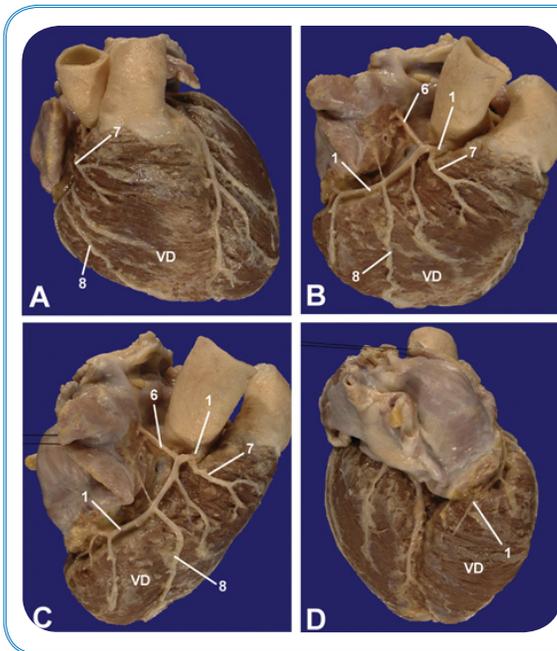


Figura 5. Patrón de dominancia coronaria izquierda, mostrando el origen y trayecto de la arteria coronaria derecha (1). A. Vista anterior o esternocostal; obsérvense el trayecto de la arteria infundibular (7), de la rama marginal derecha (8) y de varias ramas ventriculares que se han originado de la coronaria derecha. B, C. Vista oblicua anterior derecha, mostrando el origen y trayecto de las arterias del nodo sinoatrial (6), infundibular (7), marginal derecha (8) y de varias ramas atriales y ventriculares. D. Vista posterior o diafragmática, mostrando el corto territorio de irrigación de la coronaria derecha (1), que no alcanza la cara posterior del ventrículo derecho (VD).

(Figuras 3A, 4B y 5B) o de la arteria circunfleja (40%)⁵. Según el origen y trayecto de esta arteria, se han descrito seis rutas distintas: 1) La arteria se origina de la porción proximal de la coronaria derecha y asciende por la cara anterior del atrio derecho hasta alcanzar la cara anterior de la vena cava superior (Figuras 3A, 4B y 5B); éste es el origen y trayecto más frecuentemente reportado. 2) La arteria también se origina de la porción proximal de la arteria coronaria derecha y asciende la pared anterior del atrio derecho, pero al llegar a la vena cava superior la rodean por su cara medial y cruza por detrás de este vaso para llegar, finalmente, a su cara anterolateral. 3) La arteria se origina de la coronaria derecha, pero no de su porción proximal, sino a nivel del borde medial de la base del atrio derecho, y asciende por su cara lateral hasta alcanzar la vena cava superior. 4) La arteria se origina de la porción proximal de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda, se dirige hacia la derecha y discurre por la pared anterior de los atrios hasta alcanzar la vena cava superior, a la cual cruza por su cara anterior. 5) La arteria también se origina de la porción proximal de la arteria circunfleja, de la arteria coronaria izquierda, sigue un trayecto oblicuo hacia la derecha hasta alcanzar el origen de la vena cava superior, y rodea a este vaso por su cara medial y posterior, hasta llegar finalmente a su cara lateral donde termina. 6) La arteria se origina también de la arteria circunfleja, pero más distal que el tipo anterior, a nivel del borde obtuso del corazón y de la base de la orejuela izquierda, ascendiendo por la cara lateral del atrio izquierdo hasta llegar a la vena cava superior. Sea cual sea el origen y trayecto ascendente de esta arteria del nodo sinoatrial, proporcionará la irrigación de esta importante parte del sistema de conducción cardiaco

¹⁴, para terminar en la unión cavoatrial donde, como ya se mencionó, puede rodear a la vena cava superior por delante (precaval) o por detrás (retrocaval)⁵. El sitio más común de origen la arteria del nodo sinoatrial es en los dos primeros centímetros de la arteria coronaria derecha⁸.

DOMINANCIA CORONARIA DERECHA, IZQUIERDA O BALANCEADA. El concepto anatómico de dominancia coronaria derecha, izquierda o balanceada está relacionado fundamentalmente con la terminación de estas arterias en la cara posterior del corazón y se considera de importancia, ya que la arteria coronaria dominante es la que usualmente dará origen a la arteria del nodo atrioventricular.

Dominancia derecha. Es el patrón más frecuente de distribución coronaria y lo encontramos en aproximadamente 90% de los corazones¹. En éste, como ya descrito antes en este trabajo, la **arteria coronaria derecha** se dirige hacia la derecha, rodea el orificio tricuspídeo alojada en el surco atrioventricular derecho, llega por el surco atrioventricular derecho posterior hasta la *crux cordis* y en este punto da origen a la **arteria interventricular posterior**, a la **arteria del nodo atrioventricular** y a las **ramas retroventriculares izquierdas** (Figuras 3 y 4). Por su parte, la **arteria coronaria izquierda** se dividirá inmediatamente después de su origen en **arteria interventricular anterior** y **arteria circunfleja**; esta última se aloja en el surco atrioventricular izquierdo en un corto trayecto, después del cual lo abandona y termina perdiéndose en la cara lateral o posterolateral del ventrículo izquierdo (Figura 4C, D). En este tipo de distribución coronaria, el origen de la arteria del nodo sinoatrial es indistinto de la coronaria derecha o de la circunfleja.

Dominancia izquierda. Este patrón de distribución coronaria lo encontramos en aproximadamente 10% de los corazones¹. En éste, la **arteria coronaria izquierda** también se dividirá inmediatamente después de su origen en **arteria interventricular anterior** y **arteria circunfleja** (Figura 6A, B), pero esta última tendrá un trayecto más largo que cuando existe dominancia derecha, rodeará el orificio mitral, y va a llegar a través del surco atrioventricular izquierdo posterior hasta la *crux cordis*, donde dará origen a la **arteria interventricular posterior** y a la **arteria del nodo atrioventricular**, emitiendo durante su trayecto por la cara posterior **ramas retroven-**

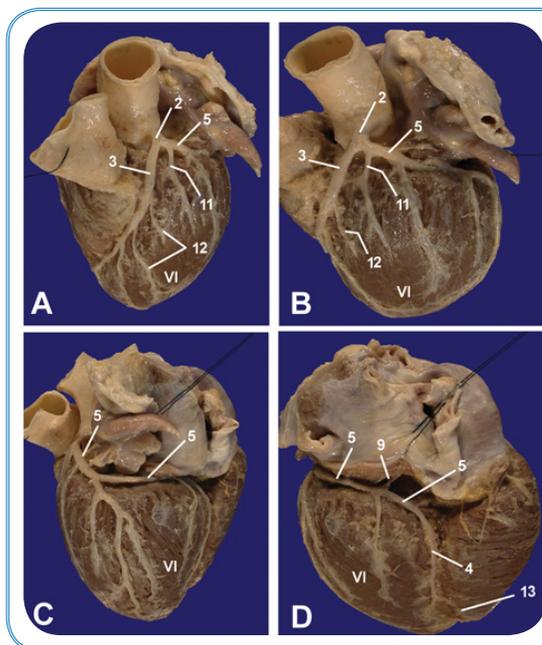


Figura 6. Patrón de dominancia coronaria izquierda, mostrando el origen y trayecto de la arteria coronaria izquierda. A,B. Vista oblicua anterior izquierda; obsérvense la emergencia de la coronaria izquierda (2) y su bifurcación inmediata en arteria interventricular anterior (3) y arteria circunfleja (5), así como la emergencia de la arteria intermedia (11) y de varias ramas diagonales (12). C. Vista oblicua posterior izquierda; nótese el extenso recorrido de la arteria circunfleja (5) y su importante ramificación para la irrigación de la pared posterior del ventrículo izquierdo (VI). D. Vista posterior o diafragmática mostrando el origen a partir de la circunfleja (5) de la arteria del nodo atrioventricular (9) y de la arteria interventricular posterior (4), así como la anastomosis de esta última con la arteria recurrente posterior (13) (rama de la interventricular anterior).

triculares que llevan la irrigación a la cara posterior del ventrículo izquierdo (Figura 6C, D). La arteria coronaria derecha se va a originar de manera normal del seno aórtico coronario derecho, se va a dirigir hacia la derecha y rodear al orificio tricuspídeo por un corto trayecto alojada en el surco atrioventricular derecho, hasta llegar al borde derecho del corazón donde termina perdiéndose (Figura 5). También en este tipo de distribución coronaria, el origen de la arteria del nodo sinoatrial es indistinto de la coronaria derecha o de la circunfleja.

Patrón balanceado. En 0.5 a 1% de los corazones, tanto la arteria coronaria derecha como la circunfleja van a alcanzar la cara posterior del corazón y a ese nivel cada una de ellas va a dar origen a una rama que desciende, paralela al surco interventricular posterior en dirección al ápex ventricular, sin alojarse ninguna de ellas en dicho surco. En este tipo de patrón coronario, la arteria del nodo atrioventricular puede indistintamente originarse de la coronaria derecha o de la circunfleja, aunque es más frecuente de la primera.

ANASTOMOSIS ENTRE LAS ARTERIAS CORONARIAS. Es importante señalar la existencia de redes vasculares anastomóticas entre ambos sistemas arteriales coronarios, pudiendo existir anastomosis arterio-arteriales y anastomosis arterio-venosas.

Entre las anastomosis arterio-arteriales podemos distinguir dos tipos: las **anastomosis interarteriales** y las **intraarteriales**. Dentro de las primeras se incluyen las anastomosis entre la coronaria derecha y la coronaria izquierda, o entre algunas de sus ramas; un ejemplo de éstas, es la encontrada entre la rama del cono arterioso derecho (rama de la coronaria

derecha) y una pequeña arteria que se origina de la arteria interventricular anterior (rama de la coronaria izquierda), formando el llamado **anillo de Vieussen's**. Otro ejemplo de este tipo de anastomosis es el que se forma entre la arteria interventricular anterior (rama de la coronaria izquierda) y la arteria interventricular posterior (generalmente rama de la coronaria derecha). Con respecto a las anastomosis intraarteriales, éstas se dan entre ramas de una misma arteria coronaria; un ejemplo sería la anastomosis entre la rama interventricular anterior y la rama marginal izquierda, siendo ambas ramifi-

caciones de la arteria coronaria izquierda⁶.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson RH, Becker AE. Cardiac Anatomy. An integrated Text and Colour Atlas. Gower Medical Publishing, Londres, 1980.
- Anderson RH, Razavi R, Taylor AM. Cardiac anatomy revisited. J. Anat 2004; 205: 59-77.
- Angelini P, Villason S, Chan AV, Diez JG. Normal and anomalous coronary arteries in humans. En: Coronary Artery Anomalies. A comprehensive approach. Angelini, P. Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia, 1999. pp 27-79.
- Arteaga M, Soto B. Anomalías congénitas de las arterias coronarias: Anomalías secundarias. En: Cardiología Pediátrica. Clínica y Cirugía. Tomo II. Sánchez PA. Salvat Editores S.A. Barcelona, 1986. pp 766-772.
- Farhood S, Subramaniam K. Cardiac conduction system: Anatomic landmarks relevant to interventional electrophysiologic techniques demonstrated with 64-Detector CT. RadioGraphics 2007; 27: 1539-1567.
- Hadžiselimovic H, Šecerov D. Superficial anastomoses of blood vessels in the human heart. Acta anat 1979; 104: 268-278.
- Hutchins GM, Kessler A, Moore GW. Development of the coronary arteries in the embryonic human heart. Circulation 1988; 77: 1250-1257.
- Hutchinson MCE. A study of the atrial arteries in man. J Anat 1978; 125: 39-54.
- Kosinski A, Grzybiak M, Skwarek M, Hreczecha J. Distribution of muscular bridges in the adult human heart. Folia Morph 2004; 63: 491-498.
- Lima VJ, Cavalcanti JS, Tashiro T. Myocardial bridges and their relationship to the anterior interventricular branch of the left coronary artery. Arq Bras Cardiol 2002; 79: 215-222.
- Muñoz Chápuli R. Cellular precursors of the coronary arteries. Tex Heart Inst J 2002; 29: 43-49.
- Nerantzis CE, Gribizi JE, Margaritis NG, Antonelis JP, Salahas TI, Koroxenidis GT. Posterior right diagonal artery. Anat Rec 1994; 238: 528-532.
- Reig J. Anatomical variations of the coronary arteries: I. The most frequent variations. Eur J Anat 2003 (Suppl) 1: 29-49.
- Tomokazu K, Hiroshi S. The morphological significance of the human sinoatrial nodal branch (artery). Heart Vessels 2003; 18: 213-219.
- Zamir, M. Distributing and delivering vessels of the human heart. J. Gen Physiol 1988; 91: 725-735.

Variantes Anatómicas de la Vía Biliar
**EXTRAHEPÁTICA. ESTUDIO
MORFOLÓGICO DEL ORIGEN Y
RELACIÓN DE LA ARTERIA
CÍSTICA EN CADÁVER.
RESULTADOS PRELIMINARES**

Diana Luz Gutiérrez Espinosa*, Manuel Arteaga Martínez* •,
Rafael Avendaño Pradel*, Patricia Herrera Saint-LeuΔ.

* *Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina UNAM*

• *Escuela de Medicina de la Universidad Panamericana*

Δ *Jefa del Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina UNAM
México, D.F.*

Título corto:

Vía Biliar Extrahepática

Correspondencia:

Dra. Diana Luz Gutiérrez Espinosa
Departamento de Anatomía
Facultad de Medicina UNAM
Cd. Universitaria, D.F.
CP 04510
Tel. 56-23-24-24
E-mail: DIANONINA@yahoo.com

RESUMEN

Se disecó en 45 cadáveres la vía biliar extrahepática, desde el hilio hasta su desembocadura en el duodeno. *In situ* se observó la disposición de conductos hepáticos, cístico y colédoco, presencia de conductos accesorios y la relación de elementos arteriales con dichos conductos. Mediante un calibrador Vernnier se realizaron mediciones de la longitud de los conductos. De los 45 casos, 41 (91.1%) presentaron algún tipo de variante en vía biliar y/o arterial. En 4 (8.9%) se encontraron conductos hepáticos accesorios, en 13 (28.9%) se observaron alteraciones a nivel de la unión cistohepática, y en 40 (88.9%) se encontraron alteraciones en el origen o trayecto de la arteria cística. Hasta ahora, nuestros resultados han sido esencialmente semejantes a lo reportado en la literatura mundial, aunque, en nuestro estudio, más altas las variantes del origen y relación de la arteria cística.

Palabras clave: vía biliar extrahepática; conducto hepático; conducto cístico; arteria cística

ABSTRACT

The extrahepatic biliary tree was dissected in 45 corpses, from hilum to its opening in the duodenum. It was observed *in situ* the position of the hepatic, cystic and common bile ducts, as well as the presence of accessory ducts and the relation of the arterial branches with such ducts. By means of a Vernnier caliper measurements of the length of the ducts were done. Of the 45 cases, in 41 (91.1%) some type of variant in biliary and/or arterial tree was observed. In 4 (8.9%) accessory hepatic ducts were present, in 13 (28.9%) alterations of the hepatic and cystic ducts union were observed, and in 40 (88.9%) the origin or course of the cystic artery was abnormal. Until now, our results have been essentially similar to the reported in previous papers, although the variants in the origin and relation of the cystic artery were higher in our study.

Key words: extrahepatic biliary tree; hepatic duct; cystic duct; cystic artery

INTRODUCCIÓN

Por su naturaleza embriológica la vía biliar es una de las regiones con mayor frecuencia y tipos de variantes anatómicas y, en términos estadísticos, sólo 50% de la población se ajusta a un patrón morfológico normal. Por otra parte, la vía biliar por la frecuencia y variedad en su patología, es una de las regiones anatómicas manejadas quirúrgicamente con mayor frecuencia, incluso en pacientes jóvenes ⁷.

A la presencia de variantes anatómicas en la vía biliar, Martin y Rossi la señalan como uno de los principales factores de riesgo para su lesión iatrogénica durante el acto quirúrgico⁵. Entre éstas, las variaciones del conducto cístico y su punto de unión con el conducto hepático común son muy importantes en términos quirúrgicos; ^{5,11} las causas de lesión se pueden clasificar como vinculadas a disposición anatómica, patología local y/o asociada a factores técnicos ¹⁹.

En 1867 Johns Bobbs, realizó una cirugía de lo que pensaba era un quiste ovárico; sin embargo, al incidir sobre la pieza de patología observó la salida de líquido claro y litos; esta sería, aunque accidental, la primera colecistotomía. Quince años más tarde, en 1882, Carl Langebuch después de varios años de disecciones en cadáveres, desarrolló la técnica de la colecistectomía abierta. En 1891, Calot describió los límites del triángulo que llevaría su nombre (arteria y conducto cístico y conducto hepático común), el cual se ha vuelto una referencia anatómica de dominio para intervencionistas de la vía biliar ^{13,14}. Poco más de un siglo después del desarrollo de la técnica abierta, Erich Mühe en 1985 realizó la primera colecistectomía de invasión mínima (laparoscópica); en México el primer procedimiento con esta técnica fue realizado en 1990 por el Dr. Gutiérrez en el IMSS ¹².

Con el paso del tiempo, y a la par de los avances en técnicas quirúrgicas y su instrumental, ha crecido el interés por conocer con mayor detalle las estructuras anatómicas implicadas en la colecistectomía. Pretendiendo unificar criterios de una anatomía normal y con ello limitar lesiones a las estructuras del árbol biliar, se han descrito gran cantidad de variantes anatómicas en esta región, todas válidas, pues su morfología depende directamente de su desarrollo embriológico ²⁴. En este campo ha habido múltiples aportaciones; sin embargo, son tres las más destacadas: en 1972 por Goor y cols. (citado por Kurumi y cols. ⁶), en 2000 por Kurumi y cols. ⁶, y en 2002 por Cavalcanti y cols. ³; todos ellos desarrollando protocolos de estudio en cadáveres a fin de aportar a la literatura variantes anatómicas encontradas con mayor frecuencia.

En la actualidad, la frecuencia de lesión de las vías biliares asociadas a colecistectomía con técnica laparoscópica es de

0.3 a 0.6%, mientras que con la técnica abierta sólo se presenta en 0.1 a 0.3% de los casos, es decir la iatrogenia en la vía biliar es 3 a 4 veces más frecuente en cirugía de invasión mínima respecto a la técnica tradicional ^{5,7,8,19}. Con el advenimiento de todos estos avances tecnológicos, la necesidad y el interés por conocer con mayor precisión el detalle de las características anatómicas de la región a intervenir han cobrado auge y así, se ha logrado prevenir o sospechar el daño potencial en estructuras adyacentes¹. Por ello, nos pareció de interés realizar este estudio mediante disección cuidadosa y protocolizada de un número representativo en cadáveres humanos que nos permitan tener visión clara y amplia de la morfología normal de las vías biliares extrahepáticas y sus variantes en nuestra población; nuestro objetivo final es llevar la muestra a 100 vías biliares extrahepáticas disecadas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron 45 cadáveres íntegros del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM. Todos correspondieron a personas adultas, del sexo masculino o femenino, adecuadamente preparados y fijados para su conservación en el anfiteatro de la Facultad.

TÉCNICA DE ABORDAJE: con el cadáver en decúbito dorsal, mediante un bisturí se procede a marcar una primera incisión sobre la piel en la línea media, desde la apéndice xifoides hasta la sínfisis del pubis; se efectúa una segunda incisión transversal en ángulo de 90° a nivel de la cicatriz umbilical de aproximadamente 25 cm de longitud a cada lado¹⁷. Se profundizan ambas incisiones hasta llegar al peritoneo parietal. De esta forma, quedaron cuatro anchas bisagras triangulares de vértice libre, las cuales se reclinan hacia fuera, extendiéndose por encima de su base hasta donde el corte lo permite¹⁷. Se identifican las vísceras in situ, se abate el omento mayor y el estómago hacia la izquierda, y mediante ganchos tipo erina se reclina el borde libre del hígado hacia arriba y afuera¹⁷.

Mediante una pinza de anillos se toma la vesícula biliar por su cuello y se tracciona hacia la derecha a fin de identificar y disecar el conducto cístico mediante disección roma; a continuación, la vesícula se jala hacia adelante y la izquierda para poner en evidencia al hiato de Winslow¹⁰. Finalmente, se incide sobre su repliegue peritoneal a fin de exponer libremente los elementos del hilio¹⁷.

Debidamente identificados los conductos cístico y hepático, se busca la arteria cística en su convergencia con el cuello o la pared de la vesícula biliar, y se sigue en sentido retrógrado hasta encontrar el origen de la arteria que la irriga¹⁰. Del pun-

to de unión del conducto cístico con el hepático, se sigue al colédoco hasta su desembocadura en el conducto pancreático o en la segunda porción del duodeno.

ESTUDIO CUALITATIVO: una vez disecada la vesícula biliar, los conductos cístico y hepático, y la(s) arteria(s) que los irrigan, se realizó una descripción detallada y un esquema de los hallazgos encontrados en cada caso. Las variedades encontradas fueron registradas mediante una cámara fotográfica digital.

Para la clasificación de las variantes anatómicas en la unión cisto-hepática, se tomó como referencia la publicación de Turner y Fulcher¹⁸, y para el origen y relación de la arteria cística la clasificación de Oddsdottir y Hunter¹¹.

ESTUDIO CUANTITATIVO: mediante un calibrador Vernier, se tomaron las siguientes mediciones: 1) Longitud del conducto hepático derecho; 2) Longitud del conducto hepático izquierdo; 3) Longitud del conducto hepático común; 4) Longitud del conducto cístico; y 5) Longitud del colédoco (Figura 1). Cada una de las mediciones se realizó tres veces por el mismo explorador (DLGE) y se registró el promedio de las tres mediciones.

RESULTADOS

De los 45 casos disecados, 28 (62%) correspondieron al sexo masculino y 17 (38%) al sexo femenino.

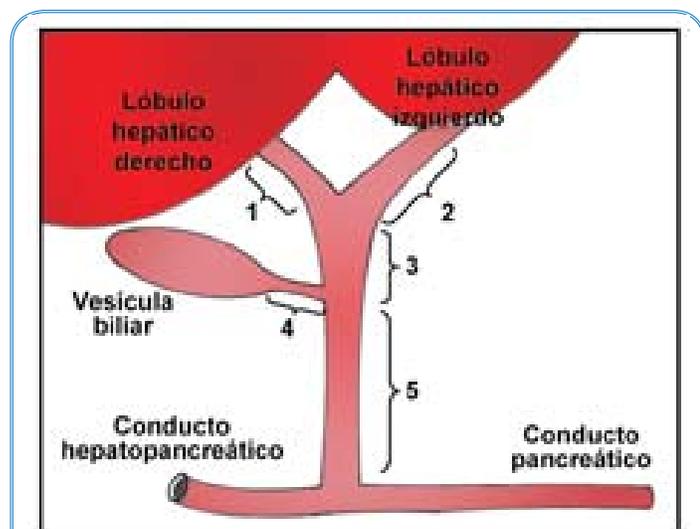


Figura 1: Representación esquemática de las mediciones realizadas en la vía biliar extrahepática.

1: Conducto hepático derecho; 2: Conducto hepático izquierdo; 3: Conducto hepático común; 4: Conducto cístico; 5: Colédoco.

ESTUDIO CUALITATIVO: del total de casos estudiados, sólo 4 (8.9%) se ajustaron a conceptos clásicos de “normalidad” en cuanto la morfología de los conductos hepáticos, la unión cistohepática y/o el origen y relación de la arteria cística. Los restantes 41 casos (91.1%) mostraron variaciones en vías hepáticas, en la unión cistohepática y/o en la irrigación vesicular, siendo éstas: en 27 (60%) la vía biliar fue normal con alguna variante de la arteria cística, en 10 (22.2%) se encontró alguna variante de la vía biliar con alguna variante de la arteria cística, y en 4 (8.9%) hubo alguna variante de la vía biliar con arteria cística normal.

Variantes en las vías hepáticas. De los 45 casos, en 19 (42.2%) se encontró disposición intraparenquimatosa de los conductos hepáticos derecho y/o izquierdo y en 4 (8.9%) se observaron conductos hepáticos accesorios.

Variantes de la unión cistohepática. De los 45 casos estudiados, en 32 (71.1%) la unión cistohepática fue normal, desembocando el cístico a nivel de la cara ántero-derecha del conducto hepático común (Figura 2 A). De los 13 casos restantes, en 2 (4.4%) la unión cistohepática fue alta, muy cerca de

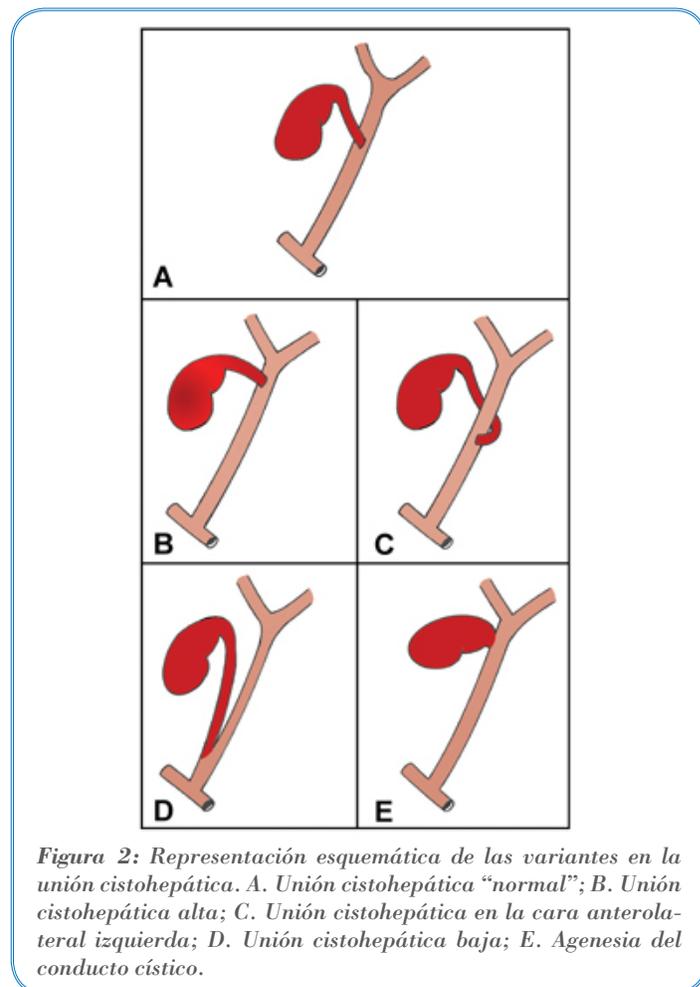


Figura 2: Representación esquemática de las variantes en la unión cistohepática. A. Unión cistohepática “normal”; B. Unión cistohepática alta; C. Unión cistohepática en la cara anterolateral izquierda; D. Unión cistohepática baja; E. Agenesia del conducto cístico.

la confluencia de los conductos hepáticos derecho e izquierdo (Figura 2 B); en 7 (15.5%) el cístico pasaba por detrás del conducto hepático común, lo rodeaba por su cara izquierda y desembocaba finalmente en la cara ántero-izquierda del conducto hepático común (Figura 2 C); en 2 (4.4%) el conducto cístico era muy largo, descendía en forma considerable y se unía finalmente al conducto hepático común muy cerca de la confluencia de este último con el conducto pancreático (Figura 2 D); finalmente, en los otros 2 (4.4%) se encontró ausencia del conducto cístico, desembocando directamente la vesícula al conducto hepático común (Figura 2 E).

Variantes de drenaje del conducto cístico. El drenaje del cístico fue normal en 44 casos y sólo en un espécimen (2.2%) se encontró alterado, en el cual el conducto cístico drenaba directamente en el conducto hepático derecho.

Variantes del origen y relación de la arteria cística. De los 45 casos, sólo 5 (11.1%) mostraron un origen y trayecto normal de la arteria cística, la cual pasaba por detrás del conducto hepático común (Figura 3 A). En 13 (28.9%) la arteria cística estaba duplicada, una de cuyas ramas pasaba por detrás del conducto cístico hasta alcanzar la cara inferior de la

vesícula (Figura 3 B); en 17 (37.8%) la arteria cística pasaba por delante del conducto hepático común en su trayecto hacia la vesícula (Figura 3 C); en 5 (11.1%) la arteria cística se originaba de un sitio diferente a la arteria hepática derecha (Figura 3 D). Los cinco casos restantes (11.1%) presentaron algún tipo de variante arterial, tales como arteria hepática derecha o izquierda con origen distinto a hepática común, y/o duplicadas (Figura 4).

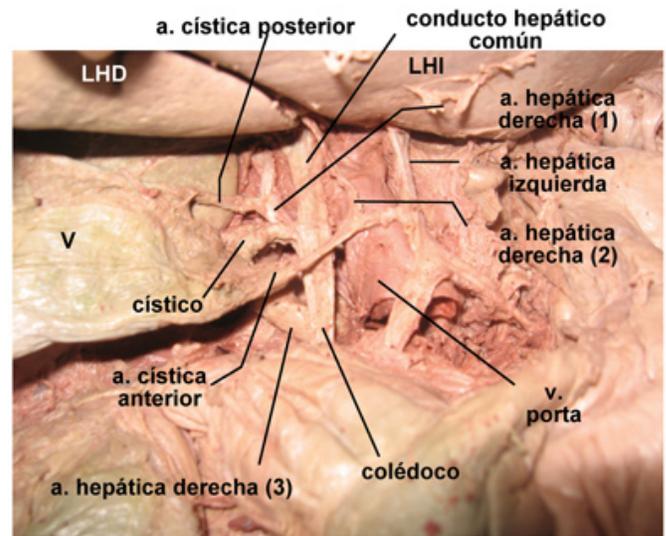


Figura 4: Caso con duplicación de las arterias hepática y cística, esta última con la trayectoria anterior y posterior de sus ramas a la vía biliar, y con triple arteria hepática derecha, de las cuales dos se originan de la arteria mesentérica superior y una de la arteria hepática común.

LHD: lóbulo hepático derecho; LHI: lóbulo hepático izquierdo; V: vesícula biliar

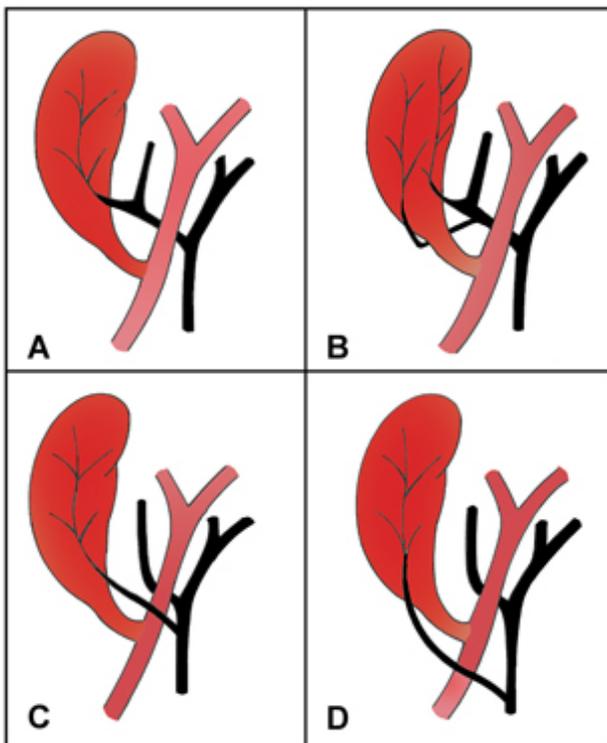


Figura 3: Representación esquemática de las variantes del origen y relación de la arteria cística. A. Origen y trayecto "normal"; B. Arteria cística duplicada con disposición anterior y posterior respecto a la vesícula; C. Origen distinto a arteria hepática derecha; D. Otras variantes.

ESTUDIO CUANTITATIVO

Conducto hepático derecho: la longitud del conducto hepático derecho fluctuó entre 8.3 y 23.6 mm, con una media de 14.8 mm.

Conducto hepático izquierdo: la longitud del conducto hepático izquierdo fluctuó entre 9.7 y 23.3 mm, con una media de 14.0 mm.

Conducto hepático común: la longitud del conducto hepático común fluctuó entre 15.5 y 49.7 mm, con una media de 33.1 mm.

Conducto cístico: la longitud del conducto cístico fluctuó entre 11.2 y 39.0 mm, con una media de 21.0 mm.

Conducto colédoco: la longitud del conducto colédoco fluctuó entre 19.1 y 81.8 mm, con una media de 54.7 mm.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La unión hepatocística considerada como normal, donde el drenaje del conducto cístico ocurre en la cara lateral derecha del conducto hepático común ha sido reportada por algunos autores entre 50 y 60% de la población^{6,9,18}, mientras que otros, como Simeone¹⁴ lo han encontrado en 70%, cifra que se aproxima más a lo que observamos en nuestro estudio que fue de 71.1%, por lo que en nuestra muestra, esta característica de normalidad es ligeramente más alta que lo previamente publicado.

Con respecto a la variante donde el conducto cístico drena directamente en el conducto hepático derecho, fue encontrada en 2% en el estudio de González⁵, cifra similar a lo que observamos en nuestro estudio, que se encontró sólo en un caso (2.2%).

La presencia de conductos císticos accesorios ha sido reportada por Mortele y Ros⁹ con una frecuencia entre 6.3 y 20%. En nuestro estudio, se encontraron conductos císticos accesorios en cuatro casos (8.9%), todos con origen en lóbulo hepático derecho y distinto nivel de desembocadura: drenaje directo en vesícula, en conducto hepático común, en colédoco y una triple confluencia, un caso de cada uno de estos tipos. Otros autores lo reportan con una frecuencia semejante^{6,11,16}.

El origen y posición normal de la arteria cística ha sido reportada entre 64 y 90% por diferentes autores^{11,14,15}, mientras que la posición posterior de esta arteria fluctúa entre 13 y 24%^{14,15}. La presencia duplicada o accesorio de la arteria cística, la encontramos en 37 de nuestros casos (82.2%); en la mayoría, una de las arterias se localizaba anterior a la vía biliar, mientras que la otra arteria cística discurría por la cara externa de la pared posterior de la vesícula. Es importante resaltar esta última variedad, ya que por un lado dificulta su disección pues se requiere despegar a la vesícula de su lecho hepático para poder identificar todo su trayecto, y por otro lado, cobra gran importancia en el quirófano por las implicaciones hemostáticas trans y posoperatorias del paciente. Finalmente, se ha reportado a la arteria hepática derecha con origen en mesentérica superior en frecuencias entre 12 y 20%^{11,14}, cifra superior a lo que nosotros encontramos de sólo 6.6%.

Nuestro estudio nos permite concluir hasta ahora que la frecuencia de variantes en la vía biliar extrahepática disecada es semejante a la reportada en la literatura mundial. Sin embargo respecto al origen y relación de la arteria cística, la frecuencia de variantes es superior al promedio habitual.

Dado el incremento en la frecuencia de patología en la vía biliar y considerando la perspectiva de su manejo quirúrgico,

destaca más la incidencia de duplicidad, origen y relación de los elementos arteriales que la de las variantes en los conductos biliares extrahepáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adkins RB Jr, Chapman WC, Reddy VS. Embryology, anatomy, and surgical applications of the extrahepatic biliary system. *Surg Clin North Am* 2000; 80: 363-379.
- Carlson BM. Sistema digestivo y respiratorio y cavidades corporales. En: *Embriología Humana y Biología del Desarrollo*. 3ª Edición. Elsevier Mosby. Madrid, España, 2005. pp. 353-391.
- Cavalcanti J, Oliveira E, Santos L, Godoy E, Oliveira C, Lins A, Duarte S. Estudio anatomotopográfico de vías biliares extrahepáticas y del triángulo hepatocístico. *Acts Cir Bras* 2002; 17: 30-35.
- Champetier J, Leoublon C, Alanzan I, Charvin B. The cystohepatic ducts: surgical implications. *Surg Radiol Anat* 1991; 13: 203-211.
- González JL. Lesiones iatrogénicas de la vía biliar. Portal de Salud de Cuba. Universidad virtual de salud. En www.sldf.cu/galerías/pdf/uvs/ci-rured/lesiones_iatrogenicasdelaviabiliar.pdf
- Kurumi Y, Tani T, Hanasawa K, Kodama M. The prevention of bile Duct injury during laparoscopic cholecystectomy from the point of view of anatomic variation. *Surg Laparosc Endosc* 2000; 10: 192-199.
- Mercado M, Chan C, Orozco H, Hinojosa C, Tinajero J, Santamaría L, Alarcón L, Mendoza J. Bile Duct reconstruction alter iatrogenic injury in the elderly. *Annals Hepatology* 2004; 3: 160-162.
- Mercado M, Chan C, Orozco H, Barajas A, Villalta J, Domínguez I, Eraña J, Poucel F. Bile Duct injuries related to misplacement of T tubes. *Annals Hepatology* 2006; 5: 44-48.
- Mortele KJ, Ros PR. Anatomic variants of the biliary tree: MR Cholangiographic findings and clinical application. *Am J Roentgenol* 2001; 177: 389-394.
- Negrete J. Vías Biliares. En: *Técnicas de Disección y Atlas de Anatomía*. 13ª edición. Librería de Medicina. México, 1977. pp 159-163.
- Oddsottor M, Hunter J. Vesícula biliar y sistema biliar extrahepático. En: *Principios de Cirugía*. Editado por Schwartz. Vol II. 8ª Ed. Mc Graw Hill. México, 2006. pp 1187-1220.
- Pérez E, Ostos L, Mejía A, García M. Colectomía laparoscópica ambulatoria. *Rev Med IMSS* 2002; 40: 71-75.
- Quintero G. Cirugía hepatobiliar historia y perspectiva. Academia Nacional de Medicina de Colombia. <http://anm.encolombia.com/academ26467.contenido.htm>
- Simeone D. Gallbladder and biliary tract: Anatomy and structural anomalies. En: *Textbook of Gastroenterology*. Editado por: Tadataka Y. Vol 2. Ed. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia USA, 2003. pp 2166-2176.
- Skandalakis J, Skandalakis P, Skandalakis L. Vías biliares extrahepáticas. En: *Anatomía y Técnica Quirúrgicas*. 2ª Ed. Mc Graw Hill. México, 2003. pp 523-536.
- Taourel P, Bret PM, Reinhold C, Barkum A, Atri M. Anatomic variants of the biliary tree diagnosis with MR cholangiopancreatography. *Radiology* 1996; 199: 521-527.
- Testud L, Jacob B, Billet H. Cavidad peritoneal: Plano superior o supramesocólico. En: *Atlas de Disección por Regiones*. Salvat. España, 1979. pp 129-137.
- Turner M, Fulcher A. The cystic duct: Normal anatomy and disease processes. *Radiographics* 2001; 21: 3-22.
- Valsagiacomo P. Lesiones quirúrgicas de vía biliar / Clínica Quirúrgica 3. Hospital Maciel. Universidad de la República Oriental del Uruguay, 2004. www.mednet.org.uy/cq3/emc/monografias/mon_pablo/pdf.

La Enigmática

ZONA COMPACTA DEL NÚCLEO DORSAL DEL HIPOTÁLAMO

Carolina Escobar*, Manuel Ángeles-Castellanos*, María del Carmen Miñana*,
Katia Rodríguez*, Roberto Salgado* y Ruud M. Buijs •.

* *Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina UNAM*

• *Departamento de Biología Celular y Fisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM
México, D.F.*

Título corto:

Anatomía del hipotálamo dorsomedial

El grupo recibe apoyo del CONACYT proyecto 43950-M
y DGAPA-PAPIIT UNAM IN-203907

Correspondencia:

Dra. Carolina Escobar
Departamento de Anatomía
Facultad de Medicina UNAM
04510 - México D.F.
Tel: (55) 56-23-24-22
E-mail: escocarolina@gmail.com

RESUMEN

El hipotálamo tiene una función primordial para el mantenimiento del balance energético y para estimular la conducta de ingestión de alimento. Uno de los núcleos que participa como integrador de estas funciones es el núcleo dorsomedial del hipotálamo (DMH) el cual funge como interfase entre otros núcleos hipotalámicos, también entre zonas autonómicas de la médula espinal y el tallo cerebral y con estructuras límbicas asociadas con estados afectivos y la motivación.

Recientemente se ha descrito la expresión cíclica circadiana del gen reloj *per1* en una zona posterior del núcleo DMH, conocida como zona compacta. Estas oscilaciones circadianas se inducen en roedores cuando el acceso al alimento se restringe a unas cuantas horas al día y siempre a la misma hora y no se observan en condiciones de alimentación libre. Se cree que en esta zona pudiera ubicarse un sistema de reloj que se sincroniza al alimento. Curiosamente, se conoce muy poco sobre la morfología de esta región del DMH, razón por la que en este documento se discuten las pocas evidencias y se abren perspectivas de estudio.

Palabras clave: ritmos circadianos, ingestión de alimento, anatomía del hipotálamo.

ABSTRACT

The hypothalamus plays a key role for maintaining energy balance and stimulating feeding behavior. One of the nuclei involved in integrating such metabolic signals is the dorsomedial nucleus (DMH), which participates as interphase among hypothalamic nuclei, with autonomic areas in the spinal chord and brain stem, as well as with limbic structures, involved with affective states and motivation.

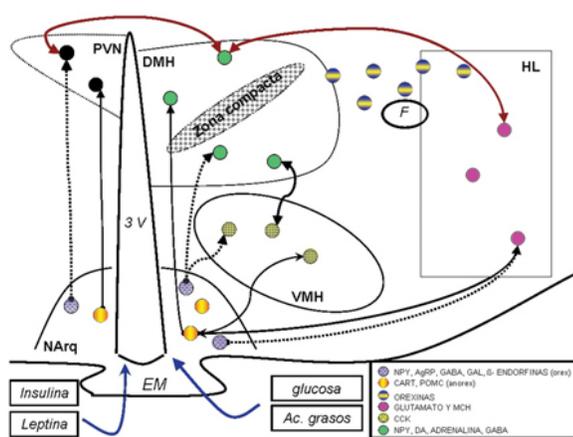
Recently, the expression of the clock gene *per1* was described in the compact zone of the DMH. Such oscillation exhibit a circadian period and is induced in rodents by restricting food access daily for a short period at the same hour, and is not observed in conditions of free food access. Some authors have suggested that this area can contain a clock that is entrained by feeding schedules. Interestingly little is known about the morphology of this DMH region, thus the present document presents evidence obtained from a few studies and we discuss perspectives.

SOBRE EL HIPOTÁLAMO Y SU PARTICIPACIÓN EN EL BALANCE ENERGÉTICO

El hipotálamo, situado en la base del cerebro y alrededor del tercer ventrículo, contiene una serie de núcleos involucrados en coordinar al sistema neuroendocrino y sobre todo mantienen el balance energético, el equilibrio del peso corporal y las funciones de alimentación. Esto se debe a que en estas estructuras se han identificado neuronas que censan continuamente los niveles de glucosa, ácidos grasos y hormonas indicadoras del estado energético, entre ellas la insulina y la leptina^{10,11}.

El núcleo arqueado (ARC) es uno de estos núcleos, que por su cercanía con el tercer ventrículo y con la eminencia media tiene acceso directo a metabolitos energéticos y hormonas contenidas en el líquido cefalorraquídeo y la circulación periférica¹¹. Otros núcleos son el ventromedial (VMH) y el lateral (LH) que desde los años cincuenta se consideraron centros reguladores de la saciedad y el hambre, debido a que lesiones bilaterales del VMH producían animales voraces, insaciables, mientras que lesiones del LH repercutían en anorexia, pérdida de peso y, a veces la muerte por inanición¹³. Otros dos núcleos involucrados en funciones de equilibrio energético e ingestión de alimento son el núcleo paraventricular del hipotálamo (PVN) y el núcleo dorsomedial (DMH). Ambos establecen conexiones anatómicas con el ARC, el VMH y el LH¹⁶, además de que proyectan fibras hacia el tallo cerebral y médula espinal para la regulación visceral (Figura 1).

Figura 1. Esquema de núcleos relacionados con la ingestión del alimento y su interacción intra-hipotalámica. Se observan los núcleos y la indicación de los péptidos o neurotransmisores sintetizados por las neuronas de cada núcleo. El núcleo paraventricular del hipotálamo (PVN) se encuentra en un nivel anterior; sin embargo, se coloca en el esquema por su interacción con los núcleos posteriores. Las flechas sencillas indican proyecciones unidireccionales y las dobles bidireccionales. Las flechas punteadas provenientes del Núcleo Arqueado (NArq) indican proyecciones de péptidos orexigénicos, mientras que las continuas representan péptidos anorexigénicos. Abrev: DMH = núcleo dorsomedial del hipotálamo, incluyendo al área compacta; HL = hipotálamo lateral; VMH = núcleo ventromedial del hipotálamo; EM = eminencia media; 3V = tercer ventrículo; F = fórnix.



ANATOMÍA DEL DMH

Se prestó interés al estudio del DMH como integrador en procesos de alimentación debido a que establece conexiones recíprocas con el VMH y el LH, ambos considerados los “clásicos” centros hipotalámicos de la alimentación. Como ya se describió, también establece conexión recíproca con el PVN y proyecta eferentes hacia neuronas preganglionares del sistema simpático y parasimpático, a su vez establece conexiones con los órganos circunventriculares incluyendo a la eminencia media, los cuales detectan señales metabólicas y hormonales directamente del líquido cefalorraquídeo y la circulación periférica. Hacia el tallo cerebral conecta con el núcleo parabraquial y el núcleo del tracto solitario, encargados de transmitir al cerebro las señales generadas por las vísceras, incluyendo aquellas involucradas con funciones digestivas (Figura 2).

Finalmente, hay que resaltar que el DMH mantiene relaciones recíprocas con estructuras límbicas, entre ellas la corteza infralímbica, el septum, el núcleo dorsal talámico y la habénula⁷, áreas asociadas con el procesamiento de señales sensoriales y la integración de estados motivacionales y afectivos. Este complejo entramado de interacciones del DMH ha llevado a que se le considere un núcleo de interfase para conductas de ingestión, para el control hormonal, el balance energético, el control visceral, para el alertamiento y las reacciones emocionales y de estrés a la alimentación^{7,22}.

En el DMH se han identificado neuronas productoras de serotonina y dopamina, ambas contienen receptores a noradrenalina de tipo -adrenérgico. Las neuronas serotoninérgicas se han asociado al control de la conducta alimenticia, mientras que las células dopaminérgicas se han relacionado con el control hormonal a nivel del infundíbulo⁷. También se han descrito células productoras de neuropéptido Y (NPY), las cuales estimulan la ingestión de alimento; células productoras de opiáceos, que se ha propuesto pudieran participar en la modulación de estados de ansiedad y estrés⁷ y un grupo de células compactas de tipo gabaérgico y por lo tanto de carácter inhibitorio.

Estas últimas neuronas dan origen a las principales proyecciones del DMH hacia otros núcleos hipotalámicos y se propone que tienen como finalidad mantener una inhibición tónica de varias áreas entre ellas aquellas relacionadas con el sueño^{20,22}. En la última

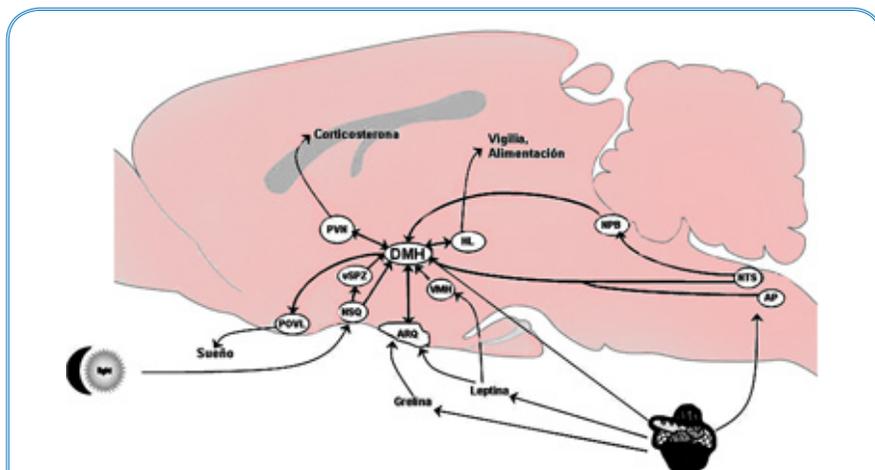


Figura 2. Proyecciones aferentes, eferentes y recíprocas del DMH con otras zonas cerebrales. Al DMH se le considera una interfase para conductas de ingestión, control hormonal, balance energético, control visceral, alertamiento y reacciones emocionales. Abrev: POVL = núcleo preóptico ventrolateral; NSQ = núcleo supraquiasmático; vSPZ = zona subparaventricular ventral; ARQ = núcleo arqueado; PVN = núcleo paraventricular del hipotálamo; DMH = hipotálamo dorsomedial; VMH = hipotálamo ventromedial; HL = hipotálamo lateral; NPB = Núcleo parabraquial; NTS = núcleo del tracto solitario; AP = área postrema.

década se identificó otro grupo celular, productor del péptido orexina, también conocido como hipocretina, este grupo celular se localiza en el DMH caudal y en el LH. Estas células están activas durante la vigilia e inactivas durante el sueño, también aumentan su actividad ante señales metabólicas o viscerales indicadoras de una baja de energía. Por tal razón se considera que la actividad de estas células promueve estados de alertamiento y despertar y se propone para permitir la búsqueda de alimento cuando el estado metabólico lo requiere⁹.

Estas células de orexinas reciben señales del núcleo supraquiasmático considerado el principal reloj biológico^{1,3} lo cual las relaciona a la expresión de ritmos circadianos. Por medio de trazadores retrógrados colocados en el NSQ se constató que el reloj biológico proyecta fibras directamente al DMH. Kalsbeek y colaboradores¹⁷ demostraron que por lo menos tres diferentes grupos celulares del NSQ proyectan sus fibras hacia este núcleo con lo cual transmiten información de ritmicidad para regular ritmos de actividad – reposo, hormonales y de temperatura, estos son, células productoras de vasopresina, productoras de péptido intestinal vasoactivo y células de CGR. Además, las células orexigénicas proyectan a zonas del hipotálamo, del tallo cerebral y la corteza cerebral⁹.

LESIONES BILATERALES DEL DMH

Aunque se ha considerado que el DMH es una estructura clave para la integración y regulación del metabolismo energético y la conducta de ingestión de alimento, cuando se ha lesionado bilateralmente este núcleo, no se han encontrado

cambios en el manejo de metabolitos energéticos tales como niveles plasmáticos de glucosa, triglicéridos, ácidos grasos, ni tampoco en el manejo de glucógeno en el hígado o en el volumen del tejido adiposo⁵.

En una fase aguda después de la lesión se observó un decremento en la cantidad de alimento que lleva a la pérdida de peso; sin embargo, en una fase tardía la relación alimento consumido - peso corporal se estabiliza⁶. El único cambio evidente es que los animales quedan con un peso corporal menor, lo cual ha sugerido que el efecto general de estas lesiones es modificar hacia la baja el punto de regulación homeostática del peso corporal⁶. También se ha descrito que la lesión del DMH altera la expresión de los ritmos circadianos en particular el ritmo de corticosterona y de locomoción⁴ como se menciona más adelante.

LA RELACIÓN DEL DMH CON LOS RITMOS BIOLÓGICOS

El descubrimiento de las células orexigénicas en el DMH y en el LH, llevó a asociar estas estructuras con los mecanismos de sueño – vigilia. La anulación de estas neuronas por su destrucción con neurotóxicos o la generación de animales nulos en este péptido resultó en un patrón alterado de los ciclos de sueño vigilia en el que los animales permanecen cortos intervalos en vigilia y preferentemente duermen a lo largo del ciclo diurno. En perros con deficiencia de las neuronas orexigénicas se describieron ataques de narcolepsia, en el que estímulos emocionales disparan súbitamente fases de sueño profundo²¹.

Además de asociarse a la regulación del ciclo sueño vigilia, se reportó que lesiones del DMH resultaban en pérdida del ritmo circadiano de corticosterona en ratas⁴ y una desorganización de los ritmos diarios de sueño vigilia caracterizados principalmente por un aumento de episodios de sueño y un decremento significativo de la actividad. Se consideró que este efecto podía deberse a la destrucción de fibras de paso del núcleo supraquiasmático (NSQ), hacia el núcleo paraventricular y al DMH, que regulan respectivamente la secreción del factor liberador de corticotropina y los ciclos de alertamiento³.

EL DMH Y LA SINCRONIZACIÓN POR ALIMENTO

En años recientes se demostró que el alimento es una señal ambiental muy potente para ajustar los ritmos circadianos. La

influencia del alimento como sincronizador puede observarse claramente cuando el acceso al alimento se restringe a unas cuantas horas cada día. Esta manipulación induce que los animales se activen y anticipen el breve acceso diario al alimento, para lo cual muestran alertamiento y actividad locomotora aumentada una o dos horas previas a la hora programada de alimentación. Al igual que la conducta se sincroniza al alimento, funciones digestivas, metabólicas y hormonales ajustan su ritmo diario a este evento único de alimentación¹⁴.

Con la finalidad de entender cómo el cerebro organiza estos eventos cíclicos asociados al alimento, en 2004 nuestro grupo² exploró la actividad neuronal de diversos núcleos hipotalámicos involucrados con el balance energético y la conducta de alimentación. En dicho estudio reportamos que el DMH junto con el LH y los núcleos tuberomilares, muestran actividad neuronal anticipando el evento de alimentación. Interesantemente el DMH y el LH muestran esta actividad neuronal de anticipación en forma cíclica diariamente aún días después de que se interrumpió el protocolo de alimentación programada. Un hallazgo importante es que el NSQ mantiene su actividad neuronal con relación al ciclo luz - oscuridad, mientras que el DMH se desacopla en su actividad del reloj maestro y por medio de sus proyecciones a diversas áreas del cerebro permite que los ritmos de actividad, metabólicos y hormonales se adapten a las nuevas condiciones de alimentación¹².

Debido a que el NSQ no participa en estos ciclos sincronizados por alimento, se ha planteado que bajo condiciones de horarios de alimento restringidos, el DMH pudiera adoptar el rol de oscilador circadiano para regular los ciclos asociados al alimento. Esta propuesta se fortaleció al demostrarse que cuando bajo estas condiciones, en una zona del DMH se induce la expresión del gen *per1* conocido como gen reloj¹⁹, lo cual no sucede cuando las ratas tienen libre acceso al alimento y por lo tanto comen mayormente en la noche.

Para determinar si el DMH es esencial para la sincronización por alimento otros grupos realizaron lesiones de esta estructura y los resultados fueron contradictorios, ya que un grupo reportó que al lesionarse el DMH los animales ya no eran capaces de prepararse diariamente para la llegada del alimento¹⁵, mientras que otro grupo reportó que la lesión del DMH no afectaba esta capacidad¹⁸.

EL ÁREA COMPACTA DEL DMH: ¿ES UN OSCILADOR?

La expresión del gen reloj *per1* en el DMH asociada con los ciclos de alimentación se observó en una zona posterior y central del DMH, conocida como zona compacta. Con la técnica histológica de violeta de cresilo puede identificarse esta zona en el DMH posterior, se trata de una zona en forma de óvalo alargado que discurre del DMH ventromedial al DMH dorso-lateral (Figura 3). En el área compacta se observan células muy pequeñas y compactadas, lo cual le confirió su nombre. Curiosamente, la expresión de activación neuronal cuando los animales están anticipando el alimento, se observa en el DMH ventral y no coincide con la zona compacta. También hay que resaltar que la expresión de este gen reloj *per1* se ha observado en el NSQ, pero prácticamente no se expresa en otros núcleos hipotalámicos. Es por tal razón que algunos proponen que en esta zona se localice otro oscilador circadiano con propiedades de marcar el tiempo asociado a las horas de alimentación¹⁹. De ser así este oscilador circadiano pudiera promover los ciclos de anticipación al alimento y posiblemente transmitir señales para que todo el organismo se prepare metabólica y fisiológicamente para la siguiente comida.

Surge la pregunta de qué tipo de neuronas se ubican en esta zona compacta y qué proyecciones tienen. Pocos trabajos han abordado este detalle del DMH. Sin embargo, encontramos

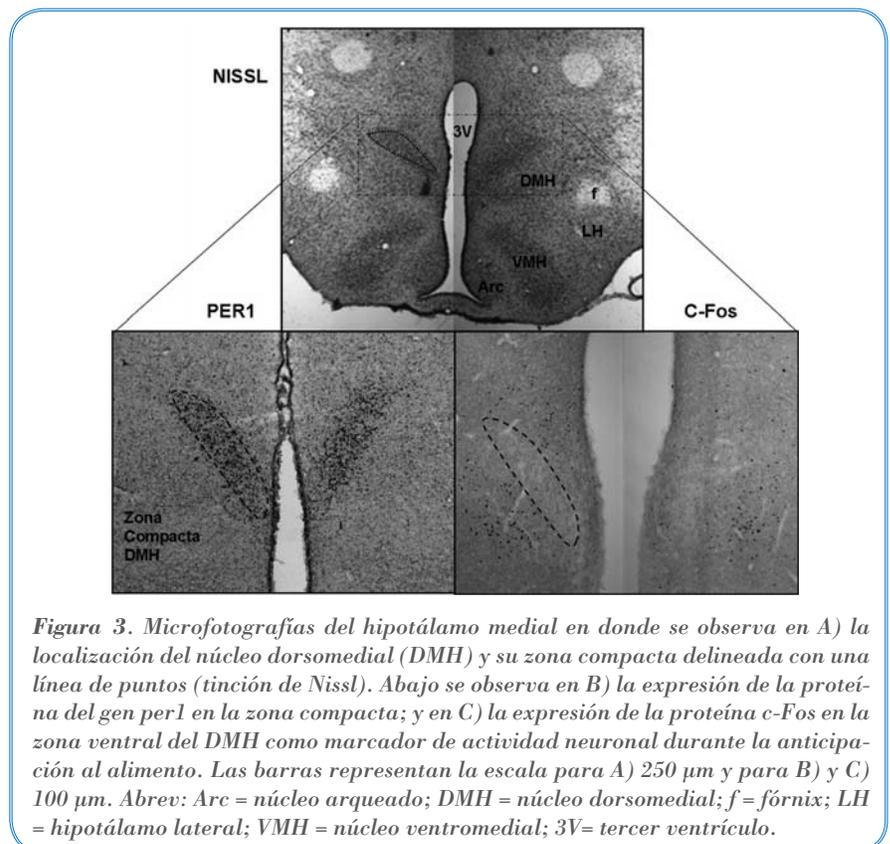


Figura 3. Microfotografías del hipotálamo medial en donde se observa en A) la localización del núcleo dorsomedial (DMH) y su zona compacta delineada con una línea de puntos (tinción de Nissl). Abajo se observa en B) la expresión de la proteína del gen *per1* en la zona compacta; y en C) la expresión de la proteína *c-Fos* en la zona ventral del DMH como marcador de actividad neuronal durante la anticipación al alimento. Las barras representan la escala para A) 250 μm y para B) y C) 100 μm . Abrev: Arc = núcleo arqueado; DMH = núcleo dorsomedial; f = fórnix; LH = hipotálamo lateral; VMH = núcleo ventromedial; 3V = tercer ventrículo.

un reporte que describe expresión de neuropéptido Y (NPY) en esta zona cuando se ha expuesto a ratas durante 14 días a un protocolo de alimentación restringida a una par de horas al día. Al igual que el gen reloj *per1*, la expresión de NPY no se observa por eventos agudos de ayuno o en ratas con libre acceso al alimento⁸. En esta misma zona Tang-Christensen y col.²³ describieron receptores del tipo 2 al péptido parecido a glucagon (GLP-2) aunque se sabe muy poco sobre la función que pudieran tener y del origen del glucagon que estimularía a los receptores. La poca información disponible sugiere que la alimentación regular y programada que induce procesos de medición de tiempo para ajustar la conducta y el metabolismo, requiere de la inducción de un patrón temporal de expresión génica en el área compacta del DMH, así como en la producción del NPY, que es un agente orexigénico, inductor de la conducta alimenticia. Se requieren más estudios que nos permitan comprender el funcionamiento de esta zona, que pudiera ser un oscilador sincronizado al alimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abrahamson EE, Leak RK, Moore RY. The suprachiasmatic nucleus projects to posterior hypothalamic arousal systems. *Neuroreport* 2001; 12: 435-440.
2. Ángeles-Castellanos M, Aguilar-Roblero R, Escobar C. C-Fos expression in hypothalamic nuclei of food entrained rats. *Am J Physiol. (Regul Integr Comp Physiol)* 2004; 286: R158- R165.
3. Ashton-Jones G, Chen S, Zhu Y, Oshinsky ML. A neural circuit for circadian regulation of arousal. *Nature Neurosciences*, 2001; 4: 732-738.
4. Bellinger LL, Bernardis LL y Mendel VE. Effect of ventromedial and dorsomedial hypothalamic lesions on circadian corticosterone rhythms. *Neuroendocrinology* 1976; 22: 216-222.
5. Bernardis LL, Lee PC, Brooks S, Lebenthal E. Normal pancreatic and intestinal enzymes in hypophagic-growth retarded rats that breceived dorsomedial hypothalamic lesions shortly after weaning. *Pharmacol Biochem Behav.* 1984; 21: 245-253.
6. Bernardis LL, McEven G, Kodis M. Body weight set point studies in weanling rats with dorsomedial hypothalamic lesions (DMNL rats). *Brain Res Bull* 1986; 17: 451-460.
7. Bernardis LL, Bellinger L. The dorsomedial hypothalamic nucleus revisited: 1998 update. *PSEBM* 1998; 218: 284-306.
8. Bi S, Robinson BM, Moran TH. Acute food deprivation and chronic food restriction differentially affect hypothalamic NPY mRNA expression. *Am J Physiol (Reg Integr Comp Physiol)* 2003; 285: R1030-R1036.
9. Burdakov D. Electrical signaling in central orexin/hypocretin circuits: tuning arousal and appetite to fit the environment. *Neuroscientist* 2004; 10: 286-291.
10. Burdakov D, Luckman SM, Verkhatsky A. Glucose-sensing neurons of the hypothalamus. *Phil Trans Soc B.* 2005; 360: 2227-2235.
11. Elmquist JK. Hypothalamic pathways underlying the endocrine, autonomic and behavioral effects of leptin. *Physiol and Behav.* 2001; 74: 703-708.
12. Escobar C, Díaz-Muñoz M, Aguilar-Roblero R. Persistence of metabolic rhythms during fasting and their entrainment by restricted feeding schedules in rats. *Am J Physiol (Regulatory Integrative Comp Physiol)* 1998; 247: R 1309-1316.
13. Escobar C. Hambre y Saciedad. En: *Motivación y Conducta*. Escobar C y Aguilar Roblero R. Manual Moderno, México D.F. 2002. pp 189-211.
14. Escobar C, Martínez Merlos MT, Ángeles M, Mendoza JY. El alimento como sincronizador de los ritmos biológicos: su relevancia para la identificación de un oscilador circadiano. *Rev Fac Med UNAM* 2001; 44: 58-62.
15. Gooley JJ, Saper C. The dorsomedial hypothalamic nucleus is critical for the expression of food-entrainable circadian rhythms. *Nat Neurosci* 2006; 9: 398-407.
16. Kalra SP, Dube MG, Pu S, Xu B, Horvath TL, Kalra PS. Interacting appetite-regulating pathways in the hypothalamic regulation of body weight. *Endocrine Revs* 1999; 20: 68-100.
17. Kalsbeek A, Teclemariam-Mesbah R, Pevet P. Efferent projections of the suprachiasmatic nucleus in the golden hamster (*mesocricetus auratus*). *J Comp Neurol* 1993; 332: 293-314.
18. Landry GJ, Simon MM, Webb IC, Mistlberger RE. Persistence of a behavioral food-anticipatory circadian rhythm following dorsomedial hypothalamic ablation in rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2006; 290: R1527-R1534.
19. Mieda M, Williams SC, Richardson JA, Tanaka K, Yanagisawa M. The dorsomedial hypothalamic nucleus as a putative food-entrainable circadian pacemaker. *PNAS* 2006; 103: 12150-12155.
20. Okamura H, Abitol M, Juklen JF, Dumas S, Berod A, Geffard M, Kayhama K, Bobillier P, Mallet I, Wiklund L. Neurons containing messenger RNA encoding glutamal carboxylase in rat hypothalamus desmonstrated by *in situ* hybridization with special emphasis on cell groups in medial preoptic area, anterior hypothalamic area and dorsomedial hypothalamic nucleus. *Neuroscience* 1990; 39: 675-699.
21. Samson WK, Resch ZT. The hypocretin/orexin story. *TEM* 2000; 11: 257- 262.
22. Saper CB, Lu J, Chou TC, Gooley J. The hypothalamic integrator for circadian rhythms. *Trends in Neurosciences* 2005; 28: 152-157.
23. Tang-Christensen M, Vrang N, Larsen PJ. Glucagon-like peptide containing pathways in the regulation of feeding behavior. *Int J Obesity* 2001; 25: S24-S27.

Sustrato Neuroanatómico **INVOLUCRADO EN LA REGULACIÓN DEL CONSUMO DE ALIMENTO**

Manuel Ángeles-Castellanos*, Ruud Buijs•, y Carolina Escobar*.

* *Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina UNAM*

• *Departamento de Biología Celular y Fisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas
UNAM
México, D.F.*

Título corto:

Neuroanatomía y consumo de alimento

Correspondencia:

Dr. Manuel Ángeles-Castellanos
Laboratorio de Ritmos Biológicos y Metabolismo.
Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina,
Universidad Nacional Autónoma de México
04510 – México, D.F.
Tel. (55) 56-23-24-22 ext. 45062
E-mail: atatu3@hotmail.com

El consumo de alimento es un proceso muy complejo que involucra diversos mecanismos y eventos para asegurar el aporte de nutrientes al organismo, para la supervivencia y desarrollo del individuo. La conducta de ingestión involucra la búsqueda, el consumo y asimilación del alimento^{8,19}, que definen diferentes fases de acuerdo con criterios conductuales y neurobiológicos⁴². Primeramente, se presenta una fase de iniciación donde el valor incentivo del alimento y/o el estado interno del individuo, en este caso de hambre, generan una atención focalizada hacia el alimento, el estado metabólico negativo puede ser suficiente para evocar el recuerdo de la presentación del alimento. Estímulos externos como la presencia del alimento la vista y el olor, pueden ser suficientes para iniciar la conducta de ingestión sin ninguna influencia del estado metabólico interno.

Una vez generada la fase de inicio, el individuo entra en la fase de obtención. Durante esta fase se involucra un intenso y prolongado forrajeo. Tal conducta requiere alertamiento, planeación, aprendizaje y memoria y depende de procesos cognoscitivos corticales. Finalmente, la fase consumatoria es cuando se obtiene el alimento y se ingiere, desencadenando el evento de digestión necesario para la asimilación de nutrientes.

LA CONDUCTA DE ALIMENTACIÓN COMO UN MODELO DE LA ENTRADA-INTEGRACIÓN-SALIDA

Cualquier circuito de control neuronal es considerado típicamente como mecanismos de “entrada-integración-salida”. Para el control de la conducta de alimentación parece ser obvio que el olor y el sabor de una deliciosa cazuela de frijoles es una entrada al sistema y que el tomar una cucharada y llevarla a la boca e ingerirla es un ejemplo de una salida del sistema.

Una complicación de este modelo es identificar al sistema integrativo, que es por definición: el que analiza y procesa de paquetes de información. El sabor de los frijoles representa la combinación sensorial subjetiva del gusto, olor, temperatura y tal vez la textura, como un ejemplo de integración³⁷. Uno de los problemas para estos procesos integrativos es la identificación del límite entre los tres componentes de este modelo. ¿Cuándo inicia la integración de la información y cuándo se transforma en información de salida? (Figura 1).

Otro problema con el modelo de entrada-integración-salida es que se asume que es lineal y que por lo tanto queda implí-

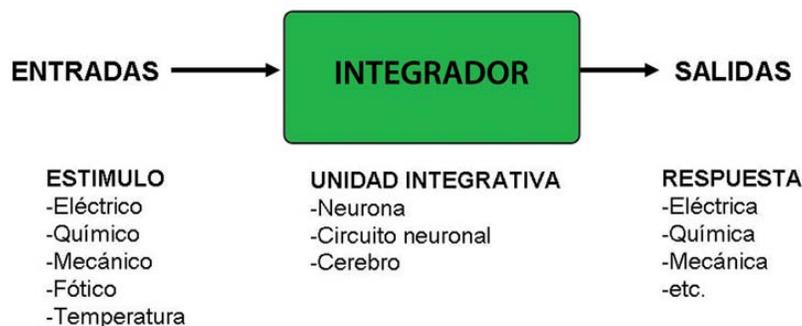


Figura 1. Sistema lineal de integración hipotético. Donde las entradas son señales generadas por un mismo estímulo o varios que convergen en un integrador generando una nueva señal, la cual puede tomarse como una respuesta.

cita la suposición de un integrador central (tipificado por el hipotálamo como centro teórico de la alimentación) que genera todas las salidas. ¿Es ésta la última estructura involucrada en la toma de decisión entre comer y no comer?^{8,12}.

CLASIFICACIÓN DE LA ENTRADA DE INFORMACIÓN

Los sistemas de entrada mediante los cuales el sistema nervioso central integra respuestas concernientes al consumo de alimento y control del peso corporal, son de diversa índole. Éstos responden a estímulos externos de entrada de información que incluyen aspectos visuales, olfativos, auditivos y táctiles, considerándose que éstos son los de primer contacto entre el individuo y el alimento. A nivel interno se encuentran los estímulos generados por el alimento después de la ingestión, que pueden ser generados en cada uno de los segmentos del canal alimenticio y son agrupados en pre-gástricos (sabor, textura, temperatura), gástricos (distensión, secreción, motilidad) y post-gástricos, o estímulos post-absortivos⁵. Este nivel incluye estímulos generados del metabolismo, tales como acciones hormonales, así como el componente hedónico del alimento.

Los estímulos de entrada se han clasificado por su efecto, es decir, orexigénico o anorexigénico. Por ejemplo, las entradas del gusto a sabor dulce son típicamente orexigénicas (reforzante), ya que son una señal que incrementa la alimentación. Otros estímulos tales como la colecistocinina (CCK) son considerados como de retroalimentación negativa, anoréxicos o señales de saciedad, ya que suprimen la ingestión³.

NEUROANATOMÍA DE LA ALIMENTACIÓN TALLO CEREBRAL: INTEGRADOR DE SEÑALES DE ENTRADA

La entrada de información sensorial para la homeostasis energética y la ingestión de alimentos requieren de varias vías de entrada al sistema nervioso. Por ejemplo, la información pro-

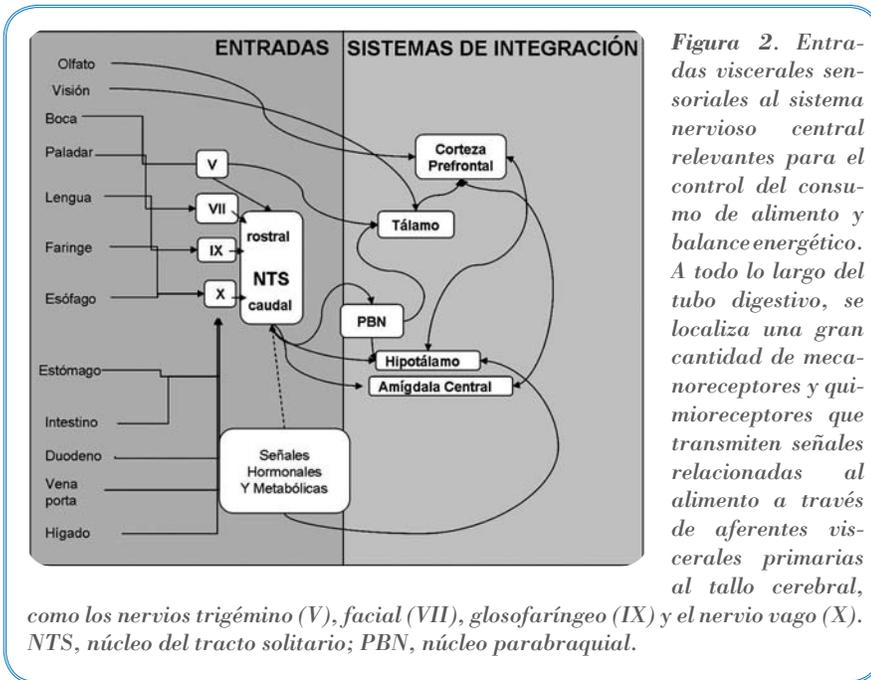


Figura 2. Entradas viscerales sensoriales al sistema nervioso central relevantes para el control del consumo de alimento y balance energético. A todo lo largo del tubo digestivo, se localiza una gran cantidad de mecanorreceptores y quimiorreceptores que transmiten señales relacionadas al alimento a través de aferentes viscerales primarias al tallo cerebral,

veniente de la región orofaríngea y del tracto gastrointestinal relacionada a la saciedad y el hambre convergen en el núcleo del tracto solitario (NTS) del tallo cerebral. Para la conducción de información somatosensorial, tacto y temperatura se lleva a cabo por el nervio craneal trigémino (V); el nervio facial (VII) conduce información de sabor de los 2/3 anteriores de la lengua, correspondientes a los sabores salado y ácido; el glossofaríngeo (IX) inerva el tercio posterior de la lengua para conducir el sabor amargo. Además el nervio vago conduce la información directa del tracto gastrointestinal incluyendo señales de sabor, distensión gástrica, condición hepática y niveles de glucosa entre otras. Por la distensión gástrica se libera la hormona CCK y su aumento genera una señal al NTS vía el receptor CCKa en las terminales sensitivas del nervio vago²⁴, para enterar al cerebro que el estómago está lleno (Figura 2).

El NTS, que resulta ser el primer integrador de toda la información de entrada sensorial y visceral, proyecta al núcleo lateral del hipotálamo (LH) a través de una vía indirecta, con relevo en el núcleo parabraquial (PBN) también del tallo cerebral. El PBN se encuentra localizado en la parte posterior del tallo cerebral y es considerado como área de integración general de estímulos sensoriales, incluido el sabor e información visceral, mecánica y química⁴, provenientes de la porción rostral y caudal del NTS respectivamente.

El PBN proyecta hacia múltiples núcleos cerebrales que participan en integrar diversos aspectos de la conducta ingestiva, entre ellos la amígdala y núcleos hipotálamicos tales como el núcleo paraventricular (PVN), arqueado (ARC), área

preóptica (APO), ventromedial (VMH), lateral (LH)³⁴. En el PBN se combina la información sensorial y visceral con información de tipo humoral que ingresa directamente del torrente sanguíneo al área postrema, (AP) la cual carece de barrera hematoencefálica y proyecta hacia el NTS así como al PBN¹⁰, a estas estructuras integradoras del tallo cerebral se les conoce también como complejo vagal e incluyen a un núcleo de salida que es el núcleo dorsal motor del vago (DMX)⁷.

HIPOTÁLAMO: LA REGULACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO Y DEL CONSUMO DE ALIMENTO

El hipotálamo del mamífero desde el punto de vista histológico consiste en más de 40 núcleos y áreas distintas, ya que muchos de los núcleos pueden ser subdivididos en sub-núcleos³⁸. El hipotálamo se subdivide en tres regiones, periventricular, medial y lateral. La

zona periventricular está involucrada con la detección de señales circulantes del líquido cefalorraquídeo (LCR) y en la organización y control de la respuesta endocrina. Contiene al núcleo arqueado (ARC), al periventricular, al paraventricular (PVN) y al núcleo supraquiasmático. La zona medial está compuesta por varios núcleos: el dorsomedial (DMH), el ventromedial (VMH), área anterior del hipotálamo, núcleo preóptico medial (POM). Todos éstos reciben entradas sensoriales y se interconectan densamente con el resto del hipotálamo. El hipotálamo lateral (LH) contiene pequeños núcleos intercalados con el tracto medial del cerebro anterior y el fórnix³⁸.

En los años cuarenta, los estudios de lesión o estimulación de núcleos específicos en el hipotálamo revelaron alteraciones en la conducta de alimentación. Con relación a esto, el hipotálamo lateral fue designado centro de “*alimentación*” y el VMH centro de la “*saciedad*”. Recientemente se ha hecho una definición neurohistoquímica de grupos celulares que influyen sobre el consumo de alimento. Con esta caracterización posterior de redes neuronales y de la distribución de sus conexiones, la designación de estas estructuras como “*centros*” ha sido reemplazada por una red de núcleos que expresan neurotransmisores específicos, que generan o modulan efectos particulares sobre el consumo de alimento y/o del metabolismo energético generados por señales del estado nutricional.

PRINCIPALES NÚCLEOS HIPOTÁLAMICOS INVOLUCRADOS EN LA REGULACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO Y DEL CONSUMO DE ALIMENTO

El núcleo ARC está situado en la base del tercer ventrículo,

inmediatamente arriba de la eminencia media. Se encuentra compuesto por grupos neuronales en la región tuberal del hipotálamo y aparentemente se encuentra dividido en varios dominios funcionales. Por ejemplo, existen grupos neuronales que sintetizan el neuropéptido Y (NPY) y la proteína relacionada al gen agouti (AGRP), ambos péptidos estimuladores potentes del consumo de alimento y que se co-localizan¹⁰. El ARC también contiene poblaciones neuronales que sintetizan proopiomelanocortina (POMC) y el transcripto relacionado a cocaína y anfetaminas (CART), ambos inducen una respuesta anorexigénica¹³. El ARC tiene extensas conexiones recíprocas con otras regiones hipotálamicas, incluyendo el PVN, el DMH, el VMH, y el LH³⁸.

Por otra parte, el sistema capilar de la eminencia media no presenta barrera hematoencefálica, de tal forma que las neuronas del ARC son blanco directo de mensajeros circulantes incluyendo la leptina e insulina.

El PVN está situado en la parte superior del tercer ventrículo en el hipotálamo anterior. Este núcleo es un centro integrador sobre el que convergen muchas vías neuronales que influyen sobre la homeostasis energética³⁹. Este núcleo se encuentra ricamente inervado por neuronas del núcleo ARC que contienen NPY/AGRP y POMC/CART, además de neuronas de orexina del LH. El PVN es rico en terminales que contienen neurotransmisores que modifican el apetito.

El PVN proyecta hacia la parte posterior del hipotálamo y hacia el tallo cerebral y médula espinal. En el mesencéfalo se conecta con la sustancia gris periacueductal, al núcleo del rafe dorsal, locus coeruleus, núcleos pedúnculo-pontinos, PBN, DMX, NTS, y la columna intermedio lateral de la médula espinal II. El PVN es una de las cinco únicas áreas del SNC que proyectan directamente a neuronas pre-ganglionares del sistema simpático y parasimpático que inervan el páncreas, por lo que se cree que participa en la modulación de la liberación de insulina durante la homeostasis energética¹⁷.

El VMH fue considerado por mucho tiempo como el “centro de la saciedad”, la estimulación del VMH inhibe el consumo de alimento y, una lesión en esta región causa una sobrealimentación, hiperinsulinemia y obesidad. Recientemente, se ha demostrado alta abundancia de receptores a leptina en neuronas del VMH, particularmente en su región dorsal¹³. Por ser un importante blanco para la leptina circulante se sitúa como un núcleo relacionado con la regulación de la adiposidad. El VMH recibe señales de varios sitios como la amígdala, el LH y de muchos núcleos del hipotálamo medial. También recibe información proveniente de los núcleos PBN y del NTS¹⁵. Las proyec-

ciones eferentes del VMH son hacia el área gris periacueductal y otros núcleos reticulares del tallo cerebral. También proyecta importantemente hacia los núcleos del hipotálamo³⁵ hacia la zona inserta, los núcleos talámicos mediales, la amígdala, el núcleo accumbens y varias áreas de la corteza prefrontal.

El DMH está localizado inmediatamente dorsal al VMH tiene extensas conexiones con núcleos hipotálamicos tales como el PVN, LH y el tallo cerebral, contiene receptores a insulina, a leptina y recibe aferencias del sistema ARC-NPY/AGRP. Debido a que el VMH y el LH no establecen conexiones directas, sólo indirectas a través del DMH y el PVN, se ha considerado al DMH como una interfase entre el VMH y el LH. Por lo mismo se le considera un núcleo de integración y distribución de información entre ambas estructuras, y tiene gran importancia funcional, ya que esta información puede ser enviada a muchas otras partes del SNC, tales como, el tallo cerebral o hacia el cerebro anterior. El PVN y el DMH pueden cooperar funcionalmente como una unidad, para el inicio y mantenimiento del consumo de alimento.

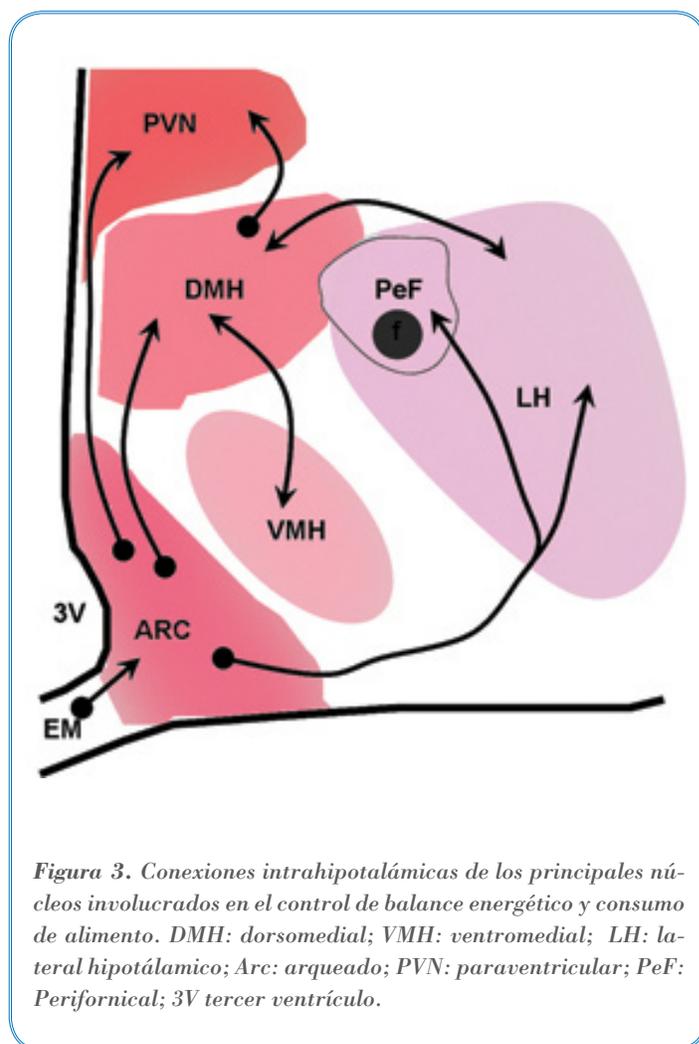


Figura 3. Conexiones intrahipotálamicas de los principales núcleos involucrados en el control de balance energético y consumo de alimento. DMH: dorsomedial; VMH: ventromedial; LH: lateral hipotálamico; Arc: arqueado; PVN: paraventricular; PeF: Perifornical; 3V tercer ventrículo.

Las lesiones de este núcleo generadas por el paso de corriente eléctrica (electrolíticas) generan alteraciones en la conducta de alimentación menos dramáticas que las lesiones del VMH. Tal como en otros sitios hipotálamicos, la microinyección de varias señales orexigénicas en el DMH promueve el hambre⁶. Las aferencias a este núcleo provienen principalmente del ARC, VMH, PVN y del LH. El DMH, al igual que el PVN y el LH, recibe aferencias provenientes de varias áreas del tallo cerebral, pero principalmente del PBN y el NTS⁴⁰. De la misma manera, recibe información del cerebro anterior, incluyendo proyecciones del subiculum ventral (complejo hipocampal), corteza prefrontal infralímbica (corteza vicero-motora), septum lateral y núcleo de la estría terminalis⁴⁰.

El LH fue considerado por mucho tiempo como el “centro del hambre”. Ya que la estimulación de este núcleo incrementa el consumo de alimento, y cuando se destruye, se genera una disminución en el consumo de alimento y causa importante pérdida de peso¹⁹.

El LH es un área vagamente definida, donde la población difusa de neuronas incluye subpoblaciones que expresan principalmente orexinas A y B, así como hormona concentradora de melanina (MCH)⁹. La inyección intracerebroventricular de MCH incrementa considerablemente el consumo de alimento⁴¹, de tal manera que se piensa que la MCH está involucrada en el desarrollo de la obesidad y la resistencia al efecto de la insulina²¹. De igual manera, la inyección de orexina A dentro del ventrículo cerebral también incrementa el consumo de alimento³³.

Las terminales de NPY provenientes del ARC son abundantes en el LH y principalmente en la zona perifornical; esta última contiene alta densidad de receptores Y⁵ los cuales median el efecto estimulador del apetito del NPY³⁶ (Figura 3).

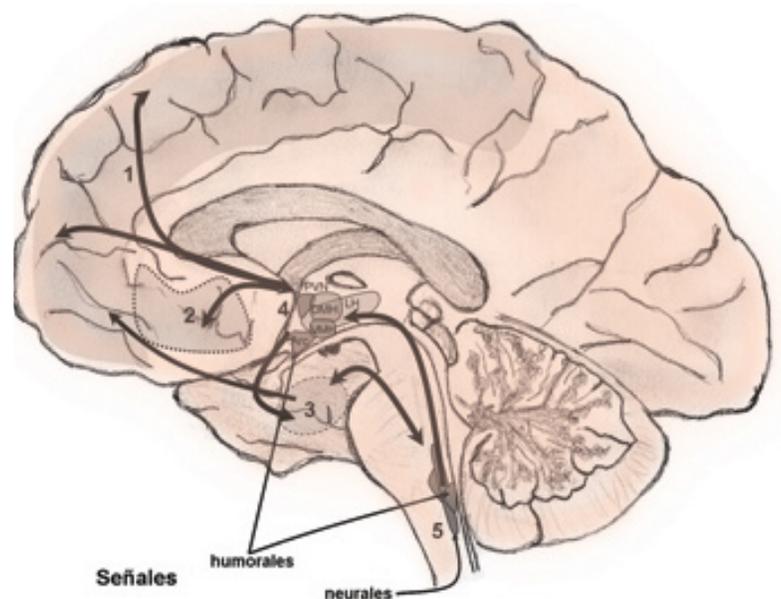
Todos los núcleos mencionados anteriormente contienen gran número de neuronas glucorreceptoras que responden a los niveles de glucosa circulante. Estas

neuronas han sido clasificadas como glucostáticas y glucosensibles; estas últimas son las que responden a una disminución en niveles de glucosa extracelular y se encuentran involucradas con las señales de consumo de alimento. Las neuronas glucostáticas por el contrario, se activan cuando detectan un aumento en niveles extracelulares de glucosa, por lo que se han considerado parte del sistema que regula la saciedad²⁸.

SISTEMA LÍMBICO: LA MOTIVACIÓN Y LA ADICCIÓN POR LA COMIDA

Además de los núcleos hipotálamicos que mantiene el balance energético y están involucrados con el hambre y la saciedad, la conducta de ingestión se encuentra controlada por varios sistemas neuronales del sistema nervioso central que median la motivación por el alimento (Figura 4). Uno de ellos es el sistema mesocorticolímbico. Este sistema se compone de estructuras como el complejo amigdalino, la corteza prefrontal (CPF), núcleo accumbens (Acc), el núcleo de la estría terminalis (NBST), el septum lateral (SL) y el área tegmental ventral (VTA) entre otros. Este sistema se encuentra involucrado principalmente con la evaluación de las propiedades hedónicas del alimento “liking” y con el componente motivacional “wanting” del alimento. Uno de los aspectos importantes en la conducta de alimentación es el valor reforzante que genera el alimento. Recientemente se

Figura 4. Sustrato neural involucrado en el control del consumo de alimento y balance energético. Diagrama esquemático simplificado donde se encuentran el complejo vagal (5), el complejo de la amígdala (3), el hipotálamo (4), núcleo accumbens (2) y áreas corticales (1). Durante el fenómeno de alimentación se generan una gran cantidad de eventos conductuales y estímulos viscerales internos que envían información al SNC básicamente de dos maneras en forma neural y humoral. Esta información se procesa e integra en diferentes áreas del cerebro para después generar una respuesta. Las flechas indican la dirección de la proyección. Las bifurcaciones no necesariamente indican axones colaterales. Arc: núcleo arqueado del hipotálamo; PVN: núcleo paraventricular; VMH: núcleo ventromedial; DMH: núcleo dorsomedial; LH: lateral.



ha propuesto que el valor hedónico del alimento crea una pulsión muy fuerte que rebasa a los procesos homeostáticos del hipotálamo y que esta pulsión es la que lleva a muchos individuos a comer sin hambre, lo cual es causa de la obesidad ¹⁸.

La amígdala es una estructura que anatómicamente se ha dividido principalmente en tres subnúcleos, los cuales son la amígdala medial (MeA), la central (CeA) y la basolateral (BLA); la mayoría de los estudios del circuito funcional de la amígdala se han enfocado la CeA y la BLA. Ambos subnúcleos reciben información de diferentes áreas ¹. Por ejemplo, la BLA recibe información del tálamo y de diferentes regiones corticales asociadas al procesamiento sensorial, como la corteza auditiva, la somato sensorial y la corteza visual ²².

La información olfativa llega a la MeA y a la BLA a través de conexiones provenientes de la corteza piriforme. La BLA también recibe conexiones de áreas polisensoriales, incluyendo la corteza prefrontal, entorrinal y corteza del hipocampo. Estas evidencias indican que la BLA juega un papel importante en la formación de asociaciones entre estímulos sensoriales del alimento y eventos biológicos relevantes para generar un balance emocional y motivacional ^{22, 25}. La CeA recibe información de tipo gustativo directamente del NTS y también indirecta desde el PBN ²⁶; por otro lado, la CeA manda información al Acc, así como al VTA y la sustancia negra en el tallo cerebral. La BLA manda proyecciones topográficamente organizadas al LH ²⁹, conectado anatómicamente en el hipotálamo con el circuito neuronal involucrado con los aspectos motivacionales de la conducta de alimentación ¹⁴.

La relación entre las funciones de la amígdala y el hipotálamo en el control de la conducta de alimentación es importante para la integración y respuesta a estímulos de olor y sabor, estímulos motivacionales, y aprendizaje ^{27, 29}. También, se ha demostrado que los núcleos de la amígdala, y en especial la CeA, tienen neuronas glucosensitivas, además de recibir información gastrointestinal y participar con otras estructuras del sistema límbico para generar un estado motivacional. Por lo tanto, se ha sugerido que la amígdala puede ser un intermediario anatómico y funcional en algunos de los procesos de la conducta de ingestión ²³.

El NBST es el centro de relevo entre la amígdala y el hipotálamo, recibe fibras de ambas partes ², al igual que la CeA recibe información directa del NTS y el PBN ³⁰.

En la corteza prefrontal pueden reconocerse principalmente dos áreas, la corteza infralímbica que se encuentra en la parte medial y la corteza prelímbica. La corteza prefrontal contiene neuronas que responden al sabor y neuronas que responden al olor, siendo dos estímulos asociados con el deleite del alimento. También responde a la textura del alimento a través de las entradas somato-sensoriales. Todas estas evidencias muestran que la corteza prefrontal está involucrada con respuestas emocionales al alimento, así como con la conducta motivacional ³².

El hipocampo es una estructura que se encuentra conectada con los circuitos involucrados en el control de la conducta ingestiva. El hipotálamo y la amígdala proyectan a la porción ventral del hipocampo. Este es considerado como un relevo entre los núcleos talámicos y el septum lateral, además recibe información del tallo cerebral a través de vías multisinápticas a las porciones ventral y dorsal. Estas conexiones entre el hipocampo y áreas involucradas en el control del balance energético, son relevantes para la representación de la memoria y aprendizaje asociativo relacionado a la selección del alimento ¹⁶.

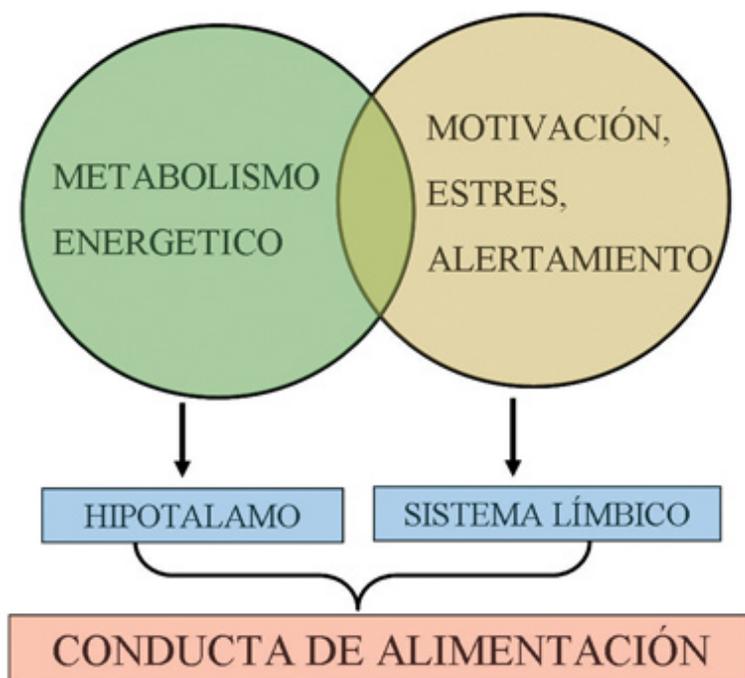


Figura 5. Modelo de los sistemas que interactúan en forma acoplada: uno metabólico (hipotálamo) y el otro motivacional (sistema límbico) los encargados de mantener una respuesta equilibrada, de la conducta de alimentación.

CONCLUSIONES

Es claro que la breve información de los elementos neuroanatómicos que hemos descrito, contempla un sistema multiestructural que subyace al control de la ingesta de alimento. Es difícil señalar estructuras o en su caso, áreas de absoluto valor funcional. Podemos identificar áreas de entrada de información, responsables de informar al sistema nervioso central por medio de estímulos neuronales y humorales del estado metabólico. Por otra parte, puede identificarse plenamente la participación del hipotálamo como un complejo de núcleos comprometidos con la integración de esta información periférica para el balance energético y la homeostasis. En cambio, áreas límbicas generan respuestas de tipo hedónico y motivacional, es decir, el placer de comer. Ambos sistemas interactúan entre sí, por lo que podemos decir que son dos sistemas; uno metabólico y otro motivacional, los encargados de mantener una respuesta equilibrada, de la conducta de alimentación (Figura 5). Un desacoplamiento o mal funcionamiento de uno de estos dos sistemas, puede traducirse en algún trastorno de la alimentación, que puede ser metabólico (obesidad) o motivacional (anorexia). Por lo que creemos que esta información debería ser la mínima que estudiantes y personal de salud deberían manejar para entender estos padecimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahn S, Phillips AG. Modulation by central and basolateral amygdalar nuclei of dopaminergic correlates of feeding to satiety in the rat nucleus accumbens and medial prefrontal cortex. *J Neurosci* 2002; 22: 10958-10965.
- Alheid GF. Amygdala and extended amygdala. En: *The rat nervous system*. Paxinos G. Academic Press. San Diego, 1995. pp 495-578.
- Attoub S, Moizo I, Sobhani I, Laigneau JP, Lewin MJ and Bado A. The H3 receptor is involved in cholecystokinin inhibition of food intake in rat. *Life Sci* 2001; 69: 469-478.
- Baird JP, Travers SP, Travers JB. Integration of gastric distension and gustatory responses in the parabrachial nucleus. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2001; 281: R1581-1593.
- Beck B. KO's and organization of peptidergic feeding behavior mechanisms. *Neurosci Biobehav Rev* 2001; 25: 143-158.
- Bernardis LL, Billinger LL. The dorsomedial hypothalamic nucleus revisited: *Proc Soc Exp Biol Med* 1998; 218: 284-306.
- Berthoud HR, Neuhuber WL. Functional and chemical anatomy of afferent vagal system. *Auton Neurosci* 2000; 85: 1-17.
- Berthoud HR. Multiple neural system controlling food intake and body weight. *Neurosci Biobehav Rev* 2002; 26: 393-428.
- Bittencourt JC, Elias CF. Melanin-concentrating hormone and neuropeptide EI projections from the lateral hypothalamic area and zona incerta to the medial septal nucleus and spinal cord: a study using multiple neuronal tracers. *Brain Res* 1998; 805: 1-19.
- Broberger C, Hokfelt T. Hypothalamic and vagal neuropeptide circuitries regulating food intake. *Physiol Behav* 2001; 74: 669-682.
- Cechetto DF, Saper CB. Neurochemical organization of the hypothalamic projection to the spinal cord in the rat. *J Comp Neurol* 1988; 272: 579-604.
- Cowley MA, Pronchuk N, Fan W, Dinulescu DM, Colmers WF, Cone RD. Integration of NPY, AGRP, and melanocortin signals in the hypothalamic paraventricular nucleus: evidence of a cellular basis for the adipostat. *Neuron* 1999; 24: 155-163.
- Elias CF, Lee C, Kelly J, Aschkenasi C, Ahima RS, Couceyro PR, Kuhar MJ, Saper CB, Elmquist JK. Leptin activates hypothalamic CART neurons projecting to the spinal cord. *Neuron* 1998; 21: 1375-1385.
- Elmquist JK, Maratos-Flier E, Saper CB, Flier JS. Unraveling the central nervous system pathways underlying responses to leptin. *Nat Neurosci* 1998; 1: 445-450.
- Fulwiler CE, Saper CB. Cholecystokinin-immunoreactive innervation of the ventromedial hypothalamus in the rat: possible substrate for autonomic regulation of feeding. *Neurosci Lett* 1985; 53: 289-296.
- Ishikawa A, Nakamura S. Convergence and interaction of hippocampal and amygdalar projections within the prefrontal cortex in the rat. *J Neurosci* 2003; 23: 9987-9995.
- Jansen AS, Hoffman JL, Loewy AD. CNS sites involved in sympathetic and parasympathetic control of the pancreas: a viral tracing study. *Brain Res* 1997; 766: 29-38.
- Kelley AE, Baldo BA, Pratt WE, Will MJ. Corticostriatal-hypothalamic circuitry and food motivation: Integration of energy, action and reward. *Physiol Behav* 2005; 86: 773-795.
- Morton GJ, Cummings DE, Baskin DG, Barsh GS, Schwartz MW. Central nervous system control of food intake and body weight. *Nature* 2006; 443: 289-294.
- Leibowitz S, Alexander J. Hypothalamic serotonin in control of eating behavior, meal size, and body weight. *Biol Psychiatry* 1998; 44: 851-864.
- Ludwig DS, Tritos NA, Mastaitis JW, Kulkarni R, Kokkotou E, Elmquist J, Lowell B, Flier JS, Maratos-Flier E. Melatonin-concentrating hormone overexpression in transgenic mice leads to obesity and insulin resistance. *J Clin Invest* 2001; 107: 379-386.
- McDonald AJ. Topographical organization of amygdaloid projections to the caudatoputamen, nucleus accumbens, and related striatal-like areas of the rat brain. *Neuroscience* 1991; 44: 15-33.
- Mei N, Lucchini S. Current data and ideas on digestive sensitivity. *J Auton Nerv Syst* 1992; 41: 15-18.
- Moriarty P, Dimaline R, Thompson DG, Dockray GJ. Characterization of cholecystokinin A and cholecystokinin B receptors expressed by vagal afferent neurons. *Neuroscience* 1997; 79: 905-913.
- Nader K, Schafe GE, Le Doux JE. Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature* 2000; 406: 722-726.
- Norgren R. Taste pathways to hypothalamus and amygdala. *J Comp Neurol* 1976; 166: 17-30.
- Olds J. Brain stimulation and the motivation of behavior. *Prog Brain Res* 1976; 45: 401-426.
- Oomura Y, Yoshimatsu H. Neural network of glucose monitoring system. *J Auton Nerv Syst* 1984; 10: 359-372.
- Petrovich GD, Setlow B, Holland PC, Gallagher M. Amygdalo-hypothalamic circuit allows learned cues to override satiety and promote eating. *J Neurosci* 2002; 22: 8748-8753.
- Riche D, De Pommery J, Menetrey D. Neuropeptides and catecholamines in efferent projections of the nuclei of the solitary tract in the rat. *J Comp Neurol* 1990; 293: 399-424.
- Ritter S, Dinh TT, Zhang Y. Localization of hindbrain glucoreceptive sites controlling food intake and blood glucose. *Brain Res* 2000; 856: 37-47.
- Rolls E. The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and Cognition* 2004; 55: 11-29.

33. Sakurai T, Amemiya A, Ishii M, Matsuzaky I, Chemelli RM, Tanaka H, Williams SC, Richardson JA, Kozlowski GP, Wilson S, Arch JR, Buckingham RE, Haynes AC, Carr SA, Annan RS, McNulty DE, Liu WS, Terrett JA, Elshourbagy NA, Bergsma DJ, Yanagisawa M. Orexins and orexin receptors: a family of hypothalamic neuropeptides and G protein-coupled receptors that regulate feeding behavior. *Cell* 1998; 92: 573-585.
34. Saper CB. Central autonomic system. En: *The rat nervous system*. Paxinos G. Academic Press. San Diego, 1995. pp 107-135.
35. Saper CB. Hypothalamic connections with the cerebral cortex. *Prog Brain Res* 2000; 126: 38-48.
36. Schaffhauser AO, Stricker-Krongrad A, Brunner L, Cumin F, Gerald C, Whitebread S, Criscione L, Hofbauer KG. Inhibition of food intake by neuropeptide Y Y5 receptor antisense oligodeoxynucleotides. *Diabetes* 1997; 46: 1792-1798.
37. Schwartz MW, Woods SC, Porte Jr D, Seeley RJ, Baskin DG. Central nervous system control of food intake. *Nature* 2000; 404: 661-671.
38. Simerly RB. Anatomical substrates of hypothalamic integration. En: *The rat nervous system*. Paxinos G. Academic Press. San Diego, 1995. pp 353-376.
39. Swanson LW, Sawchenko PE. Paraventricular nucleus: a site for the integration of neuroendocrine and autonomic mechanisms. *Neuroendocrinology* 1980; 31: 410-417.
40. Thompson RH, Swanson LW. Organization of input to the dorsomedial nucleus of the Hypothalamus: a reexamination with Fluorogold and PHAL in the rat. *Brain Res Rev* 1998; 27: 89-118.
41. Tritos NA, Vicent D, Gillette J, Ludwig DS, Flier ES, Maratos-Flier E. Functional interaction between melanin-concentrating hormone, neuropeptide Y, and anorectic neuropeptides in the rat hypothalamus. *Diabetes* 1998; 47: 1687-1692.
42. Watts AG. Understanding the neural control of ingestive behaviors: helping to separate cause from effect with dehydration-associated anorexia. *Horm Behav* 2000; 37: 261-283.

Bases Anatómicas de la **DISFUNCIÓN URINARIA ASOCIADA A LA MULTIPARIDAD EN LA CONEJA**

Nicte Xelhuantzi *, Jorge Rodríguez-Antolín*•, Víctor Fajardo Δ, Estela Cuevas*•,
Francisco Castelán* ° y Margarita Martínez-Gómez*• °.

* *Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Tlaxcala.*

• *Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala.*

Δ *Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México.*

° *Depto. de Biología Celular y Fisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM.*

Título corto:

Anatomía y disfunción urinaria

FINANCIAMIENTO:

UATLX-CA-27 (JRA), UATLX-CA-26 (EC),

CTIC-UNAM (FC) y PAPIIT-UNAM IN201-303-3 (MMG).

Correspondencia:

Dra. Margarita Martínez-Gómez
Instituto de Investigaciones Biomédicas
Unidad Periférica Tlaxcala-UNAM
Universidad Autónoma de Tlaxcala
90062-Tlaxcala, Tlax.
México
Tel/Fax: 246 462 1557
E-mail: marmagabo@yahoo.com

RESUMEN

La multiparidad, condición reproductiva de las hembras que han experimentado más de dos partos tiene claras ventajas en su adecuación, aunque también tiene ciertas desventajas entre las que se encuentran aquellas relacionadas con el aparato urogenital inferior.

En mujeres, la multiparidad se asocia frecuentemente con disfunciones de micción y la incontinencia urinaria. La coneja doméstica (*Oryctolagus cuniculus*) es un buen modelo animal para estudiar la micción femenina y evaluar el impacto de efectos reproductivos sobre la fisiología del aparato urogenital inferior. En el presente trabajo, se describen las caracterís-

ticas histológicas del conducto vaginal y de la musculatura estriada pélvica y perineal en conejas nulíparas y multíparas. La organización histológica de la pared vaginal de conejas nulíparas varía a lo largo del conducto. A diferencia de estas conejas donde se identificaron cuatro capas histológicas en las multíparas sólo se identificaron tres capas, que mostraron una disminución en el grosor de la pared vaginal respecto a las de las conejas nulíparas. En cuanto a la musculatura pélvica y perineal se refiere, la multiparidad modifica la proporción de fibras rápidas y lentas de los músculos pubococcígeo y bulboesponjoso. Estos resultados sugieren que la multiparidad está asociada con modificaciones de diversas estructuras involucradas en la reproducción y la micción femenina.

INTRODUCCIÓN

La incontinencia urinaria (IU) es definida por la International Continence Society como la pérdida involuntaria de orina, objetivamente demostrable y que constituye un problema social y/o de higiene. La frecuencia de ocurrencia en mujeres es el doble que en hombres ^{2,14}. La IU se clasifica en genuina de esfuerzo, de urgencia, mixta, por rebosamiento y permanente. Entre éstas, la IU por esfuerzo, con urgencia y la mixta son las más comunes en mujeres de más de 60 años de edad ¹; en jóvenes, la común es la genuina de esfuerzo ^{7,11}. En mujeres, el parto ¹⁰, la menopausia ⁹ y la edad ³ constituyen factores de riesgo que incrementan la probabilidad de padecer IU. La disfunción de elementos del aparato urogenital inferior (AUI), como la uretra y la vagina, así como de la musculatura estriada del piso pélvico, ha sido asociada con la etiología de la IU. Características anatómicas alteradas pueden ser la causa de tales disfunciones.

Para estudiar los mecanismos que subyacen la IU, es útil el uso de modelos experimentales bajo condiciones controladas. Existe gran variedad de modelos animales que comparten una o varias características biológicas con el AUI del humano ⁸. En nuestro grupo de investigación, se utiliza a la coneja doméstica (*Oryctolagus cuniculus*) como modelo adecuado para el estudio de la fisiología de la micción. Particularmente, hemos descrito las características anatómicas del conducto vaginal, su relación a la uretra y la musculatura pélvica y perineal adyacente a él ^{5,12}. Además, hemos encontrado una desorganización de la micción en conejas multíparas ⁴. En el presente trabajo se describen las características histológicas del conducto vaginal y de la musculatura estriada pélvica y perineal en conejas nulíparas y multíparas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron conejas jóvenes (6-14 meses de edad) nulíparas y multíparas de la raza chinchilla (*Oryctolagus cuniculus*) mantenidas en condiciones estándar de bioterio. La condición de multiparidad fue atribuida a conejas con cuatro partos.

Histología vaginal

Veinte días después del cuarto parto, las conejas fueron sacrificadas con una sobredosis de pentobarbital sódico (60 mg/Kg, ip.) y el conducto vaginal fue extraído de acuerdo con la descripción de Martínez-Gómez y cols. ¹². A continuación, el tejido fue procesado, incluido en Paraplast X-tra (Sigma-Al-

drich), cortado transversalmente (7 µm), teñido con tricrómica de Masson y los resultados analizados, como ha sido descrito previamente ¹³.

Histología de la musculatura estriada del piso pélvico

Dos meses después del cuarto parto, las conejas nulíparas y multíparas fueron sacrificadas y los músculos bulboesponjoso (mBe) y pubococcygeo (mPc) fueron extraídos, incluidos en Paraplast X-tra y teñidos con negro de Sudán para identificar y analizar el contenido de fibras de alto (tipo I) y bajo contenido lipídico (tipo II), tal como se ha reportado anteriormente ⁶.

RESULTADOS

Histología vaginal

En conejas nulíparas se observó una regionalización a lo largo de la vagina pélvica y perineal ¹² en función de las capas que las constituyen (Figura 1). En la vagina pélvica craneal (Figura 1A) la mucosa está constituida de epitelio estratificado cilíndrico y su lámina propia de tejido conectivo denso irregular. La submucosa está compuesta de tejido conectivo fibroso. La capa muscular está organizada en pequeños paquetes entremezclados de fibras de músculo liso en direcciones circular y longitudinal. Finalmente, la capa externa está constituida de tejido conectivo denso irregular, abundante sinusoides y de fibras de músculo estriado orientadas circularmente. La vagina pélvica caudal (Figura 1B) es diferente de la vagina pélvi-

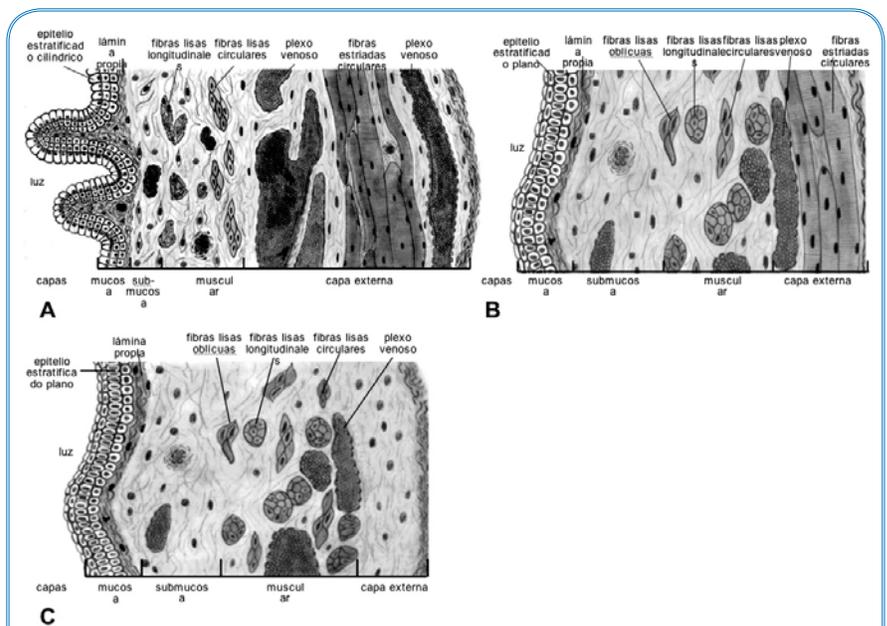


Figura 1. Esquemas representativos de cortes transversales del conducto vaginal de conejas jóvenes nulíparas. Se ilustran los tipos celulares y extracelulares de las diferentes capas de la vagina pélvica craneal (A), vagina pélvica caudal (B) y vagina perineal craneal y caudal (C).

ca craneal en las capas mucosa y muscular. La mucosa está constituida de epitelio estratificado plano. La capa muscular, además de tener fibras circulares y longitudinales, también tiene fibras en dirección oblicua. La vagina perineal craneal y caudal (Figura 1C) tiene una mucosa formada de epitelio estratificado plano. En la capa muscular, las fibras corren circular, oblicua y longitudinalmente y están entremezcladas con grandes e irregulares sinusoides. La capa externa sólo está constituida por tejido conectivo.

Tal organización histológica del conducto vaginal es distinta en las conejas multíparas. En comparación con las conejas nulíparas, se observó una mezcla de los componentes celulares en la lámina propia, la submucosa y la capa muscular de las conejas multíparas; por ello sólo se observaron tres capas: la epitelial, la intermedia (constituida de la lámina propia, submucosa y capa muscular) y la capa externa. De manera interesante, aunque aún preliminar, la condición de multiparidad parece reducir el número de neuronas de los ganglios paravaginales localizados en la pared de la vagina pélvica dorsal.

Histología de la musculatura estriada del piso pélvico

La morfología de los músculos mBe y mPc fue distinta entre los grupos de conejas nulíparas y multíparas. En las multíparas ambos músculos fueron más ligeros y más largos. No se observaron diferencias en el número de fibras que los componen. El área transversal de la fibra fue mayor en los músculos mBe y mPc de conejas nulíparas que de multíparas, en cualquiera de las tres regiones evaluadas (origen, medial y de inserción) y para los tres tipos de fibra clasificados de acuerdo con la tinción con el negro de Sudán (obscuras, intermedias y claras). No hubo diferencias en la proporción de los distintos tipos de fibras musculares.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este trabajo sugieren que la multiparidad modifica la organización histológica del conducto vaginal y los músculos mBe y mPc en la coneja doméstica. Aunado a los efectos producidos por el trauma de parto, es importante considerar que la multiparidad involucra varios episodios de gestación, parto y lactancia; en nuestro modelo experimental, éstos se repitieron cuatro veces. Por ello es relevante evaluar el efecto mecánico del propio parto discriminándolo de otros factores, como por ejemplo, las fluctuaciones hormonales asociadas a estos diferentes episodios que pudieran alterar elementos del AUI involucrados en el proceso de micción.

AGRADECIMIENTOS: a Iván Rubén Bravo Castillo y Laura García Rivera por su asistencia técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernstein IT. The pelvic floor muscles: muscle thickness in healthy and urinary-incontinent women measured by perineal ultrasonography with reference to the effect of pelvic floor training. *Estrogen receptor studies. Neurorol Urodyn* 1997; 16: 237-275.
- Booth C, Pascoe D. Introduction to urinary incontinence. *Hosp Pharmacist* 2002; 9: 65-68.
- Chiarelli P. Urinary stress incontinence and overactive bladder symptoms in older women. *Contemp Nurse* 2007; 26:198-207.
- Corona Quintanilla DL, Mendoza Martínez G, Castelán F, Martínez Gómez M. Urinary function and electromyography activity of the bulbospongiosus and pubococcygeus muscles in the female rabbit: effect of multiparity and age. *Soc Neurosci Abstr online* 2008. Program No. 582.16. Washington, DC: Society for Neuroscience.
- Cruz Y, Hudson R, Pacheco P, Lucio RA, Martínez-Gómez M. Anatomical and physiological characteristics of perineal muscles in the female rabbit. *Physiol Behav* 2002; 75:33-40.
- Fajardo V, Pacheco P, Hudson R, Jiménez I y Martínez-Gómez M. Differences in morphology and contractility of the bulbospongiosus and pubococcygeus muscles in nulliparous and multiparous rabbits. *Int Urogynecol J* 2008; 19: 843-849.
- Hannestad YS, Rortveit G, Sandvik H, Hunskaar S. A community-based epidemiological survey of female urinary incontinence: the Norwegian EPINCONT study. *Epidemiology of Incontinence in the County of Nord-Trøndelag. J Clin Epidemiol* 2000; 53: 1150-1157.
- Hijaz A, Daneshgari F, Sievert KD, Damaser MS. Animal models of female stress urinary incontinence. *J Urol* 2008; 179: 2103-2110.
- Hunskaar S, Burgio K, Diokno AC, Herzog AR, Hjalmas K y Lapitan MC. Epidemiology and natural history of urinary incontinence. En: *Incontinence*. Abrams P, Cardozo L, Khoury S y Wein A (Eds). Health Publication Ltd. Reino Unido. pp 165-201. 2002.
- Lukacz ES, Lawrence JM, Contreras R, Nager CW y Lubner KM. Parity, mode of delivery, and pelvic floor disorders. *Obstet Gynecol* 2006; 107: 1253-1260.
- Madill SJ y McLean L. A contextual model of pelvic floor muscle defects in female stress urinary incontinence: a rationale for physiotherapy treatment. *Ann N Y Acad Sci* 2007; 1101: 335-360.
- Martínez-Gómez M, Lucio RA, Carro M, Pacheco P, Hudson R. Striated muscles and scent glands associated with the vaginal tract of the rabbit. *Anat Rec* 1997; 247: 486-495.
- Rodríguez-Antolín J, Xelhuanzi N, García-Lorenzana M, Cuevas E, Hudson R, Martínez-Gómez M. General tissue characteristics of the lower urethral and vaginal walls in the domestic rabbit. *Int Urogynecol J* 2009; 20: 53-60.
- Velázquez Magaña M, Bustos López HH, Rojas Póceros G, Oviedo Ortega G, Neri Ruz ES y Sánchez Castrillo C. Prevalencia y calidad de vida en mujeres con incontinencia urinaria. Estudio en población abierta. *Ginecol Obstet Mex* 2007; 75: 347-356.

Visualización Dinámica **INTERACTIVA TRIDIMENSIONAL DE LA COLUMNA VERTEBRAL MEDIANTE FOTOGRAFÍA Y ANÁGLIFO**

Samuel P. Gallegos Serrano *, Adelina Rojas Granados *, Isabel García-Peláez • Δ, y
Manuel Arteaga-Martínez * Δ.

* *Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina, UNAM*

• *Departamento de Biología Celular y Tisular de la Facultad de Medicina, UNAM*

Δ *Escuela de Medicina de la Universidad Panamericana.*

México, D.F.

Título corto:

Visualización 3D de columna vertebral

Correspondencia:

Dr. Samuel P. Gallegos Serrano
Laboratorio de Visualización 3-D
Departamento de Anatomía.
Facultad de Medicina UNAM
México, D.F.
Tel. 56-23-02-22 Ext. 45066
E-mail: samuel_gallegos@yahoo.com

RESUMEN

Con objeto de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Morfología, en el Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM, se está implementando la elaboración de modelos anatómicos con técnicas de realidad virtual no inmersiva, de bajo costo y fácil manejo, que puedan ser utilizados por profesores y alumnos dentro y fuera de las aulas, sin necesidad de computadoras potentes, programas complejos e instalaciones especiales. Se presenta en este trabajo el modelo conseguido para el estudio anatómico de la columna vertebral humana.

Palabras clave: columna vertebral; realidad virtual; visualización tridimensional.

SUMMARY

In order to improve the process of education-learning of the Morphology, in the Department of Anatomy of the Medicine Faculty of the UNAM, elaboration of anatomical models with techniques of desktop virtual reality is being implemented. These models have low cost and easy handling, and they may be used by professors and students inside and outside the classrooms, without needing powerful computers, complex programs and special facilities. In this paper, we presented a model corresponding to the anatomical study of human spine.

Key Words: tridimensional visualization; spine; virtual reality.

INTRODUCCIÓN

El estudio minucioso y pormenorizado de los detalles anatómicos del esqueleto ha sido, es y será uno de los pilares fundamentales de la docencia de la Anatomía, y una base indispensable para el estudio clínico y radiológico de pacientes con enfermedades osteoarticulares y de edad geriátrica. Es por ello, que en el programa de enseñanza de la Anatomía se dedica a este tema un buen número de horas dentro de la asignatura.

Para el mejor entendimiento del esqueleto, en la Facultad de Medicina de la UNAM, como en todas las Escuelas y Facultades de Medicina del mundo, se suelen utilizar diferentes apoyos didácticos, tales como el estudio directo en esqueletos humanos, en modelos de material plástico, en esquemas elaborados por el profesor en el pizarrón durante la clase, y mediante la proyección de diapositivas o presentaciones digitales en computadora realizadas fundamentalmente a partir de los libros de texto. Si bien estas técnicas son de gran utilidad, todas tienen limitaciones que elevan el grado de dificultad de esta disciplina, ya de por sí compleja. Si bien algunos de los huesos del cuerpo son estructuralmente más o menos sencillos y fáciles de entender por los alumnos, otros como el temporal, esfenoides, etmoides, maxilar, vértebras y huesos iliacos, les resultan a los estudiantes muy complejos fundamentalmente por sus formas abigarradas y llenas de detalles.

En las dos últimas décadas se ha aplicado, cada vez con mayor intensidad, las técnicas de Realidad Virtual (RV) no sólo para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las disciplinas morfológicas (dentro y fuera de las aulas)^{1,4,10,12,14,16} sino también para investigar procesos morfogenéticos o de expresión de genes^{2,5,6,8,9,13,15}.

A pesar de ser un producto de una evolución tecnológica, la RV no debe ser descrita solamente como nueva tecnología sino como una experiencia; es la sensación de sentirnos presentes en un lugar determinado en un espacio tridimensional hecho por computadoras. Esta sensación de presencia es obtenida gracias a la interacción directa y en tiempo real del usuario con este ambiente virtual. El tiempo real ocurre cuando las respuestas del sistema debido a la interacción del usuario llegan de manera tan rápida e instantánea, que tenemos la impresión que ocurren en tiempo normal.

Para crear un modelo en RV es necesario realizar registros fotográficos de alta calidad para RV; esta técnica consiste en la toma de imágenes fotográficas digitales de un objeto en distintos ángulos sobre el plano horizontal y vertical (Figura 1A), las cuales mediante un software apropiado de manejo de imágenes digitales son cuidadosamente limpiadas y procesadas (Figura 1B). Para aumentar aún más la sensación de tridimensionalidad, las

imágenes fotográficas digitales se procesan en anáglifo (Figura 1C). Finalmente, el último paso es exportar estas imágenes a un software que las integre en una interfase dinámica y de fácil manipulación (Figura 1D). Un anáglifo consta de dos imágenes ligeramente diferentes de la misma escena en diferentes colores, por lo general rojo y azul. Cuando el anáglifo se ve a través de unas gafas especiales (que tienen un filtro rojo para el ojo izquierdo y un filtro azul para el ojo derecho), las dos imágenes parecen fundirse en una única imagen tridimensional.

Los filtros de color de las gafas filtran los detalles del anáglifo, enviando al cerebro dos imágenes ligeramente diferentes que el cerebro se encarga de integrar como una única imagen tridimensional.

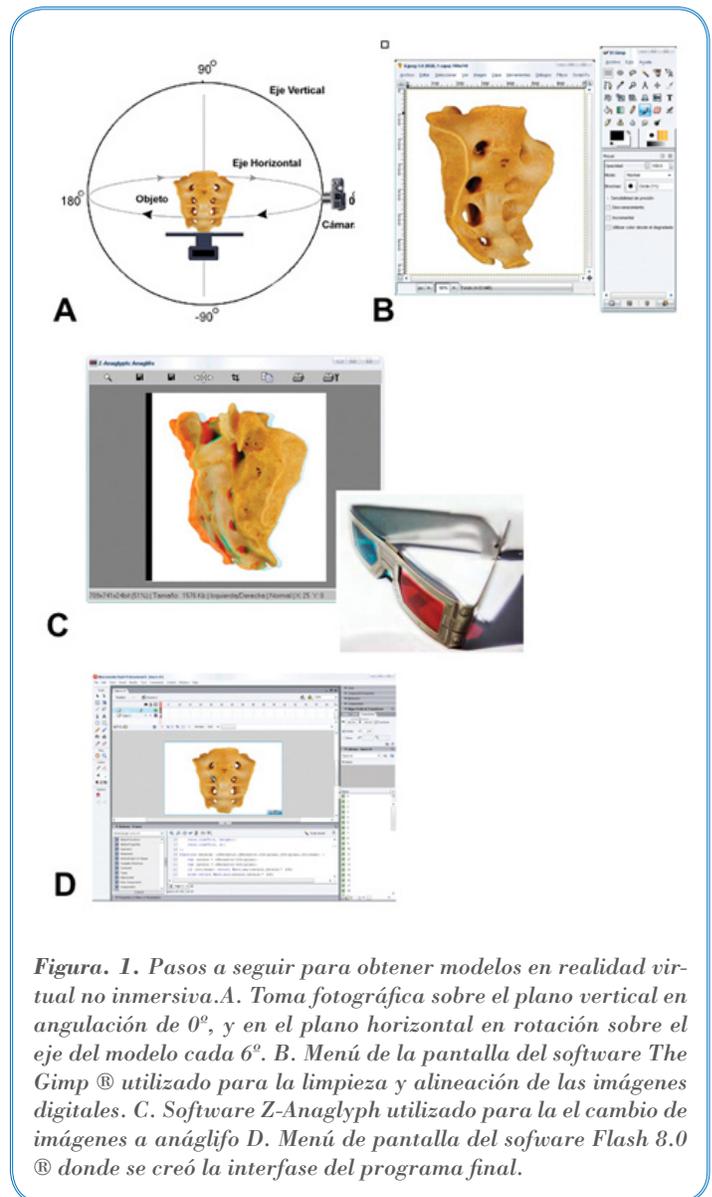


Figura 1. Pasos a seguir para obtener modelos en realidad virtual no inmersiva. A. Toma fotográfica sobre el plano vertical en angulación de 0°, y en el plano horizontal en rotación sobre el eje del modelo cada 6°. B. Menú de la pantalla del software The Gimp® utilizado para la limpieza y alineación de las imágenes digitales. C. Software Z-Anaglyph utilizado para el cambio de imágenes a anáglifo. D. Menú de pantalla del software Flash 3.0® donde se creó la interfase del programa final.

La bondad de la unión de estas dos técnicas produce múltiples sensaciones al usuario, de forma que se siente inmerso en el modelo generado por la computadora. La utilización de estas técnicas de modelos de RV permite a la persona captar mejor la situación, proporciones y relaciones de los objetos visualizados.

En la actualidad, pueden ya encontrarse algunos programas de morfología, tanto a través de Internet ^{7,11} como en programas informáticos comerciales en CD o DVD; sin embargo, estos programas tienen limitantes como son: necesitar forzosamente conexión a Internet, el idioma en que se hicieron, la posibilidad o no de conseguirlos en nuestro medio, su precio y el enfoque particular que hayan dado los autores del programa y que no siempre se adapta de forma adecuada a nuestros programas académicos. Por el contrario, la fotografía en RV ha mostrado sus bondades en lo económico, infraestructura y enseñanza, además de permitir la colección de especímenes anatómicos para un acervo virtual.

Fue por ello, que nos pareció interesante desarrollar una nueva estrategia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Anatomía, elaborando programas de Visualización Tridimensional del esqueleto, que pudieran estar al alcance de grandes grupos de alumnos, utilizando una proyección dinámica e interactiva que no necesitara de instalaciones especiales y costosas, y que el profesor y el alumno pudieran manejar con los mínimos conocimientos de computación.

El objetivo de nuestro trabajo fue elaborar un modelo anatómico tridimensional de la columna vertebral en conjunto y de las vértebras representativas de cada uno de sus segmentos, de alta calidad y fácil uso en cualquier computadora y que pueda ser utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera de las aulas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron una columna vertebral armada mediante técnicas de esqueletopexia, perteneciente al acervo de material óseo del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM, así como las vértebras desarticuladas del esqueleto N° 66 de la Sección de Antropología del mismo Departamento.

Se capturaron imágenes fotográficas digitales de alta resolución de los especímenes con una Cámara Digital Coolpix 990 Nikon mediante la siguiente técnica:

Vértebras. Las vértebras C1, C2, C1+C2, C7, T9, L3, L5, Sacro y Cosis fueron fotografiadas de manera independiente, colocando la vértebra en una base giratoria graduada diseñada especialmente para este uso, iluminándolas con dos lámparas de tungsteno blancas de 60 Watts en el ángulo apropiado entre sí (Figura 2A, B). Cada una de las vértebras fue fotografiada secuencialmente con un giro de la base de 6° entre foto y foto haciéndose dos series: una colocando la vértebra como si estuviera in situ en el plano horizontal y la otra, colocando la vértebra en el plano vertical (Figura 3); por tanto cada serie constaba de 60 fotografías.

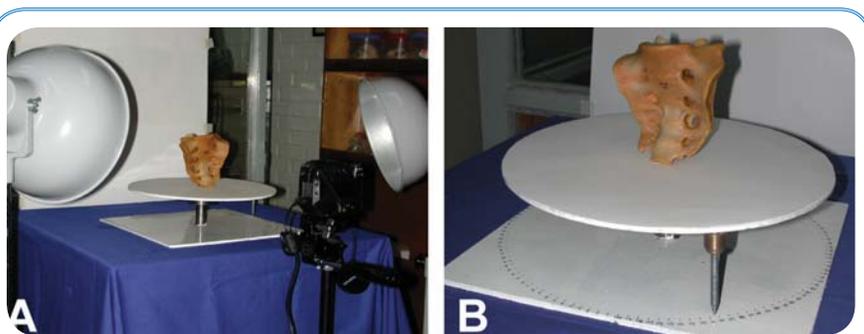


Figura. 2. Toma de las imágenes digitales. A. Base giratoria para colocar los especímenes, lámparas de iluminación y cámara fotográfica. B. Acercamiento de la base giratoria.

Columna vertebral. La columna vertebral articulada se colocó perpendicularmente en la base giratoria, iluminándola también con dos lámparas de tungsteno blancas de 60 Watts en el ángulo apropiado entre sí, y se fotografió secuencialmente con un giro de la base de 6° entre foto y foto (Figura 3).

Cada una de las imágenes de todas las series fotográficas fueron debidamente alineadas y limpiadas en la computadora utilizando el software The Gimp ® (Figura 1B). La totalidad de las imágenes se duplicaron: una serie se importó al software Z-Anaglyph para su conversión a anáglifo y la otra se incorporó al siguiente paso sin modificación.

Finalmente, todas las imágenes se procesaron mediante la sucesión de frames en el software Flash 8.0 ® y creó una interfase dinámica, atractiva y de fácil uso (Figura 1C, D).

RESULTADOS

Se obtuvo un modelo, sin anáglifo, de cada una de las ocho vértebras y uno de la columna vertebral completa; a cada modelo se le aplicó anáglifo para su visualización tridimensional con los lentes especiales mencionados en la introducción (Figura 1C).

Vértebras. El software final generado de cada modelo permite que mediante el manejo del “mouse” en la computadora pueda

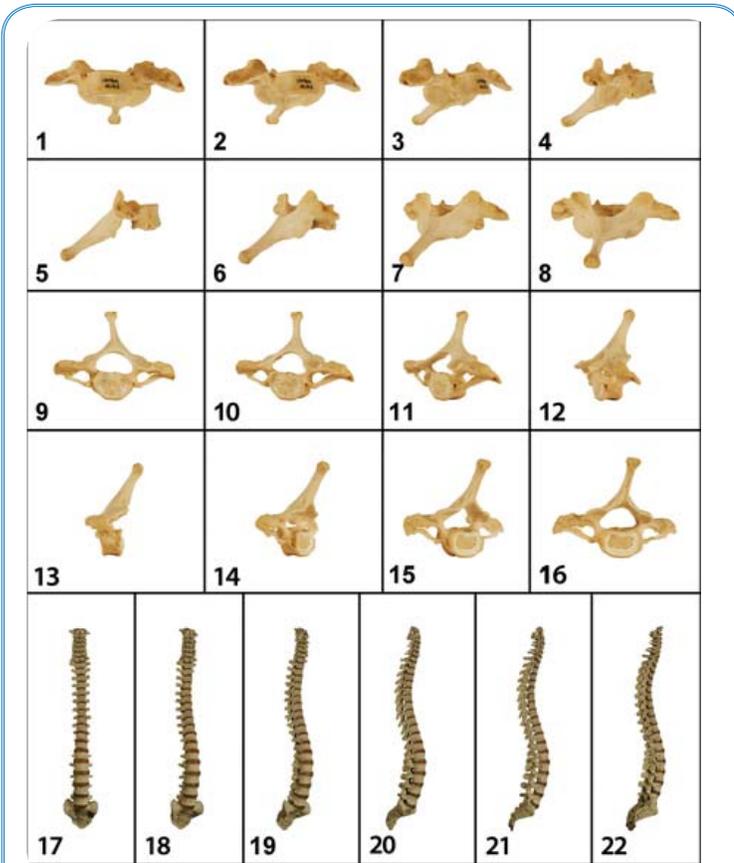


Figura 3. Fotografías digitales de los especímenes. 1-8. Fotografías de la séptima vértebra cervical colocada como si estuviera in situ; entre cada fotografía hay un giro de la base de 24°. 9-16. Fotografías de la misma séptima vértebra cervical colocada perpendicular al plano horizontal; entre cada fotografía hay un giro de 24°. 17-22. Fotografías de la columna vertebral; entre cada fotografía hay un giro de 24°.

seleccionarse la vértebra que se desee ver en un punto o botón en la pantalla (Figura 4A). Al seleccionar dicho punto se accede a un submenú, el cual da acceso a los diferentes modelos de las vértebras de ese segmento, a sus vistas en el plano vertical y en el horizontal (Figura 4B), y a esas mismas, pero con anáglifo que deben verse con ayuda de los lentes especiales (Figura 4C); en cualquiera de los modelos, la vértebra puede rotarse voluntariamente con ayuda del “mouse” hasta 360° y magnificar la imagen cuanto se desee. En la parte baja de la pantalla de este submenú hay unos iconos que dan acceso a imágenes estáticas de la vértebra que se esté analizando, las cuales tiene rótulos con los nombres de los componentes anatómicos de la vértebra en diferentes vistas, así como un breve texto descriptivo de la estructura. En cualquier punto de este submenú, puede cambiarse con otras vistas de la vértebra, con otras vértebras o con las imágenes de la columna vertebral completa.

Columna vertebral. Para acceder a la columna vertebral en conjunto, hay que hacer “click” en el punto o botón superior derecho

(Figura 4A), que permite visualizar el submenú donde se puede manipular la columna y voluntariamente rotarla mediante el “mouse” 360° en el plano horizontal, magnificar la imagen y cambiarla a su versión con anáglifo para verse con ayuda de los lentes especiales.

Como se ha descrito en el párrafo anterior, también en este submenú hay unos iconos en la parte baja de la pantalla a través de los cuales puede accederse a imágenes estáticas de la columna vertebral que tienen rótulos de los componentes anatómicos de la columna en diferentes vistas, así como un breve texto descriptivo de la estructura. En cualquier punto de este submenú puede cambiarse a cualquiera de los otros modelos o funciones.

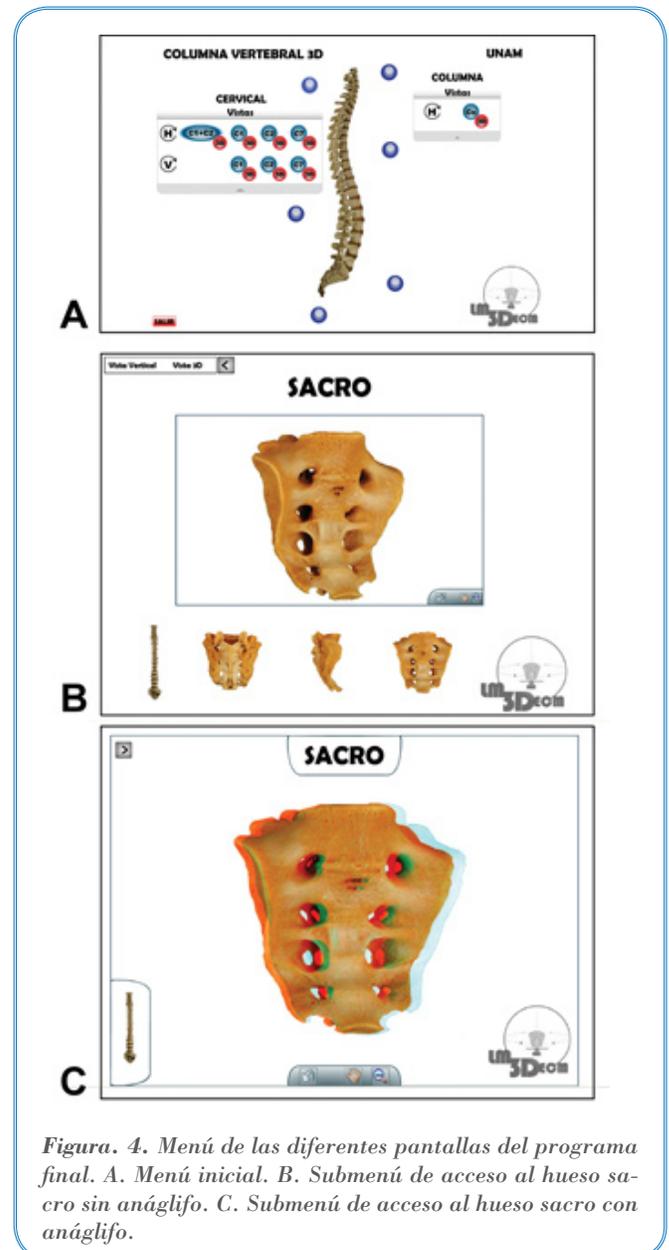


Figura 4. Menú de las diferentes pantallas del programa final. A. Menú inicial. B. Submenú de acceso al hueso sacro sin anáglifo. C. Submenú de acceso al hueso sacro con anáglifo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La RV puede ser considerada como una interfase entre el hombre y la computadora que permite sintetizar un mundo tridimensional ficticio, creando una ilusión de realidad, en el que se permite el control absoluto de los movimientos y por tanto la sensación de realidad de estar en el sitio o con el objeto mostrado. En el ámbito de lo que podemos llamar la RV tradicional existen dos grandes categorías:

1. La RV inmersiva, en la cual, el propósito es que el usuario interactúe de manera directa e intuitiva dentro del mundo virtual. Para ello, el usuario es sumergido dentro de este mundo virtual a través de visiocascos y otros equipos sofisticados. De esta forma, el usuario deja de creer que está interactuando con la computadora, para sentir que lo hace directamente con este mundo virtual; y

2. La RV no-inmersiva (Desktop VR), que es una versión mucho más accesible para experimentar la RV. El usuario interactúa también de manera directa con el ambiente tridimensional de la computadora, pero sin los problemas de equipos sofisticados de la inmersión. Aquí, el usuario trabaja con material informático familiar: el monitor, el “mouse” y el teclado. En este tipo de RV, la información visual tridimensional es mostrada con todas las características de la RV inmersiva, es decir, vista en perspectiva, eliminación de líneas escondidas, sombras, texturas y hasta con una visión estereoscópica a base de lentes especiales (análogo, polarización, etc.). Las ventajas de este tipo de RV son su accesibilidad, ya que aquí hablamos de material informático habitual, y el hecho de no necesitar una capacidad de cálculo enorme³.

Desgraciadamente los ingenieros y programadores han caído en errores fundamentales, en relación a la manera de enfocar el trabajo dentro de esta interfaz tridimensional.

En primer lugar, tomando en cuenta un trabajo de investigación importante en el desarrollo de prototipos, ellos han concebido a la RV no como una experiencia, sino como una suma de equipos sofisticados; por otra parte, han forzado el desarrollo de la RV en términos de inmersión o de intrusión total del usuario dentro del espacio tridimensional, dejando de lado otros tipos de RV, como es el caso de la RV no-inmersiva, la cual es de menor costo y mayor accesibilidad a la comunidad en general.

La importancia de este desarrollo tecnológico es que a través de la creación de un sistema interactivo, que sintetice un modelo tridimensional, se crea una ilusión de realidad y además permita el control absoluto de los movimientos, sin olvidar el bajo costo en producción y demostración, lo cual logra que el alumno perciba y aprenda cualquier estructura morfológica creada por este método, sea anatómica, embriológica o histológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez Marcos CA, Llorente Pendás JL, Martínez Nistal A, Lara Fernández A, Granada González E, Sanpedro Nuño A, Suárez Nieto C. Material educativo multimedia. Una herramienta de apoyo a la enseñanza de la otorrinolaringología. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2005; 56: 31-37.
2. Chen X, Ai Z, Rasmussen M, Bajcsy P, Auvil L, Welge M, Leach L, Vangveeravong S, Maniotis AJ, Folberg R. Three-Dimensional reconstruction of extravascular matrix patterns and blood vessels in human uveal melanoma tissue: Techniques and preliminary findings. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003; 44: 2834-2840.
3. Dorta T. La Realidad Virtual Dibujada: como una nueva manera de hacer computación. En: Ira. Conferencia sobre aplicación de computadoras en Arquitectura. Llaneras G, Negrón E (Ed). Caracas 1999. pp 175-182.
4. Feng G, Burton N, Hill B, Davidson D, Kerwin J, Scout M, Lindsay S, Baldock R. AtlasView: a Java atlas-viewer for browsing biomedical 3D images and atlases. *BMC Bioinformatics* 2005; 6: 47. En: <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/6/47>.
5. Johnson JT, Hansen MS, Wu I, Healy LJ, Johnson CR, Jones GM, Capocchi MR, Keller C. Virtual histology of transgenic mouse embryos for high-Throughput phenotyping. *PLOS Genet* 2006; 2: 471-477.
6. Martínez L, González-Reyes S, Hernández F, Fernández-Dumont V, Martínez-Calonge W, Burgos E, Tovar JA. Reconstrucción digital tridimensional para el análisis de las malformaciones intratorácicas congénitas inducidas con nitrofen. *Cir Pediatr* 2005; 18: 165-169.
7. QTVR Anatomical Resource. En: <http://www.anatomy.wright.edu/QTVR/info.html>.
8. Streicher J, Donat MA, Strauss B, Sporle R, Schughart K, Muller GB. Computer-based three-dimensional visualization of developmental gene expression. *Nat Genet* 2000; 25: 147-152.
9. Streicher J, Muller GB. 3D modeling of gene expression patterns. *Trends Biotechnol* 2001; 19: 145-148. En: <http://tibtech.trends.com>.
10. Temkin B, Acosta E, Hatfield P, Onal E, Tong A. Web-based three-dimensional virtual body structures: W3D-VBS. *J Am Med Inf Assoc* 2002; 9: 425-436.
11. The bones of the skull. A 3-D learning tool. En: <http://www.lib.uiowa.edu/commons/skullvr>
12. Trelease RB, Nieder GL, Dorup J, Hansen MS. Going virtual with QuickTime VR: New methods and standardized tools for interactive dynamic visualization of anatomical structures. *Anat Rec (New Anat)* 2000; 261: 64-77.
13. Weninger WJ, Geyer SH, Mohun TJ, Rasskin-Gutman D, Matsui T, Ribeiro I, Costa LF, Izpisua-Belmonte JC, Muller GB. High-resolution episcopic microscopy: a rapid technique for high detailed 3D analysis of gene activity in the context of tissue architecture and morphology. *Anat Embryol (Bel)* 2006; 211: 213-221.
14. Weninger WJ, Meng S, Streicher J, Muller GB. A new episcopic method for rapid 3-D reconstruction: applications in anatomy and embryology. *Anat Embryol* 1998; 197: 341-348.
15. Weninger WJ, Mohun T. Phenotyping transgenic embryos: a rapid 3-D screening method based on episcopic fluorescence image capturing. *Nat Genet* 2002; 30: 59-65.
16. Zito FA, Marzullo F, D'Errico D, Salvatore C, Digirolamo R, Labriola A, Pellicchia A. Quicktime virtual reality technology in light microscopy to support medical education in pathology. *Modern Pathol* 2004; 17: 728-731.

Reporte de **ESQUELETOPEXIA DE CADÁVER CON ESCOLIOSIS Y OSTEODISTROFIA**

Lorena Ocampo-Tallavas *, Gamaliel Ruiz-Gris *, José A Hernández Pacheco *,
Alejandro Pérez-López * •, Mauricio Martínez-Camargo *, Octavio Lescas * Δ,
Pablo Mayoral Ocampo * y Manuel Ángeles-Castellanos °.

* *Taller de Conservación de Material Biológico; Facultad de Medicina, Universidad Autónoma
“Benito Juárez de Oaxaca”.*

• *Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital General de Tuxtepec Oaxaca.*

Δ *Clínica Hospital “San José” Oaxaca, Oaxaca.*

° *Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, UNAM*

Título corto:

Esqueletopexia y osteodistrofia

Correspondencia:

Dra. Lorena Ocampo-Tallavas
Taller de Conservación de Material Biológico
para la docencia; Facultad de Medicina
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Tel: (951) 513-43-06
E-mail: doctallavas@hotmail.com

RESUMEN

Se presenta un caso encontrado como hallazgo de anfiteatro, que después de su tratamiento con técnicas de esqueletopelexia se evidenció se trataba de una escoliosis probablemente congénita, asociada a la presencia de osteocondrodistrofia de miembros torácicos y pélvicos que conjuntamente definen al síndrome de Di Morquio (mucopolisacaridosis tipo IV). Se observó también la presencia de una instrumentación posterior de la columna toracolumbar con barras de fijación interna (barras de "LUKE"), alambrado sublaminar y artrodesis posterolateral. El interés de este reporte es dar a conocer la morfología, así como de la condición anatómo-morfológica en la que estos pacientes sobreviven.

Palabras clave: escoliosis; esqueletopelexia; mucopolisacaridosis tipo IV; osteocondrodistrofia; síndrome de Di Morquio.

SUMMARY

A case found in the amphitheatre, after its treatment under techniques of "skeletonplexia" was that it is a probably congenital scoliosis, associated to the presence of osteochondrodystrophy of thoracic members and pelvic that jointly they define to the syndrome of the "Di Morquio" (Mucopolysaccharidoses type IV). The presence of a later instrumentation of the vertebral column is also observed to thoracolumbar with bars of internal fixation (bars of "LUKE"), wire fenced laminate and postero-lateral arthrodesis. The interest of this report is to present the morphology, as well as of the anatomomorphologic condition in which these patients survive.

Key Words: Di Morquio syndrome; mucopolysaccharidoses type IV; osteochondrodystrophy ; scoliosis ; skeletonplexia.

INTRODUCCIÓN

La osteocondrodistrofia es una alteración congénita que repercute sistémicamente y cuyas alteraciones comprometen el desarrollo y la función del sistema óseo muscular.

En el presente reporte, a través del examen físico del esqueleto se demostró en el cráneo aplanamiento occipital y escoliosis, que es una alteración de alineación de la columna vertebral en el plano axial. La forma más frecuente de esta alteración es la escoliosis idiopática que, como su nombre lo indica, es de causa desconocida y se caracteriza por presentar asimetría de la espalda o de la pared torácica posterior, hombros de distinta altura, evidente discrepancia de longitud de las extremidades pélvicas, asimetría de flancos y de la pared torácica anterior, con basculación pélvica y compensación de extremidades inferiores, así como pelvis de características ginecoides.

La esqueletopexia ha sido un método tan antiguo como la anatomía misma, y de igual manera las técnicas utilizadas para la conservación de partes óseas de un cadáver han cambiado con el paso del tiempo. El estudio de los huesos humanos se inició en el siglo XIV, pero fue hasta el siglo XVI cuando su estudio alcanzó su máxima expresión; los anatomistas antiguos se auxiliaban de huesos de animales, incluyendo al mismo Galeno que los utilizó para el estudio de la osteología. En 1673, Simón Paulli, médico danés, preparó esqueletos sometidos a la acción de la intemperie sobre el techo de su casa hasta que se desprendieran las partes blandas. Por otra parte, ahora contamos múltiples técnicas de esqueletopexia que dan resultados favorables y permiten el estudio detallado y más próximo al esqueleto vivo, de tal forma que puede utilizarse cualquier de ellas para llegar al mismo objetivo, sin olvidar que estas técnicas básicas pueden ser útiles para estudiar patologías óseas post-mortem.

PRESENTACIÓN DEL CASO

El cadáver, donde por inspección se observó deformidad de la estructura ósea, fue obtenido del Anfiteatro General de la Facultad de Medicina y Cirugía de la Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca y llevado al taller de conservación de material biológico de la misma Facultad, donde se realizó la separación del tejido blando, por disección y legrado final de inserciones musculares y ligamentos articulares.

Las articulaciones del esqueleto axial se mantuvieron intactas y solamente las correspondientes al esqueleto apendicular se desarticulaban para su limpieza por separado, salvo las manos y pies. El tejido óseo de este esqueleto presentaba una estructura delicada, motivo por el cual no se llevó a cabo ningún otro método de limpieza que generara desgaste óseo; después de limpiar casi al 100% el esqueleto, se rearticuló por completo para su descripción anatómica.

HALLAZGOS

Se trata de un esqueleto del sexo masculino de 30-35 años de edad aproximadamente, con una estatura de 1.30 metros, con escoliosis toracolumbar, osteocondrodistrofia de miembro torácico derecho, pelvis y extremidades pélvicas (Figura 1).



Figura 1. Vista panorámica del esqueleto. A. Vista anterior mostrando marcada escoliosis lumbar hacia la izquierda y rotación de columna en la misma dirección, así como osteocondrodistrofia. B. Vista posterior donde se puede observar la presencia de las barras metálicas permanentes de fijación interna (barras de Luke).

Se encontraron alteraciones a nivel occipital y frontal, así como de la columna cervical. La columna torácica y lumbar muestra forma de "S" es decir, presentan escoliosis acentuada, con rotación a la izquierda. Con la técnica de Cobb, se obtuvieron los siguientes ángulos: 58° de angulación de la curva torácica de T2 a T12, con convexidad hacia la derecha y una segunda curvatura situada a nivel lumbar entre L1 y L5 con una angulación de 70°, con convexidad hacia la izquierda (Figura 2 A).

En una vista posterior de la columna puede observarse ausencia de procesos espinosos secundaria a la técnica quirúrgica de artrodesis, a partir de la primera vértebra dorsal; también puede observarse que las vértebras se encuentran fusionadas a nivel torácico y lumbar; asimismo, se observa la presencia de barras metálicas permanentes de fijación interna, las cuales están fijadas a la columna vertebral con alambre de acero inoxidable de 1.2 mm con técnica sublaminar como método paliativo (Figura 2 B). Podemos observar también la falta de los procesos transversos a partir de T10, así como en las vértebras lumbares la ausencia de procesos transversos característicos y en su lugar se encuentran procesos transversos delgados y afilados (Figura 2B). En una vista anterior es posible observar los cuerpos vertebrales desde T1 a L5 con una rotación hacia el lado izquierdo que conforme descende es más pronunciada, terminando con casi 90° de rotación (Figura 1 A). La rotación, la escoliosis y la rotación de la columna producen en este esqueleto tórax con posición oblicua de derecha a izquierda con eje ántero-posterior de 17 cm y eje transversal de 27 cm; los arcos costales muestran estructura ósea con alteraciones probablemente secundarias por compromiso ventilatorio y las articulaciones costo-vertebrales y costo-transversas se demostraron con asimetría axial, salvo las últimas tres del lado izquierdo donde las vértebras carecen de procesos transversos (Figura 2).

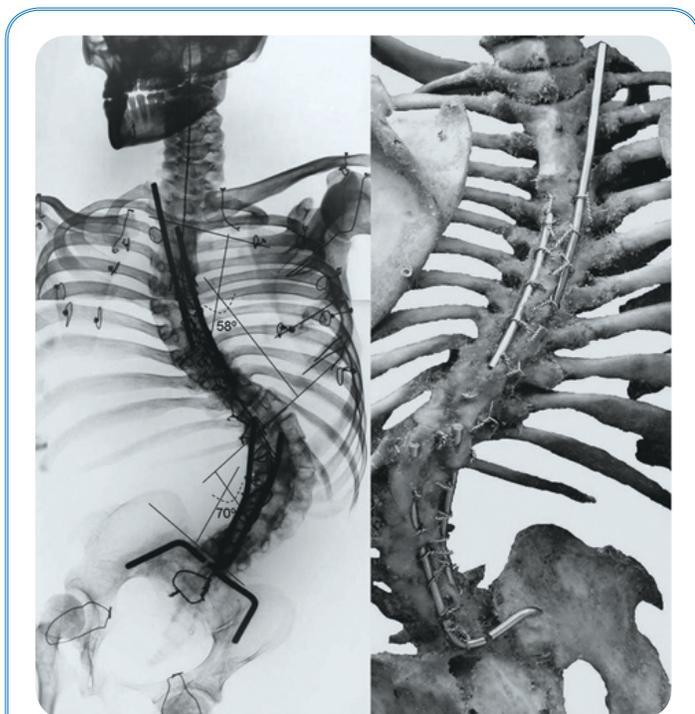


Figura 2. Acercamiento del esqueleto. A. Imagen radiológica ántero-posterior de la columna vertebral del esqueleto en estudio, que muestra la localización de las barras metálicas permanentes de fijación interna en la pelvis. B. Vista posterior de la columna vertebral.

En relación a los miembros torácicos, la extremidad izquierda se encuentra sin afectación en ninguno de los componentes óseos, no así en la extremidad derecha, en la cual es notable la hipoplasia y la distrofia ósea manifestada por disminución en el grosor y longitud de los huesos que la conforman, así como un acortamiento de su longitud total de aproximadamente 10 cm; también es posible observar torsión del radio sobre la ulna, deformando el espacio ínteróseo radio-ulnar y una clara hipoplasia de la escápula (Figura 1 A).

La pelvis muestra datos de osteocondrodistrofia orientada hacia la izquierda; en general es una pelvis ósea hipoplásica, con presencia de osteofitos en forma de crestas, displasia acetabular, de cuello y cabeza femoral derecha; en la parte anterior del la cresta iliaca izquierda es posible observar la salida del extremo de la barra implantada. Por la parte posterior se encuentra la presencia del implante de las barras de fijación interna (Figura 2 B).

Los miembros pélvicos muestran ambos las mismas alteraciones: son hipoplásicos y distróficos, con una longitud de 65 cm, los huesos son delgados en general, pero mucho más en las diáfisis de los huesos largos, y consistencia porosa en la epífisis (Figura 1).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esqueleto masculino que cursó con osteocondrodistrofia (de origen a determinar), probablemente portador de síndrome de Di Morquio tratado con las barras de fijación interna que evitó colapso a nivel medular. Las alteraciones de la columna producen trastornos que empeoraron con el crecimiento y ocasionaron aspecto dismórfico, causando probablemente trastornos viscerales y alteraciones de la función ventilatoria y neuromuscular.

En pacientes portadores de escoliosis dorso-lumbar de más de 45° suele estar indicado el tratamiento quirúrgico, habitualmente combinando la corrección de la deformidad con unas barras permanentes de fijación interna y practicando una fusión o artrodesis posterior y lateral de las vértebras afectadas; en este caso se ejemplifica el tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Canale ST. Cirugía Ortopédica Cambell, volumen III, 9ª edición, Editorial Harcourt Brace, México, 1998.
2. Lovell WW, Winten RB. Ortopedia Pediátrica, 2ª edición, Editorial Panamericana, México 1998.
3. Quiroz Gutiérrez F. Osteología en: Anatomía Humana 3ª edición, Editorial Porrua, México, 1995.
4. Roach JW. Adolescent idiopathic scoliosis. Orthop Clin North Am. 1999; 30: 353-363.
5. Salter RB. Trastornos y Lesiones del Sistema Musculo-esquelético, 3ª edición, Editorial Masson, México 2001.
6. Staheli LT. Ortopedia Pediátrica, 1ª edición, editorial Marbán, España, 2001.

Filosofía de la Medicina:
**REFLEXIONES SOBRE
MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA**

Joaquín Ocampo Martínez.

*Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina
Facultad de Medicina UNAM
México, D.F.*

Título corto:

Reflexiones sobre Morfología y Anatomía

Correspondencia:

Dr. Joaquín Ocampo Martínez
Departamento de Historia y
Filosofía de la Medicina
Facultad de Medicina UNAM
E-mail: joaquinocampo@yahoo.com

Todo ser humano tiene la posibilidad de reflexionar sobre algo, independientemente de la profundidad de su reflexión y del objeto o hecho sobre el que enfoca su reflexión. Lejos de ser una actividad improductiva, ociosa o estéril, el quehacer reflexivo ha permitido al hombre sobrevivir a la adversidad, mediante la creación de un sistema de conceptos, conocimientos, nociones y verdades siempre relativas contenidas en la ciencia, la tecnología y las humanidades, pero fundamentalmente ha posibilitado la adquisición de un panorama cada vez más claro del mundo que le rodea y de sí mismo, abriendo nuevos caminos a su inteligencia y acción¹⁻³.

La reflexión ordinaria es un ejercicio que puede partir del acontecer cotidiano para llegar a ciertos resultados; sin embargo, es la de carácter filosófico la que requiere de un cierto rigor lógico en la búsqueda de conclusiones objetivas, enriquecedoras y proclives a la generación de transformaciones en el ámbito del conocimiento y de la realidad conceptual y material del hombre.

La Filosofía se divide en áreas donde encuentra sus objetos de reflexión, todas ellas emergidas de problemas que plantea la realidad: Antropología filosófica, Ontología, Estética, Axiología, Ética, Epistemología, etc., pero también en algunos órdenes de actividad humana, constituyendo la filosofía de la ciencia, del derecho del arte, de la medicina, etc.

Por otro lado, toda reflexión se inicia por lo general con el planteamiento de un problema, de una tesis o bien de una antítesis, es decir, de una formulación que tiene como finalidad la refutación de una tesis. Cualquiera que sea el punto de partida, éste se aborda desde una metodología discursiva particular, apoyada en algún procedimiento lógico, con el fin de clarificar y determinar sus múltiples influencias con otros campos del actuar humano o del conocimiento para obtener una noción más precisa y objetiva de ciertos hechos y fenómenos que permitan la aprehensión y comprensión cada vez más fiel de la realidad⁴⁻⁵.

Es en ese tenor que en esta breve presentación, se hacen algunas reflexiones acerca de la Morfología y la Anatomía con el objeto de llegar a algunas conclusiones que puedan brindar elementos sobre su status, no como un mero ejercicio intelectual, sino para ampliar perspectivas con relación a su investigación y enseñanza.

Una primera cuestión es determinar la naturaleza de la Morfología y la Anatomía en cuanto conocimiento sistematizado de un sector de la realidad, en otras palabras, ¿son la Morfo-

logía y la Anatomía, disciplinas científicas? Al respecto, el autor plantea la siguiente tesis: **mientras que la Morfología es una disciplina científica, la Anatomía no lo es**. Tal tesis requiere de una argumentación que le dé sustento, puesto que las tesis no son opiniones o caprichos personales. Para el efecto se establece un esquema conceptual que permite la argumentación requerida. Desde un punto de vista general, toda disciplina científica presenta una caracterología *sui generis* en cuanto a que posee:

- un objeto de estudio proveniente de la realidad conceptual o material sobre el cual se edifica un sistema de conocimientos;
- una finalidad explícita que va más allá de la contemplación o satisfacción de una curiosidad, porque persigue la resolución de ciertos problemas concretos.
- una metodología que hace posible su propio desarrollo;
- un lenguaje propio que permite identificar los elementos que constituyen el objeto de estudio y permite la comunicación entre quienes la profesan, y
- una comunidad que la cultiva, difunde y contribuye a su evolución.

Es evidente que la Morfología (del griego *morphé*, forma; *logos*, tratado, estudio), tiene un objeto de análisis o estudio: la forma o manifestación espacial y tridimensional de la estructura de los seres orgánicos e inorgánicos. En el primer caso, se hace referencia a los entes biológicos (vivos o muertos) y así se habla de una Morfología vegetal y de una Morfología animal, así como de una Morfología humana.

Por otro lado, se habla también de la morfología de los seres inorgánicos (*Geomorfología*) para señalar el estudio de la forma y carácter del relieve terrestre. No está por demás, mencionar que también se denomina Morfología, a esa parte de la Lingüística que estudia las palabras desde un punto de vista formal, es decir, de sus relaciones con el significado y los procesos de formación de nuevas palabras o formas de palabras.

En el presente trabajo sólo se adopta la primera acepción del término. Dicho sea de paso, el término morfología se usó por primera vez en siglo XIX en el campo de la Biología.

Conviene aclarar que el estudio de las “formas” de los seres orgánicos, no concibe a éstos solo como expresiones estáticas o finales de la materia, sino también como entes inscritos en un proceso de cambio y transformación. Así, existe la Morfología del desarrollo vegetal y animal que estudia las diferentes formas y estructuras que adopta un ser orgánico desde su origen hasta su estado adulto, y aun aquellas que

manifiesta en su proceso de involución. Considerando que los seres orgánicos presentan diferentes niveles de estructuración, se ha creado la Morfología macroscópica y la Morfología microscópica a la que también se le ha dado el nombre de Histología.

En cuanto a su finalidad explícita, la Morfología, como toda disciplina científica, tiene como objetivo central, el conocimiento de un sector de la realidad, pero no con fines contemplativos, sino con el afán de explicar, en gran medida, una diversidad de fenómenos que tienen lugar en las estructuras orgánicas o de resolver problemas concretos vinculados directa o indirectamente a la vida humana.

Este conocimiento permite forjarse una idea más completa de lo que es un organismo, de su dinámica interna y de las múltiples relaciones que puede establecer con su entorno, así como de las influencias que recibe de él. En el ámbito de lo patológico, el conocimiento de las anomalías estructurales, es decir, de las “*formas anómalas*”, ocasionadas por gran diversidad de factores causales, hace posible prever un sinnúmero de fallas funcionales, considerando que prácticamente es una regla, que de la estructura depende la función. Así pues, existe la Morfología patológica, subárea de la Morfología general, que estudia esas “*formas anómalas*”.

En el campo de la medicina y fisiopatología humanas, esto es especialmente significativo, por ello puede afirmarse que si la Morfología tiene una finalidad explícita, esta es la de conocer, en principio, las “*formas*” en su estado normal, para estar en capacidad de determinar en qué grado han virado hacia las “*formas anómalas*” y poder establecer un diagnóstico veraz y un tratamiento oportuno en el ejercicio médico clínico que coadyuva a que el enfermo recupere la salud, de ser posible de manera pronta y sin secuelas.

Es en el análisis acerca de la existencia de una metodología que permite el desarrollo de una disciplina científica, en donde se descubre la diferencia sustancial entre Morfología y Anatomía, a propósito de la tesis que aquí se argumenta. Se entiende por Metodología, en su acepción más utilizada, *el conjunto de procedimientos y métodos de una disciplina científica*. A su vez, un método (del griego *metá*, más allá; *ódos*, camino), *es un procedimiento de investigación ordenado, repetible y autocorregible que permite el logro de un fin*⁶. ¿Tiene la Morfología una metodología?, desde luego que sí, empezando por la observación simple directa de las formas en que se expresa la materia, hasta los procedimientos de la observación instrumental, como son el examen microscópico y fundamentalmente la **anatomía**. Desde cualquier punto de vista, ya sea etimológico o práctico, la anatomía (del grie-

go *anatomé*, corte, disección), es pues un método atendiendo a la definición ya citada. Todo anatomista sabe que debe apegarse a ciertos lineamientos para lograr una disección que lleve a una información objetiva y precisa de la estructura por estudiar. Así, se consideró desde la Antigüedad, con las disecciones (*vivisecciones*) del periodo helenístico de la medicina griega practicadas por Herófilo y Erasístrato en el siglo III a. n. e.

Desde otra perspectiva, Andrés Vesalio (1514-1564), llamó a su magistral obra *De humani corporis fabrica* (“*Acerca de la hechura del cuerpo humano*”), donde demuestra, a través de disecciones (anatomías), cuál es la estructura del cuerpo humano. Es esta una obra de Morfología humana y no de Anatomía como tradicionalmente se ha denominado. Es posible que se haya considerado así, en virtud de que el concepto de morfología apareció hasta el siglo XIX, pero hoy día ya no se justifica tal confusión.

Es de considerar el hecho de que en el mundo novohispano de los siglos XVII y XVIII, y seguramente en otras latitudes, está perfectamente claro que la anatomía es un método y no una disciplina científica, cuando se hace referencia, por ejemplo, a los salarios que percibían los profesores y ayudantes, donde se dice que “*el ayudante de las anatomías [disecciones], recibía cincuenta pesos anuales...*”. Con relación a las sanciones a los profesores que no cumplieran con la práctica de las disecciones, un historiador señala: “*Cabe destacar la actuación del maestro José García quien ocupó el puesto de maestro de anatomías a finales del siglo XVII y a quien en repetidas ocasiones se le instó a cumplirlas... ”Hacia 1714, tras la muerte de José García, se procedió a formar una terna para escoger a la persona que había de ocupar el cargo de maestro de anatomías*”. Refiriéndose al cirujano Bernabé de Santa Cruz, el mismo historiador señala: *tenemos noticia de una anatomía que efectuó en el cuerpo de un enfermo que falleció por enfermedad no contagiosa en el Hospital de Jesús...*⁷ y como éstos hay otros ejemplos.

Otro elemento que identifica a las disciplinas científicas es la posesión de un lenguaje o terminología propia. Aquí debe destacarse que la confusión entre la naturaleza de la anatomía y de la morfología explica por qué se habla de una terminología anatómica cuando en realidad se hace referencia a una terminología morfológica.

El último elemento característico de una disciplina científica, es que es cultivada, difundida y desarrollada por una comunidad. La morfología reúne también esta característica. Son frecuentes los congresos de Morfología y eventos académicos similares donde se exponen trabajos de investigación

relacionados con la Morfología humana, animal o vegetal, así como los estudios o posgrados en el área.

Es necesario destacar otros elementos producto del análisis. Por un lado, que la anatomía es un método eminentemente descriptivo y no experimental. No obstante, ello no niega la naturaleza de la Morfología como disciplina científica, hay que recordar que hay disciplinas descriptivas y experimentales, dependiendo de la clase de metodología que utilicen.

Por otro lado, el hecho de que la anatomía no sea una disciplina científica, tampoco invalida que pueda tener un desarrollo. Es factible que los anatomistas creen nuevos procedimientos más precisos que los anteriores, que permitan el desarrollo del conocimiento morfológico. Que los anatomistas, es decir, los disectores en su conjunto pudieran ser considerados como una comunidad, también es cierto; sin embargo, la posibilidad de desarrollo de la anatomía como método y el que sea cultivada por una comunidad no son elementos suficientes para considerarla como una disciplina científica.

No dejan de inquietar algunas otras cuestiones que surgen en la dinámica de la reflexión sobre el tema. Al respecto, ¿podría considerarse que la investigación morfológica está agotada y que ya no hay nada más que descubrir con respecto, al menos, sobre la morfología del cuerpo humano? La pregunta se justifica por el hecho de que llama la atención que en los congresos sobre morfología, generalmente se presentan resultados de investigaciones que más bien pertenecen a otras disciplinas científicas como la bioquímica, farmacología, genética, fisiología, etc. pero no sobre descubrimientos de nuevas estructuras corporales macroscópicas. Sin embargo, si ese es el hecho, ello no imposibilita a la Morfología a hurgar en otros niveles de la estructura corporal de los organismos, por ejemplo a un nivel nanométrico. A propósito del surgimiento de la nanotecnología, por qué no desarrollar una nanomorfología.

¿Y la anatomía? Si es verdad que el conocimiento morfológico de carácter macroscópico se ha agotado, es lógico pensar que la anatomía como su método por excelencia, seguirá siendo útil para la enseñanza de la Morfología, pero no como lo que fue durante siglos, un método de investigación en el área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kedrov MB, Spirkin A. La Ciencia. México: Grijalbo. 1968, pp. 91-128.
2. Bunge M. La ciencia, su método y su filosofía. Buenos Aires: Siglo Veinte. 1970. 125 pp.
3. Pérez TR. La estructura del pensamiento científico. En Ciencia y Filosofía: Tres ensayos. México: Alhambra Mexicana. 1984, pp. 23-53.
4. Ocampo MJ. Consideraciones bioéticas sobre la investigación médica en seres humanos (Tesis doctoral). Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. 2005. 207 pp.
5. Velasco A. Racionalidad y cambio científico. México: Paidós-UNAM. 1997, pp. 157-178.
6. Danchin A. Experiencia y método. En: Hambruger J. La filosofía de las ciencias, hoy. México: Siglo XXI. 1989, 215-227.
7. Cruz PI. La anatomía y su enseñanza. En: Rodríguez PM y Martínez BX (Coord.). Medicina Novohispana, siglo XVII. Historia General de la Medicina en México. México: Academia Nacional de Medicina-UNAM. 1998, p. 173.



1er. CONCURSO NACIONAL ESTUDIANTIL DE MORFOLOGÍA A NIVEL LICENCIATURA

Durante este 2008, la Sociedad Mexicana de Anatomía A.C. convocó a nivel nacional a todos los alumnos de las Escuelas y Facultades de Medicina, Públicas y Privadas del País, a participar en un Concurso de Conocimientos de Morfología. A este certamen podían inscribirse alumnos vigentes que estuvieran cursando como máximo el 2º año ó el 4º semestre de sus estudios.

El concurso estuvo dividido en tres categorías o asignaturas: 1) Anatomía, 2) Biología Celular y Tisular, y 3) Biología del Desarrollo.

Cada Escuela o Facultad podía concursar hasta con dos alumnos en cada una de las categorías y era responsable de hacer la selección entre su alumnado de la manera que juzgaran conveniente.

En total participaron 95 alumnos: En la categoría de Anatomía 37, en la de Biología Celular y Tisular 32 y en la de Biología del Desarrollo 26. Estos alumnos representaban a 21 Escuelas o Facultades de Medicina diferentes, de 16 estados de la República. Se otorgaron tres premios en cada una de las categorías.

Los alumnos triunfadores del certamen fueron:

	ANATOMÍA	BIOLOGÍA CELULAR Y TISULAR	BIOLOGÍA DEL DESARROLLO
1er. Lugar	José Daniel Ruiz Alba <i>Universidad Autónoma de Aguascalientes</i>	Giancarlo Hernán Cristerna Tarrasa <i>UNAM</i>	Eduardo Armando Zambrano Chong <i>UNAM</i>
2do. Lugar	Juan Carlos Avilés Solís <i>Universidad Autónoma de Nuevo León</i>	Celeste A. Acevedo Ramírez <i>Universidad Autónoma de Tamaulipas</i>	Ma. Rosario Jáquez Nevárez <i>Universidad Autónoma de Chihuahua</i>
3er. Lugar	Ricardo González Pérez <i>Universidad Autónoma de Tamaulipas</i>	Yuridia Rodríguez Rosales <i>Universidad Autónoma de Nuevo León</i>	Leopoldo Vásquez Carrasco <i>Universidad Autónoma de Chihuahua</i>



Nicandro Mendoza Patiño

Farmacología Médica

Edición 2008

Obra "Cumbre" de la Farmacología Mexicana

- Estudia en forma práctica e innovadora los conocimientos esenciales y de vanguardia que la farmacología ofrece.
- Su estructura esta basada en métodos pedagógicos.
- Incluye CD interactivo con: Autoevaluaciones, Animaciones de imágenes, Juegos, e Imágenes artísticas.
- Incluye sitio web complementario para docentes y estudiantes.

www.medicapanamericana.com/farmacologia/mendoza



Un tomo 986 páginas
Encuadernación: cartóné
Formato: 21 x 27
Edición: 2008
EAN: 9789687988443

NOVEDAD



Un tomo de 312 páginas
Encuadernación: cartóné
Formato: 21 x 28
Edición: 2009
EAN: 9786077743040

G. J. Ruiz Argüelles

Fundamentos de Hematología

4ª Edición 2009

"Fundamentos de la Hematología" se ha convertido en el libro de **texto** por excelencia, para la enseñanza de la especialidad.

Características:

- Aborda los conocimientos mínimos necesarios para aprender la materia
- Cuenta con un capítulo sobre transplante de células *hematopoyéticas*, procedimiento que se ha convertido en un recurso terapéutico imprescindible en la práctica moderna de la hematología.
- La participación de diversos profesores de hematología del país asegura la **orientación didáctica y práctica del contenido**.
- Énfasis especial en las características de los padecimientos hematológicos en México.

