

ARCHIVOS MEXICANOS DE  
**anatomía**

*1991*

---

**MESA DIRECTIVA  
1991-1992**

DR.  
ENRIQUE ACOSTA VIDRIO  
Presidente Honorario

DR.  
NATALIO GONZALEZ ROSALES  
Presidente

DR.  
SALVADOR DE LARA GALINDO  
Secretario Permanente

DR.  
JOAQUIN REYES TELLEZ-GIRON  
Secretario

DRA.  
ROCIO CARRILES SANCHEZ  
Tesorero

DRA.  
CASSANDRA NUÑEZ TOVAR  
Primer Vocal

DR.  
GERARDO CASANOVA ROMAN  
Segundo Vocal

DR.  
JAIME POLACO CASTILLO  
Vocal por Anatomía Quirúrgica

MVZ.  
MARTHA BEATRIZ TREJO SALAS  
Vocal por Anatomía Veterinaria

ANTROP.  
ZAID LAGUNAS RODRIGUEZ  
Vocal por Antropología Física

BIOL.  
MARGARITA GONZALEZ DEL  
PLIEGO  
Vocal por Embriología

DR.  
ENRIQUE SAMPEDRO  
CARRILLO  
Vocal por Histología

DRA.  
SILVIA GOMEZ ESTRELLA  
Vocal por Microscopía Electrónica

DR.  
BERNARDO BOLEAGA DURAN  
Vocal por Radioimagen

MVZ.  
SANTIAGO AJA GUARDIOLA  
Vocal por Difusión

DR.  
SALVADOR DE LARA GALINDO  
Editor de la Revista

Apartado Postal 10-551  
04510 MEXICO, D.F.

## **Autores y coautores de este número**

+ ALAMINOS SAGER, I.  
+ BAUTISTA MARTINEZ, J.  
CEJA MORENO, M.  
+ CUSPINERA DE GALINDO, M. E.  
DE LA GARZA CASTRO, O.  
+ DE LARA GALINDO, S.  
DEL OLMO CALZADA, J. L.  
ESPINOSA V. G.  
ESTANES HERNANDEZ A.  
GARCIA LLORET, A. I.  
GOMEZ ESTRELLA, S.  
GUEVARA DONDE, J. C.  
+ GUZMAN LOPEZ, S.  
+ HERRERA VAZQUEZ, I.

+ ILLESCAS LANDGRAVE, A.  
JIMENEZ LOPEZ, J. C.  
MONTEMAYOR MARTINEZ, R.  
PELAEZ SUAREZ, S.  
REYES TELLEZ G. J.  
RODRIGUEZ GONZALEZ, B.  
RODRIGUEZ ZAVALA, B.  
ROSALES LOPEZ A.  
SANTILLAN GOMEZ M. DEL C.  
TSUTSUMI FUJIYOH, V.  
ZUÑIGA SANCHEZ, R. M.

+ (Autores)

---

## Indice

Mesa directiva

Autores

Editorial

*In memoriam*

Instrucciones a los Autores

*TOXICIDAD DEL PLOMO EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL; ORGANOS SUBCOMISURALES (OSC) EN LA RATA WISTAR*

Herrera Vázquez, I., Espinoza V. G., y Rodríguez Z. B.

*ANATOMIA DEL NERVIOS DE LUSCHKA*

Jaime E. Guevara Dondé, Joaquín Reyes Téllez Girón, Salvador Peláez Suárez y Ma. del Carmen Santillán Gómez

*CAMBIO PRODUCIDOS POR LA SONDATENUACION EN EL NUCLEO COCLEAR DE LA RATA WISTAR*

De Lara Galindo, S., Herrera V. I., y Rodríguez, Z. V.

*FIBRAS NERVIOSAS DEL EPITELIO SENSORIAL VESTIBULAR DEL OIDO DE AVES*

Illescas Landgrave, A., Gómez Estrella, S., Tsutsumi Fujiyoshi, V., y Rodríguez Zavala, B.

*DISTRIBUCION ARTERIAL EN EL RIÑON*

Santos Guzmán López, Ramiro Montemayor Martínez y Oscar de la Garza Castro

*IRRIGACION DE LA MEMBRANA SINOVIAL Y ESTRUCTURAS INTRAARTICULARES DE LA ARTICULACION DE LA RODILLA*

Santos Guzmán López, Ramiro Montemayor Martínez y Oscar de la Garza Castro

*TECNICAS DE CULTIVO DE TEJIDOS ADAPTADAS PARA MELANOCITOS DE HIGADO Y PERICARDIO DE RANA MONTEZUMAE*

Ma. Elena Cuspinera de Galindo, Ana Inés García Lloret y Alma Estanes Hernández

*DIFERENCIAS ENCONTRADAS EN LA CALIFICACION DEL ALUMNO, EN RELACION AL ORDENAMIENTO DE TEMAS EVALUADOS EN LOS EXAMENES PARCIALES DE ANATOMIA HUMANA EN EL AÑO 1990 (U.N.A.M.)*

Isabel L. Alaminos Sager, Rosa María Zúñiga Sánchez y Salvador De Lara Galindo

*VENTAJAS DEL REFUERZO BIBLIOGRAFICO DE LAS RESPUESTAS DE EXAMENES PARCIALES Y FINALES EN 1990 (U.N.A.M.)*

Salvador De Lara Galindo, Isabel Alaminos Sager y Rosa María Zúñiga Sánchez

*RELACION DE LOS RESULTADOS DEL PRIMER EXAMEN PARCIAL DEPARTAMENTAL DE ANATOMIA HUMANA Y LAS REGIONES DISECADAS DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE DE 1990 (U.N.A.M.)*

Rosa María Zúñiga Sánchez, Salvador De Lara Galindo e Isabel Alaminos Sager

*ESQUELETOS NOVOHISPANOS CON ANOMALIA CONGENITA*

Alfonso Rosales López, Mario Ceja Moreno, José Luis del Olmo Calzada, J. Concepción Jiménez López y J. Jesús Guizar Vázquez

*CARACTERIZACION MORFOSCOPICA DE UNA MUESTRA DEL CLASICO, DEL VALLE DE MEXICO*

Josefina Baustista Martínez

---

## **Editorial**

En estos tiempos de cambios, modificaciones, procesos adaptativos, agrupamientos económicos y competencia internacional, nos toca, en los correspondientes ámbitos o medios de actuación, modificar nuestra conducta y a base de trabajo ser más efectivos en la realización de nuestros propósitos.

Al calificar los curriculum de los Profesores e Investigadores se ha venido dando, en nuestro medio, mayor calificación a publicaciones en revistas extranjeras que a producción científica publicada en revistas nacionales. Surge aquí una pregunta, ¿cómo vamos a superar la calidad de las revistas nacionales para que ese puntaje sea equiparable? Las respuestas son: primero, mantener uniforme la calidad y publicación de la revista, aunque cambien los distintos dirigentes que participan en su edición; segundo, que los autores nos envíen trabajos de calidad, para que nuestro Comité Editorial no tenga pretexto en devolverlos.

Sólo con la excelencia de este binomio, la revista Archivos Mexicanos de Anatomía será trascendente.

**ATENTAMENTE**

**EL EDITOR.**

## Archivos Mexicanos de anatomía

### INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMIA, órgano oficial de la SOCIEDAD MEXICANA DE ANATOMIA, considera para su publicación todas las comunicaciones originales relacionadas con el amplio campo de la MORFOLOGIA.

Los trabajos deben ser originales, inéditos y enviados exclusivamente a ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMIA. Se aceptan contribuciones de cualquier país y no es requisito que los autores sean miembros de la SOCIEDAD MEXICANA DE ANATOMIA. Al ser aceptado un trabajo para su publicación, ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMIA se reserva todos los derechos de publicación.

**MANUSCRITOS.** Los originales deben ser escritos en español, a máquina (de preferencia eléctrica), a doble espacio, en hojas de tamaño carta (21 × 27 cm) por una sola de sus caras, y con amplios márgenes. Se enviarán original y dos copias (incluyendo ilustraciones). En general, los manuscritos no deberán exceder de 15 páginas escritas con las características antes mencionadas.

El trabajo deberá llevar el siguiente orden: 1) Página frontal; 2) Resúmenes; 3) Texto; 4) Bibliografía; 5) Pies de figura; 6) Tablas; y 7) Figuras. Numerar las páginas en la secuencia indicada, y en la esquina superior derecha escribir un título corto que identifique el tema del trabajo y el apellido del primer autor.

**HOJA 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) Centro de trabajo de el (los) autor (es); d) Nombre, dirección y teléfono del autor a quien deba dirigirse toda correspondencia y petición de sobretiros; y e) Subvenciones otorgadas para el desarrollo del trabajo (si procede).

**RESUMENES.** Se enviarán resúmenes en español e inglés. Deberán ser concisos y explícitos (no pudiendo exceder de 200 palabras cada uno), señalando cla-

ramente el objetivo del trabajo, el material y métodos, 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 inglés y español, que serán usadas en el índice de cada volumen para su fácil localización por las personas interesadas en el tema.

**TEXTO.** Constará de: a) Introducción; b) Material y métodos; c) Resultados; d) Discusión y conclusiones. Los valores numéricos de pesos y medidas serán en el Sistema Métrico Decimal, con abreviaturas correctas. Deberá evitarse al máximo el uso de otro tipo de abreviaturas, y cuando alguna sea imprescindible será debidamente identificada la primera vez que se utilice.

**BIBLIOGRAFIA.** 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. Las abreviaturas del título de las revistas deben ser las aceptadas universalmente y que aparecen en el Current Contents o en el Index Medicus. Todas las citas bibliográficas deben aparecer en el texto del manuscrito entre paréntesis (preferentemente en forma exponencial).

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

Evitar puntos y comas entre apellidos e iniciales.

Ej.: Angulo Velázquez J, Arellano Roig M: La enseñanza y el aprendizaje de anatomía. Arch Mex Anat 14: 87-98, 1973.

\* Libros: a) Apellidos e iniciales de todos los autores; b) Título de libro; 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; d) Edición (si no es la primera); e) 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.

**FIGURAS.** En general, no deberán exceder de 5 (pudiendo ser simples o compuestas). Serán copias fotográficas en blanco y negro de excelente calidad, en papel brillante de 8 cm de ancho (cada fotografía). Llevarán anotado en el reverso, con lápiz suave: a) Apellido del primer autor; b) Título del trabajo; c) Número de la figura; y d) Una flecha que indique la parte superior. Los esquemas, gráficas y sus letreros se harán 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. Las ilustraciones en color serán reproducidas siempre y cuando sean previamente pagadas en su totalidad por los autores.

**AGRADECIMIENTOS.** Cuando éstos sean necesarios, hacerlos en forma breve al final de la bibliografía y en renglón aparte.

**SOBRETIROS.** El autor responsable del artículo recibirá gratuitamente 3 ejemplares de la revista. En caso de que los autores se interesen por obtener sobretiros, deberán indicarlo anticipadamente, obligándose a abonar el gasto correspondiente.

**CORRESPONDENCIA.** Debe dirigirse a:  
ARCHIVOS MEXICANOS DE ANATOMIA  
Apartado Postal 10-551  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

#### IN MEMORIAM

El Dr. Joaquín López Cabal nació el 11 de mayo de 1922, en la ciudad de Veracruz, Ver.

Realizó sus estudios profesionales en la Escuela Médico Militar y en la Facultad de Medicina de la UNAM Generación 41-46)

Desarrolló su trayectoria profesional en el campo de la Ginecología y Obstetricia, de la cual recibió su certificación por el Consejo Mexicano de Ginecología y Obstetricia en 1972.

Miembro de las siguientes Sociedades Médicas:

- Centro Materno Infantil General Maximino Avila Camacho.
- Petróleos Mexicanos.
- Fundador de la Sociedad Mexicana de Anatomía.
- Fundador de la Sociedad Panamericana de Anatomía.
- Asociación Mexicana de Ginecología y Obstetricia.
- Sociedad Peruana de Ginecología y Obstetricia.
- Sociedad Médica del Hospital de México.
- Fellowship in the American College of Obstetricians and Gynecologists.

Autor de diversas publicaciones científicas para el boletín sanitario de la W.H.O., la revista mexicana de Ginecología y Obstetricia y para la del Centro Materno Infantil Maximino Avila Camacho.

En paralelo a su actuación en el campo de la Clínica, dedicó gran parte de su vida, a la docencia como:

- Profesor ayudante en la Cátedra de Anatomía del Dr. Mario García Ramos.

- Profesor ayudante en la Cátedra de Obstetricia del Dr. Fernando Alonso O.
- Profesor ayudante, Jefe de Clínica en la Cátedra del Dr. Guillermo Alfaro de la Vega.
- A partir de 1954 Profesor Titular por oposición de la Cátedra de Anatomía en la Facultad de Medicina de la UNAM.
- A partir de 1957 Profesor Titular de la Clínica de Obstetricia en la Escuela Nacional de Enfermería.
- De 1956 a 1966 Profesor de la Clínica de Gineco-obstetricia en la facultad de Medicina de la UNAM.

Autor y ponente de 28 trabajos científicos presentados en congresos y sesiones de la Sociedad Mexicana de Anatomía, Asociación Mexicana de Ginecología y Obstetricia y Centro Materno Infantil Maximino Avila Camacho (1956-1974).

#### Distinciones especiales:

- Consejero de la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia (1968-1975).
- Diploma de la Sociedad Mexicana de Anatomía en su XXV aniversario por su labor distinguida en el seno de la sociedad (1982).
- Consejero de la rectoría de la UNAM (1976-1983).
- Reconocimiento al Mérito Universitario por labor académica durante 40 años.

#### PUBLICACIONES CIENTIFICAS

1. Informe General de la Exploración Sanitaria de la Población de San Ignacio. Municipio de Molegá, Territorio Sur de la Baja California. 1947.
2. La Adolescencia. Trabajo presentado como parte de la oposición para ingresar como Gineco-Obstetra del Centro Maximino Avila Camacho. 1948.
3. Cesárea (Papel de la Partera). Trabajo de oposición de la E.N.E.O. 1950.
4. Importancia del Servicio Preconcepcional en los Trabajos de Higiene Materno Infantil. Soc. Med. Centro M.A.C. 1: 204/1950.
5. Algunos Aspectos Nuevos del Servicio Prenatal. Clases para Futuras Madres. Soc. Med. Centro M.A.C. Boletín Vol. VI Marzo 1955.
6. La Atención Materno-Infantil en Algunos Hospitales de E.U.A. Soc. Méd. Centro M.A.C. Marzo de 1954.
7. Observaciones Hechas en Diferentes Centros de Enseñanza de Enfermería, Obstetricia y Medicina en 14 Hospitales de los E.U.A. Boletín Sanitario de la W.H.O./1954.
8. Analgesia y Anestesia en Obstetricia. Soc. Méd. Centro M.A.C. 1954.
9. Valoración Estadística de 10 años de Servicio Gineco-Obstétrico del Centro Materno-Infantil M.A.C. Revista del Centro M.A.C. 1955.
10. Instructivo para el Estudio del Enfermo y la Confección de la Historia Clínica. Soc. Méd. Centro M.A.C. 1956.
11. Importancia de la preparación Psicológica en el Prenatal. Soc. Med. Centro M.A.C. 1956.
12. Resumen de Historia Clínica. Soc. Méd. Centro M.A.C. Rev. 1956.
13. Sesión Anatómico-Clínica Rev. Soc. Méd. Centro M.A.C. 1957.
14. Higiene Preconcepcional. Rev. Soc. Méd. Centro M.A.C. 1958.
15. Influencia de la Alimentación en el Embarazo. Rev. Soc. Méd. Centro M.A.C. 1958.
16. Un Factor Etiológico en la Mortalidad perinatal. Col. Dr. Pérez Tamayo. Boletín Soc. Méd. Centro M.A.C. Vol. IX 1958.
17. Clínica de la Gestante Cardiópata. Publicación de las Centrales Gineco-Obstétricas Santa María y San Joaquín. 1961.
18. Clínica de Desprendimiento Prematuro de la Placenta Eutópica. Soc. Méd. Centro M.A.C. 1961.
19. Conducta a Seguir en la Placenta Previa. Soc. Méd. Centro M.A.C. 1961.
20. Hallazgos Obstétricos en 17,000 partos. Estadística, Publicaciones de las Centrales Gineco-Obstétricas Santa María y San Joaquín. 1962.
21. Distocia Fetal Occipito-Posteriores, Frente y Cara. Curso de la A.M.G.O. 2: 373. 1956.
22. La Hemipelvis Inferior. Rev. Ginecología y Obstetricia. Vol. 22-815. Julio 1967.
23. Debe Sospecharse la Diabetes en Mujeres que Dan Productos a Luz de Más de 4 kg. Peso. Rev. Ginecología y Obstetricia. Vol. 22-173. 1967.
24. Vacuum Extractor Problemas que Plantea su Uso. Rev. Ginec. y Obst. Vol. 26-471. 1969.
25. Además de las otras conferencias impartidas en los Congresos de Ginecología y Obstetricia antes citados, y publicados en la Revista de la Sociedad Mexicana de Ginecología y Obstetricia.

## **Toxicidad del plomo en el sistema nervioso central; organo subcomisural (OSC) en la Rata Wistar**

*Herrera Vázquez I. \*, Espinoza V. G. \*, Rodríguez Z. B. \**

**PALABRAS CLAVE:** órgano subcomisural; órganos circunventriculares; toxicidad por plomo; sistema nervioso; rata Wistar.

### **RESUMEN**

El sistema nervioso es el principal blanco para diferentes metales. En seres humanos han sido identificados por sus efectos neurológicos y conductuales, compuestos inorgánicos de aluminio, arsénico, plomo, litio, manganeso, mercurio y talio. Los derivados alquílicos del plomo y del mercurio son muy neurotóxicos (Clarkson, 1987). Se han propuesto diversas hipótesis para explicar el mecanismo de toxicidad del plomo en el sistema nervioso como: 1) Ser un potente inhibidor de la síntesis del grupo HEM, lo que conlleva a disminuir el metabolismo energético (Goyar, 1982), 2) Interfiere con neurotransmisores como el ácido Gamma-aminobutírico (Brennan, 1979), 3) Interfiere con el transporte sobre la respiración a nivel mitocondrial, que produce daño de la barrera hematoencefálica, ya que las células endoteliales requieren cantidades elevadas de ATP. El efecto que produce a nivel de OSC no se ha descrito.

Con el objeto de conocer los efectos morfológicos en el OSC de rata Wistar (RW), que durante el desarrollo ontogenético se presentan a la aplicación experimental del plomo, se efectuó el siguiente estudio: se administró nitrato de plomo por vía intraperitoneal a RW (n=24), recién nacidas, 15 y 45 días de edad, a dosis de 3, 6 y 9 microgramos por mililitro. Subsecuentemente se realizó la perfusión por vía intravascular con sol. de Karnovsky, se postfijó con formol bromuro de Cajal, se incluyeron en parafina y seccionaron a 7 y 15 micrómetros, se tiñeron con hematoxilina y eosina; impregnación argéntica; Kluver-Barrera, para ser observadas con microscopio fotónico.

El OSC mostró modificaciones en la disposición de la celularidad de acuerdo a sus regiones, la presencia de cuerpos de inclusión en las partes apicales del OSC o en la vecindad de capilares sanguíneos, y reactividad astrocítica en edades tempranas a todas las dosis.

Podemos concluir que el OSC responde a la exposición experimental de nitrato de plomo y que el hecho de ser una estructura carente del fenómeno de barrera hemato-encefálica, lo expone tempranamente a uno o varios de los factores hasta ahora estudiados, dado que su estructuración se conforma por ependimocitos circunventriculares. Para contar con indicadores morfológicos más precisos, requerimos ampliar las metodologías a la observación de la ultraestructura y precisar cambios en la citoarquitectura.

## **Lead toxicity in central nervous system; subcommissural organ in the Wistar Rat**

**KEY WORDS:** subcommissural organ; circumventricular organs; lead poisoning; nervous system; Wistar rat

\* Sección de Investigación del Departamento de Anatomía, Facultad de medicina, UNAM.

**ABSTRACT**

The nervous system is the main target for lead and other toxic metals, whose neurological and behavioral effects in humans are well known. Lead, mercury and silver are specially neurotoxic, and the alkyl derivatives of these metals are neurotoxic too (Clarkson, 1987). Several Hypotheses have been proposed to explain the mechanism of lead toxicity on the nervous system. Lead is: (1) a strong inhibitor of heme synthesis. A reduction in heme-containing enzymes could compromise energy metabolism (Goyer, 1982). (2) Lead may affect brain function by interfering with neurotransmitters such as  $\gamma$ -amino-isobutyric acid (Bernnan, 1979). The cells forming the blood-brain barrier are specially rich in mitochondrias, making the blood brain barrier susceptible to lead poisoning (Goyer, 1982). At the subcommissural organ (SCO) these effects are not known.

To clarify the effect of lead in the Wistar rat SCO, in the otogenic development, the present study was undertaken. Different aged Albin rats (newborn, 15 days old, and 45 days old) were used in this research. Lead nitrate was delivered by intraperitoneal injection in doses of 3,6, and 9 micrograms/mililiter, and it was used a pentobarbital sodium intrathoracic injection. Karnovsky solution was perfused intravascularly. Then, it was used Cajal formaldehyde bromide for postfixing. There were removed specimens, and embedded in paraffin; sections 7 micrometers thick were obtained.

As a result, various situations of cells were observed in different zones; cell inclusion was present in the SCO apical region and in the pericapillaries small blood vessels. There was astrocytic reactivity in younger groups to all doses.

The conclusions is that SCO reacted to experimental lead exposition, and the changes seen may be associated to an absence of blood-brain barrier. We will extend our studies with broader technologies and observatios of ultrastructure to obtain precise clear clues.

**INTRODUCCION**

El Sistema Nervioso Central es el principal órgano blanco para diversos metales o sus componentes inorgánicos como el plomo, aluminio, litio, mercurio y talio. Los derivados alquílicos del plomo y el mercurio se han identificado como muy neurotóxicos (Clarkson, 1987), desde la antigüedad se ha conocido su capacidad de intoxicación ya que se le ha ampliado como una de las causas mayores para la decadencia del Imperio Romano, así hasta la actualidad se le considera un problema importante de Salud Pública ya que puede provocar desde encefalopatía hasta un desenlace fatal, y quienes sobreviven pueden sufrir daño permanente (Goyer, 1979).

La exposición al plomo en los seres humanos es frecuente y en algunos casos alcanza niveles de intoxicación lo que estimula a la investigación biomédica en relación a su toxicidad y al efecto sobre el Sistema Nervioso, se han propuesto diversas hipótesis en relación a los mecanismos de toxicidad del plomo sobre el Sistema Nervioso, el plomo existe como catión que puede reaccionar con la mayoría de los ligandos presentes en células vivas, los disulfuros, fosfatos, amino y carboxilo confiriendo la capacidad de inhibir enzimas, destrucción de membranas celulares, daño a proteínas

estructurales y afectación del código genético en ácidos nucleicos (Passow, 1961). Se le ha identificado al plomo como inhibidor en la síntesis de enzimas contenidas en el hem (Goyer, 1982). La disminución de las enzimas contenidas en el hem pueden afectar la función mitocondrial (Goldstein, 1984), produce efectos sobre el metabolismo energético. Las células de la barrera hemato-encefálica son especialmente ricas en mitochondrias lo que hace a la barrera hemato-encefálica susceptible a la intoxicación por plomo (Goyer, 1982). El plomo puede afectar la neurotransmisión por interferencia con neurotransmisores como la producción del ácido aminolevulínico (ALA) que se produce como resultado de la acción del plomo sobre la síntesis del hem, tiene una estructura similar al ácido gamma-aminobutírico (GABA) por lo que ALA puede bloquear a los receptores GABA (Bernnan, 1979). Sin embargo aun cuando se han desarrollado estudios sobre partículas intracelulares, citoesqueleto o membranas celulares aún no se comprenden los mecanismos de acción específicos ni se pueden establecer relaciones precisas causa efecto a nivel bioquímico y celular para explicar signos y síntomas clínicos, por lo que al realizar estudios que puedan llevarse a cabo en el interior de las células y la función que se ve afectada pueden generar posibles explicaciones para la mayoría

de los efectos observados y el papel que juegan a nivel animal. El órgano subcomisural forma parte de las estructuras circunventriculares que tienen en común características especiales en cuanto a su conformación citológica, y el carecer del fenómeno de barrera hemato-encefálica, su situación próxima al centro-encéfalo y su comunicación con el líquido cerebroespinal, y el estar circunscrito a zonas encefálicas específicas lo sugieren como un adecuado modelo experimental para conocer el efecto morfológico ante niveles de toxicidad por plomo durante el desarrollo ontogénico del Sistema Nervioso (Herrera, 1987).

## MATERIAL Y METODO

Con el objeto de conocer los efectos morfológicos que por microscopia fotónica aparecen ante la toxicidad por nitrato de plomo se elaboró el siguiente modelo experimental.

A un grupo de 24 ratas en desarrollo, 12 hembras y 12 machos, con edades: grupo 1, recién nacidos; grupo 2, 15 días; grupo 3, 45 días. Se aplicó al grupo 1, 30, 60 y 90 ppm (3,6,9 microgramos por mililitro) de nitrato de plomo y a las 24 horas se realizó la perfusión bajo anestesia, con solución de Karnovsky por vía intravascular (cuadro 1).

Del mismo modo al grupo 2, solo que fue perfundido a las 48 horas y el grupo 3 a las 72 horas. Subsecuentemente, se postfijaron en formol bromuro de Cajal, fueron incluidas en parafina, seccionadas a 7 y 15 micrometros, fueron teñidas con hematoxilina y eosina, impregnación argéntica y Kluver-Barrera para ser observadas con microscopio fotónico.

## RESULTADOS

El órgano subcomisural mostró, a la dosis de 30 ppm, un aumento en la celularidad a nivel de la capa de endimocitos circunventriculares, así como un

aumento en el número de células situadas en la capa subependimaria (fig. 1).

Así también se presentó, entre los grupos de 30 ppm y 60 ppm la presencia de células amiloides en mayor proporción a la dosis más alta y en relación a la prolongación citológica que conforma la fibra de Reisner. (fig. 2)

A dosis de 90 ppm la respuesta tisular se manifestó por un aumento en la celularidad, con la presencia de cuerpos de inclusión en la capa de endimocitos tanto en la fibra de Reisner como en la región basal del órgano subcomisural y en el hipendimo (fig. 3).

En las dosis de 60 ppm y de 90 ppm se observó un considerable aumento de las células en cada región pero en la dosis de 90 ppm, aun cuando se aumentó la celularidad, también hubo aumento de células amiloides y en algunos casos en relación inversa a la celularidad (fig. 4).

La reactividad astrocítica estuvo presente a todas las dosis pero con mayor cantidad de elementos citológicos en las edades recién nacidos y 45 días (fig. 5.)

## DISCUSION

Se sabe que los efectos del plomo sobre el sistema nervioso central, en los niños van desde la encefalopatía aguda a crónica, con algunos cambios en la conducta y el aprendizaje (Needleman, 1979); el daño celular está probablemente relacionado con dosis altas y agudas. Atchison y Narahashi 1984, han aportado evidencias de que el plomo produce efectos intracelulares ya que los potenciales miniatura de la placa terminal que se producen por la liberación de partículas de acetilcolina dentro de la hendidura sináptica, en presencia de plomo se incrementan, esto es probable resulte por interferencia del plomo con el canal de calcio o bien con la regulación de calcio a nivel intracelular o a nivel mitocondrial. A nivel mitocondrial han demostrado Silbergeld y Goldstein en células endoteliales de capilares cerebrales que la acción del plomo sobre la respiración mitocondrial puede ser el sustrato del daño a la barrera hematoencefálica. Goyer ha observado la aparición de cuerpos de inclusión a nivel renal que contienen altas concentraciones de plomo asociados a una proteína ácida, al parecer el plomo primero se asocia a proteínas solubles del citosol y después se agrega el complejo plomo proteína para hacer visibles los cuerpos de inclusión, al parecer estos cuerpos de inclusión tienen como finalidad proteger a la célula y particularmente a la mitocondria para prevenir los efectos deletéreos del plomo. Más recientemente

Cuadro 1. Modelo experimental

Control experimental				
Grupo 1 24 horas	Machos	30 PPM	60 PPM	90 PPM
	Hembras	30 PPM	60 PPM	90 PPM
Grupo 2 48 horas	Machos	30 PPM	60 PPM	90 PPM
	Hembras	30 PPM	60 PPM	90 PPM
Grupo 3 72 horas	Machos	30 PPM	60 PPM	90 PPM
	Hembras	30 PPM	60 PPM	90 PPM

N = 24 ratas en desarrollo;

12 machos, 12 hembras

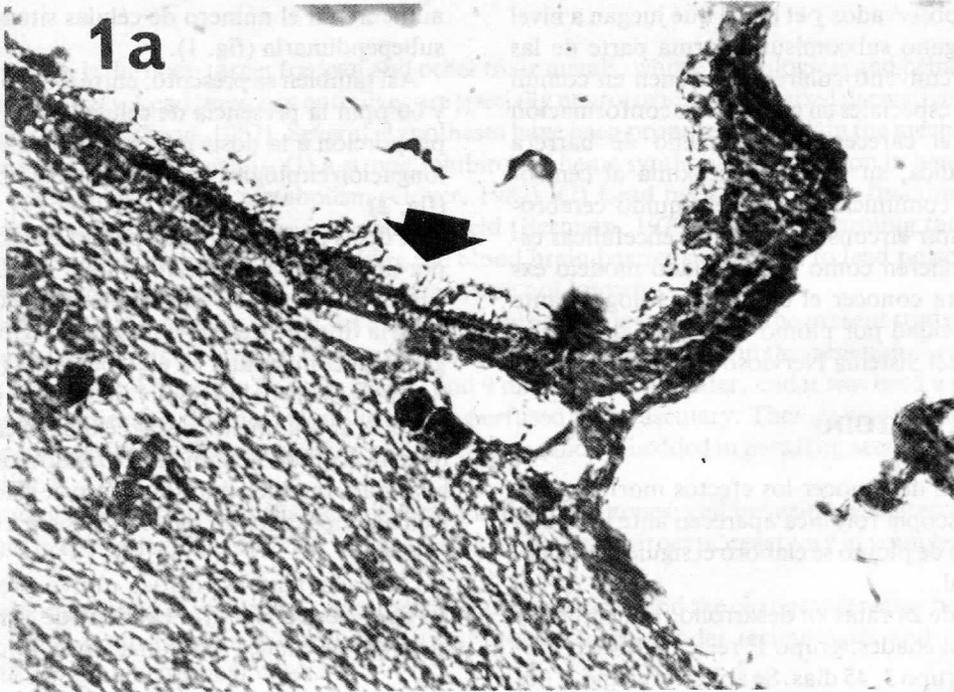


Fig. 1A. Se observa el órgano subcomisural constituido por un estrato de ependimocitos con cilios en el extremo apical, con escasos núcleos celulares en la capa subependimaria (hypendimio) en una sección del grupo control;

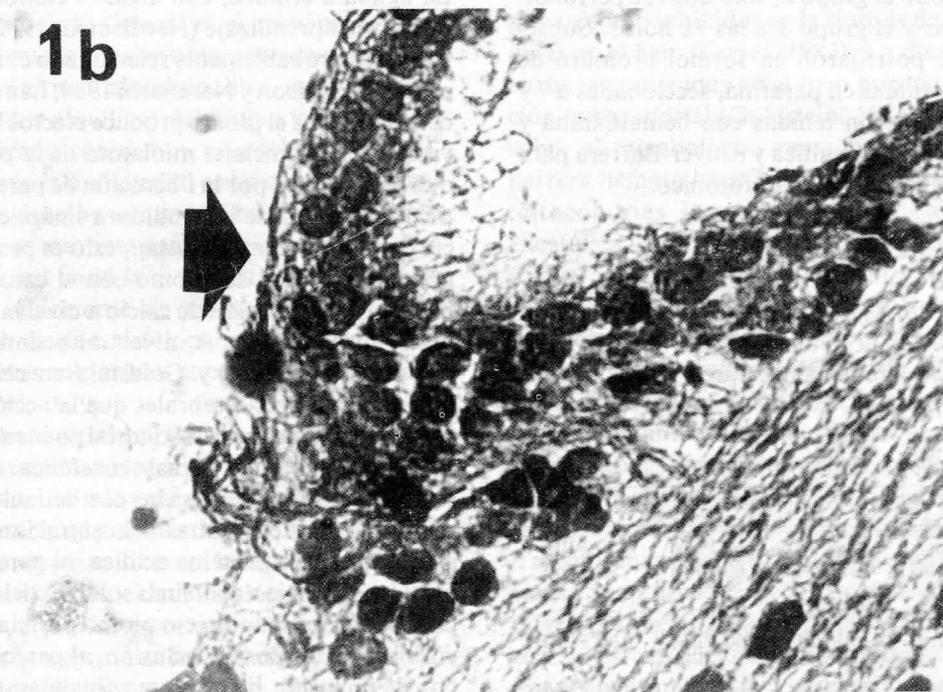
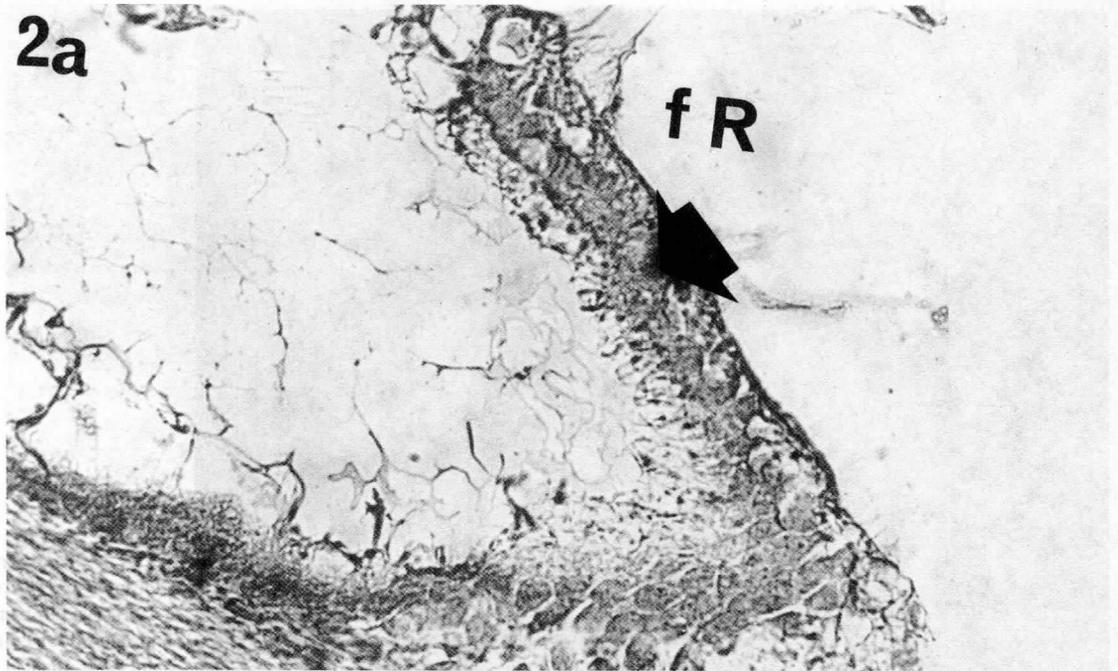
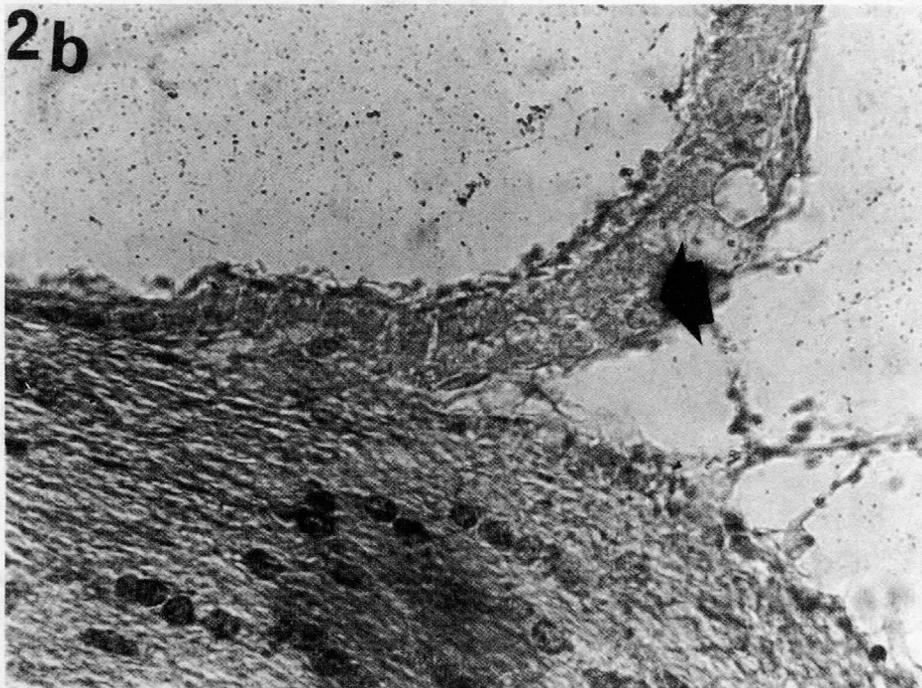


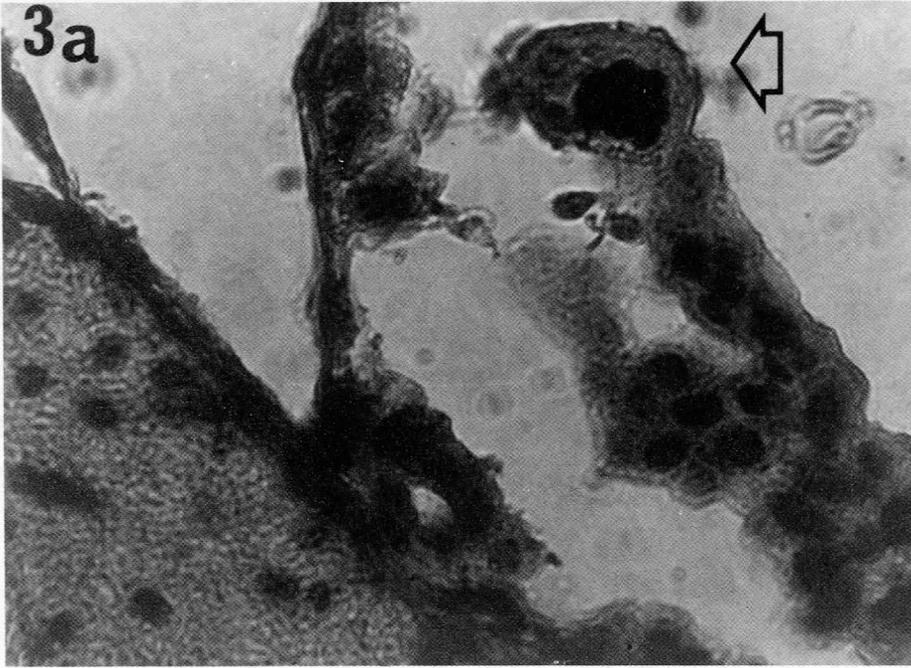
Fig. 1B. Se observa una sección de rata macho con 30 ppm de nitrato de plomo; nótese la celularidad tanto en la capa de ependimocitos como en el hypendimio (250 X, Tinción Klüver-Barrera).



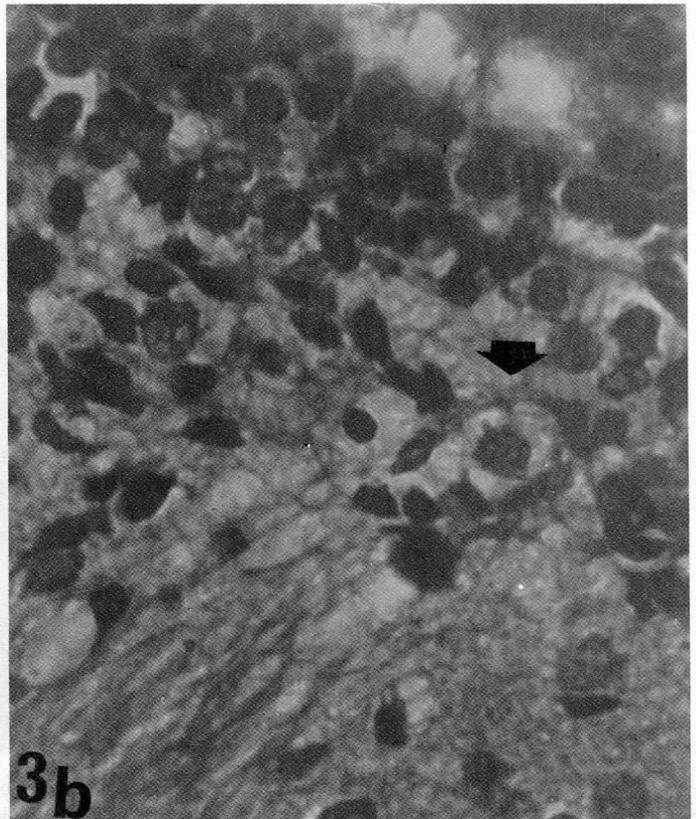
**Fig. 2A.** Como en el extremo inferior derecho se observa mayor celularidad y al inicio de la fibra de Reissner se notan acumuladas varias células amiloides, así como al extremo libre la fibra.



**Fig. 2B.** La reactividad astrocítica se hace presente en la región del hypendimo y se observan dos grandes espacios que ocupan en la fibra de Reissner las células amiloides.



**Fig. 3A.** Se observa un gran cuerpo de inclusión en el extremo libre de la fibra; así también se observan conglomerados celulares en la parte basal de la misma.



**Fig. 3B.** Se nota un aumento en la celularidad de las regiones hipodermo y ependimaria del órgano subcomisural, así como la presencia de células amiloides, en ambas la dosis fue de 90 ppm (400 X, tinción doble impregnación argéntica).

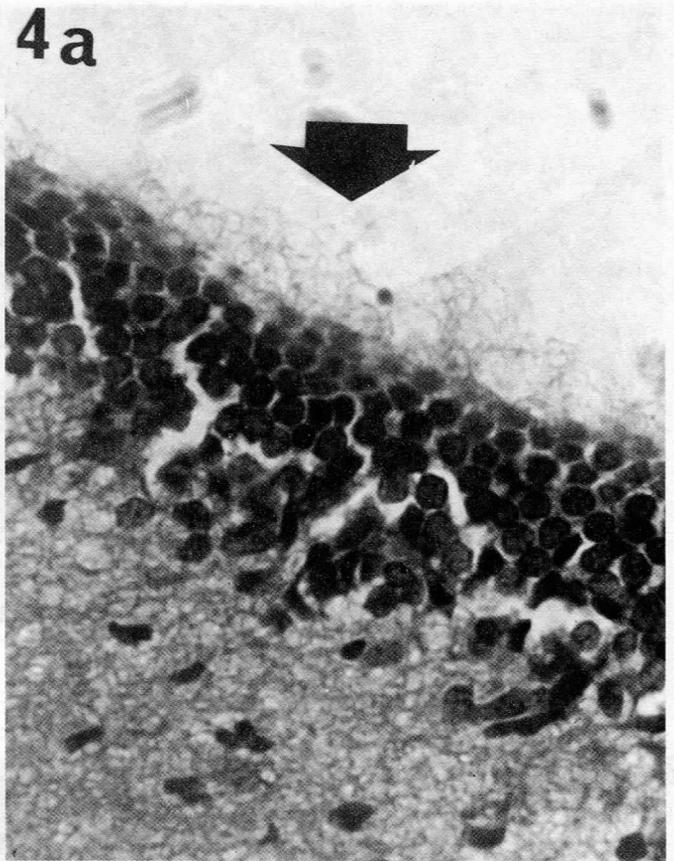


Fig. 4A. Se observa a dosis de 60 ppm de plomo la celularidad aumentada en la región basal del OSC, en el hipendimio.

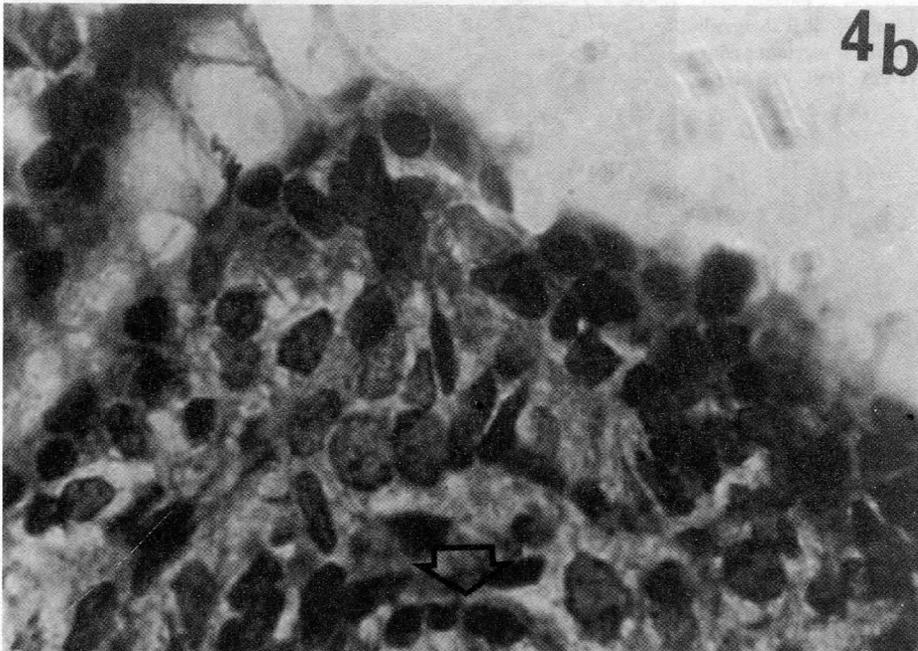


Fig. 4B. Misma dosis, se observa en la región intermedia y apical un gran número de células amiloides así como reactividad astrocítica perivascular (250 y 400 X, doble impregnación argéntica).

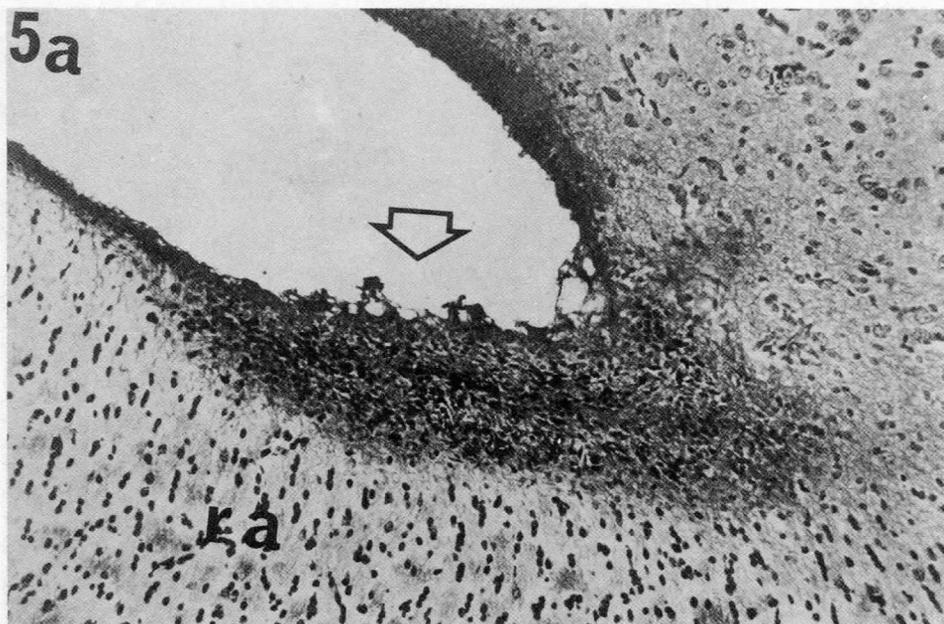


Fig. 5A. Edad de recién nacidas, izquierda, se observa una importante reactividad astrocítica en cada región del OSC y a los 15 días.

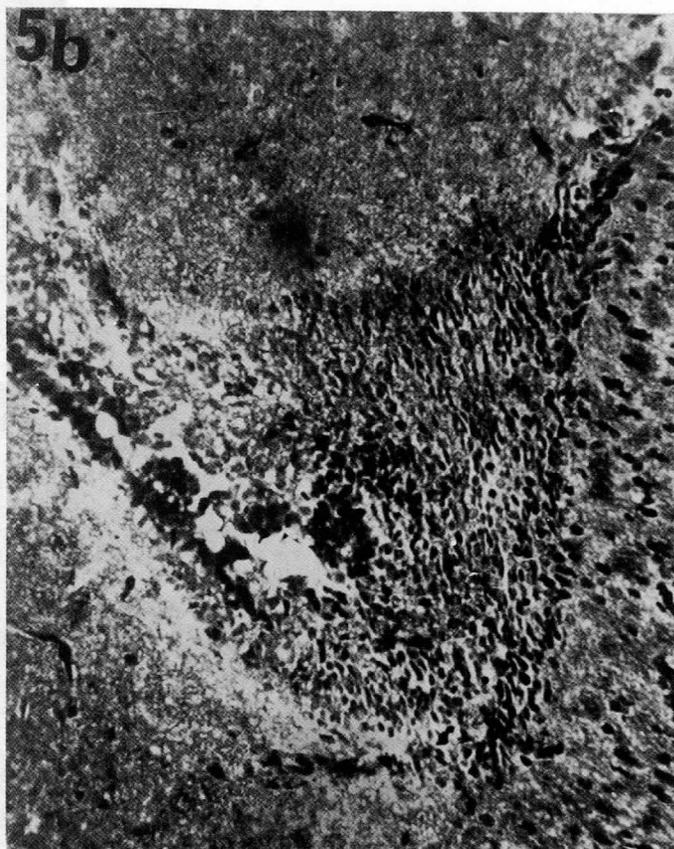


Fig. 5B. Se nota también dicha reactividad aunque menos amplia en las regiones del hipendimio del OSC.

te Holtzman y col. 1984, demostraron que los cuerpos de inclusión en los astrocitos protegen a las células neurales para evitar el daño mitocondrial, lo que sugiere que los cuerpos de inclusión no pueden ser formados a edades tempranas así como también los animales jóvenes no pueden sintetizar una proteína asociada a estos cuerpos de inclusión y con esto se puede incrementar la susceptibilidad a la intoxicación por plomo durante las etapas tempranas del desarrollo ontogenético. Nuestros resultados muestran reacciones citológicas que van desde reactividad glial astrocítica, gliosis, aumento en la celularidad en la capa de endimocitos, modificación en la disposición regional citológica a nivel del OSC, en las edades de recién nacidos y 15 días, y un aumento en el número de células con cuerpos de inclusión así como células amiloides en edades de 45 días.

## CONCLUSIONES

Con estos datos podemos concluir que el OSC, responde a la exposición experimental de nitrato de plomo y que por el hecho de corresponder a una estructura del sistema nervioso carente del fenómeno de barrera, hemato-encefálica queda tempranamente expuesta al plomo, lo que permite la aparición de estas manifestaciones morfológicas, sin embargo para poder identificarlas a nivel de la ultraestructura requerimos ampliar las metodologías de estudio y precisar los cambios de la citoarquitectura.

## BIBLIOGRAFIA

Atchinson, W.D., Narahaski T. Mecanisms of action of lead on muscular junctions. *Neurotoxicology* 5:267-282, 1984.

- Betz, A.L., Goldstein, C.W. Polarity of the blood-brain barrier: neutral amino acid transport into isolated brain capillaries. *Science* 202:225-227, 1978.
- Brennan, M. J. W., Cantwill. R.C. Delta amino levulinic acid is a potente agonist for GABA autoreceptors. *Nature* 280:514-515, 1979.
- Gilfillan, S.C. Lead poisoning and the fall of Rome J. *Ocup. Med.* 7:53-60, 1965.
- Goldstein, G.W. Brain capillaries: A Target for inorganic lead poisoning. *Neurotoxicology* 5:167-175, 1984.
- Goyer, R.A. The nephrotoxic effects of lead. In: *Nephrotoxicity, Assessment and Pathogenesis* (P.H. Bach, F.W. Bonner J.W., Bridges, E.A. Lock, Eds), John Wiley and Sons, N.Y. pp. 338-348, 1982.
- Goyer, R.A., Mushak, P. Lead toxicity Laboratory aspects in toxicology of trace elements (R.A. Goyer and M.A. Mehlman, Eds.) John Wiley and Sons, N.Y. pp. 41-77, 1977.
- Goyer, R.A., May, P., Cates M.M., Kirgman M.R. Lead and protein content of isolated intranuclear inclusion bodies for kidneys of lead poisoned rats. *Lab. invest.* 22:245-261, 1970.
- Herrera, V.I., Posadas, A.A., Cambios en el órgano subcomisural después de la aplicación de plomo en forma aguda en la rata. *Arch. Mex. Anat.* vol. 1; 40-49, 1987.
- Kostial, K. Vouk, V.B. Lead ions and synaptic transmission in the superior cervical ganglion of the cat. *Br. J. Pharmacology* 13:219-222, 1957.
- Needleman H.L., Gunnoe, E., Leviton, A., Reed R., Pevesie, H., Maher, C., Barrett., P. Deficit Psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. *N. Engl. J.mod.* 300: 689-695, 1979.
- Passow, H., Rothstein, A., Clarkson, T.W. The general pharmacology of the heavy metals. *Pharmacol. Rev.* 13:185-224, 1961.
- Shellenberger, M.K. Effects of early lead exposure on neurotransmitter systems in the brain. A review and commentary. *Neurotoxicology* 5:177-212, 1984.
- Silbergeld, E.K., Lamon. J.M. Role of altered heme synthesis in lead toxicity J. *occup Med* 22:680-684, 1980.
- Silbergeld, E.K. Wilinsky, J.S., Goldstein, G.W. Electron probe microanalysis is isolate brain capillaries poisoned with lead. *Brain Res.* 1989: 369-376, 1980.

## Anatomía del nervio de Luschka

Jaime E. Guevara Dondé,\* Joaquín Reyes Téllez Girón,† Salvador Peláez Suárez ‡  
y Ma. del Carmen Santillán Gómez §

**PALABRAS CLAVE:** Ramo posterior lumbar; nervio de Luschka; nervios cigapofisiarios.

### RESUMEN

La anatomía del ramo (dorsal) posterior lumbar o Nervio de Luschka fue estudiado en cinco cadáveres humanos embalsados. Se describe el curso del brazo medial y de sus ramos proximales y distales o nervios cigapofisiarios, haciendo énfasis en la inervación de las articulaciones cigapofisiarias de L1 a L5. Se mencionan puntos anatómicos de interés que pueden ser de utilidad quirúrgica en las técnicas de denervación facetaria.

## Luschka's nerve anatomy

**Key words:** lumbar posterior rami; Luschka's nerve; zigapophyseal nerve

### ABSTRACT

Lumbar posterior (dorsal) rami or Luschka's nerve was studied in five embalmed human bodies. The medial paths, as well as its proximal and distal branch paths are described. Nervous distribution in L-1 to L-5 zigapophyseal joints is also characterized. Anatomical items are presented, which may be helpful in surgery for facetar denervation technics.

### INTRODUCCION

La lesión de los procesos articulares se considera como una causa más de lumbalgia y lumbociática atípica. La denervación facetaria, rizotomía facetaria o rizólisis facetaria es un procedimiento utilizado en varios centros para el tratamiento de estos síndromes dolorosos. La técnica quirúrgica consiste en producir

una lesión del brazo medial del ramo (dorsal) primario posterior o nervio de Luschka.<sup>1-4</sup>

Los resultados de esta técnica quirúrgica son variables, desde excelentes hasta mejorías ligeramente superiores a la respuesta placebo. Una posible explicación de la variación de los resultados está relacionada con el poco conocimiento sobre la anatomía de este nervio.<sup>1,5,6</sup>

Sección de Neuroanatomía, Departamento de Anatomía Humana, Facultad de Medicina, UNAM

\* Neurocirujano, Sección de Neuroanatomía del Dpto. de Anatomía Humana, Facultad de Medicina, UNAM

† Jefe del Departamento de Anatomía Humana, Facultad de Medicina, UNAM

‡ Profesor de Anatomía, Dpto. de Anatomía Humana, Sección de Neuroanatomía, Facultad de Medicina, UNAM

§ Anestesióloga, Sección de Neuroanatomía, Dpto. de Anatomía Humana, Facultad de Medicina, UNAM

Realizamos una descripción anatómica detallada que permite localizar el brazo medial del ramo dorsal (primario posterior) o nervio de Luschka durante las técnicas de “denervación facetaria”.

Solamente es un estudio anatómico y no una justificación de la eficacia de los procedimientos de denervación.

## MATERIAL Y METODO

Se disecaron los ramos dorsales lumbares o nervio de Luschka en cinco cadáveres embalsamados. Uno de ellos fue disecado bajo magnificación con microscopio quirúrgico en la unidad de cirugía experimental del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Méx.

Se describe la anatomía del ramo dorsal o nervio de Luschka.

## ANATOMIA DEL RAMO DORSAL

En los niveles L1 a L4, el ramo dorsal nace del nervio espinal, por debajo del nivel del disco intervertebral. Corre dorsal y caudalmente para entrar por el agujero formado por el ligamento intertransverso. A 5 mm de su origen, el ramo dorsal se divide en brazo medial y brazo lateral. El brazo lateral pasa entre el *longissimo* y el iliocostal. No se realiza mayor descripción por carecer de interés. El brazo medial continúa viajando dorsal y caudalmente a nivel de la unión de la base del proceso transverso con la base del proceso articular superior. En el borde caudal del proceso articular superior puede formarse un canal fibroóseo al paso del brazo medial. Este canal puede completarse con la superficie dorsal del proceso transverso y el proceso accesorio, así como con el ligamento mamilo-accesorio, el cual puede osificarse, formando un verdadero túnel. Al salir de este canal fibroóseo el brazo medial se desplaza medial y caudalmente a la articulación cigapofisiaria y es rodeado por el tejido fibroso de esta articulación. Continúa caudalmente y cruza la lámina vertebral entre los tejidos fibroso y adiposo que separan el músculo multifido de la lámina. Al cruzar la lámina, el brazo medial da ramos al músculo interespinoso. A una distancia variable, el brazo medial entra en la profundidad del músculo multifido. El brazo medial inerva los ligamentos y el periostio del arco vertebral y procesos espinosos (fig. 1).

A lo largo de su trayecto, el brazo medial da dos grupos de ramificaciones a las articulaciones cigapofisiarias: los ramos proximales. Estos últimos nacen por

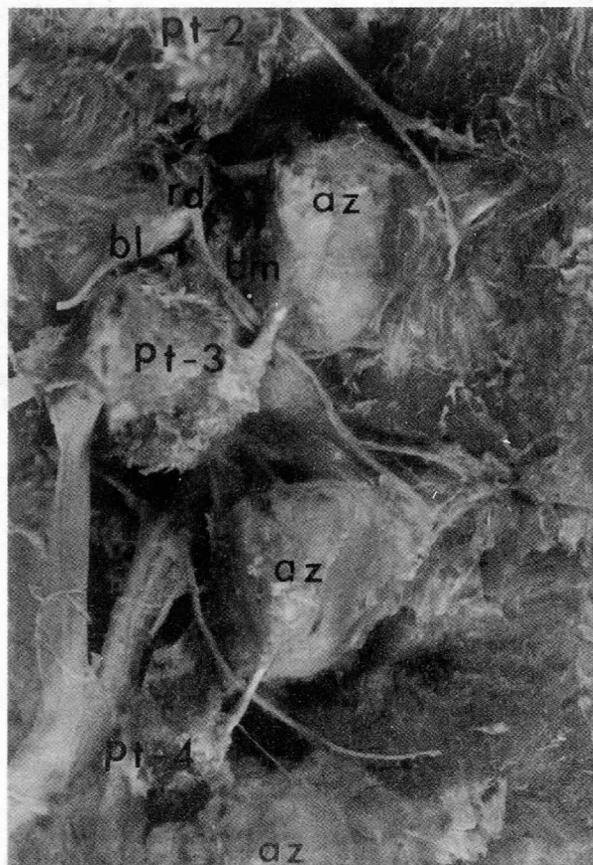


Fig. 1. Vista dorsal de las articulaciones cigapofisiarias (AZ) y ramo dorsal o nervio de Luschka (rd). Clave: pt = proceso transverso de L2—4; bl = brazo lateral; bm = brazo medial.

debajo del ligamento mamiloaccesorio, o en un punto distal subyacente a la articulación cigapofisiaria, e inervan la porción inferior. Los ramos distales nacen del brazo medial cuando éste cruza la lámina vertebral, corriendo directa y caudalmente hasta la porción rostral de la articulación cigapofisiaria inmediata, inferior a la cual dan inervación.

Por lo anterior, la articulación cigapofisiaria recibe doble inervación: de los nervios cigapofisiarios proximales y de los nervios cigapofisiarios distales que nacen del brazo medial en su segmento rostral superior. (fig. 2).

El brazo medial del nervio de Luschka podemos encontrarlo siempre cuando cruza la base del proceso articular superior, directamente entre estos dos puntos: proximalmente en su origen en el ramo dorsal o nivel del agujero fibroóseo del borde superior del proceso

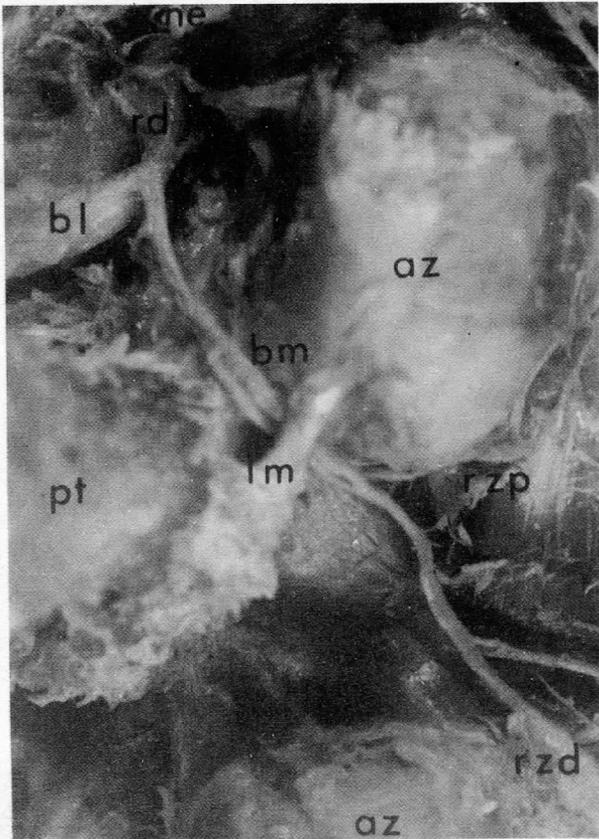


Fig. 2. Inervación de la articulación cigapofisiaria. Clave: NE = Nervio espinal; rd = Ramo dorsal; bl = brazo lateral; bm = brazo medial; rzp = ramos cigapofisiarios proximales; rzd = ramos cigapofisiarios distales; lm = ligamento mamiloaccesorio.

transverso. Y distalmente, por debajo del ligamento mamiloaccesorio.

El trayecto del ramo dorsal de L5 varía por la presencia del ala del sacro que reemplaza al proceso transverso. El ramo dorsal de L5 nace del nervio espinal por arriba del agujero intervertebral de L5-S1 y pasa dorsalmente sobre el ala del sacro. Caudal a la articulación lumbosacra, el ramo dorsal de L5 se divide en brazo medial y brazo lateral. El brazo medial rodea la articulación lumbosacra posterior, a la cual inerva, y se ramifica en el músculo multifido. El brazo lateral corre caudalmente para comunicarse con el brazo lateral del ramo dorsal de S1.

Los resultados finales indican que, de L1 a L4, la articulación cigapofisiaria está inervada por dos ramos primarios posteriores. La porción superior de la faceta es inervada por el ramo distal, que nace en el nivel

superior del nervio. La porción inferior de la faceta es inervada por los ramos proximales del nervio que pasa por el agujero neural, inmediatamente inferior a la faceta en cuestión. En el nivel de L5-S1, la inervación de la faceta está dada por los brazos mediales de L4 y L5.

## DISCUSION

Las técnicas de "denervación facetaria" se basan en la teoría de que un trauma lumbar provoca "cambios" en las articulaciones cigapofisiarias. Estos "cambios" producen dolor, el cual puede suprimirse con la infiltración de anestésicos locales a nivel de esta articulación. El alivio de los síntomas mediante el "bloqueo facetario" es una indicación para la denervación facetaria.<sup>2-4,7</sup>

Durante la disección anatómica encontramos algunos puntos de interés que pueden ser de utilidad durante las técnicas de denervación.

1. Para localizar el brazo medial del ramo dorsal o nervio de Luschka, un sitio constante es el situado proximalmente, en su origen a nivel del agujero fibroóseo del borde superior del proceso transverso. Distalmente, a nivel del ligamento mamiloaccesorio.
2. La osificación del ligamento mamiloaccesorio puede impedir la lesión del brazo medial antes de su división en ramos proximales y distales.
3. La cercanía de los ramos cigapofisiarios proximales y distales impide la denervación selectiva por vía percutánea, lo cual sólo es posible bajo visión directa.
4. Cada articulación facetaria recibe doble inervación. La porción inferior de la faceta es inervada por los ramos cigapofisiarios proximales del mismo nivel y la porción superior de la faceta por los ramos cigapofisiarios distales nacidos del brazo medial del nivel inmediatamente superior. Lo anterior indica que para lograr una denervación de una articulación facetaria individual se requiere una lesión más o menos circunferencial, rodeando la articulación o destruyendo el brazo medial del ramo primario posterior de dos nervios espinales.
5. La protección que da el ala con la base del proceso articular del sacro, a nivel de L5, impide la denervación por vía percutánea.

Es posible que la variación en los resultados de las técnicas de denervación facetaria sean debidos a un inadecuado conocimiento de la anatomía de la región.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco al Dr. F. Escobedo Ríos Jefe del Departamento de Cirugía Experimental del INNN y N de México por sus consejos durante la disección con microscopio quirúrgico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bogduk N, Long DM. The Anatomy of the so-called "articular nerves" and their relationship to facet denervation in the treatment of low-back pain. *J. Neurosurg* 51:172-177, 1979.
2. Carrera GF, Williams AL. Current concepts in evaluating the lumbar facet joints. *CRC Crit Rev Diagn Imaging* 21:85-104, 1984.
3. Liluis G, Laasonen EM, Myllynen P, Harilainen A, Gröndlund G. Lumbar facet joint syndrome. *J Bone Joint Surg* 71:681-684, 1989.
4. Mooney V. Facet joint syndrome. In: Jayson MIV, ed. *The lumbar spine and back pain*. 3rd ed. Edinetc: Churchill Livingstone. 1987:370-82.
5. Von Luschka H. *Die Nerven des Menschlichen Wirbelkanales*. Tübingen: Laupp and Siebeck, 1850.
6. Fox JL, Rizzoli HV. Identification of radiologic coordinates for the posterior articular nerve of Luschka in the lumbar spine. *Surg Neurol* 1:343-346, 1973.
7. Lynch MC, Taylor JF. Facet joint injection for low back pain. *J Bone Joint Surg (Br)* 68-B: 138-41, 1986.

Correspondencia: Dr. Jaime E. Guevara Dondé  
Calle del Moral 8  
Col. Tlalpan  
Deleg. Alvaro Obregón  
01700 México, D.F.

## **Cambios producidos por la sonoatenuación en el núcleo coclear de la Rata Wistar**

*De Lara G. S.\* Herrera V.I.\*\* Rodríguez Z. V\*\*\**

**PALABRAS CLAVE:** Núcleos coclear ventral en ratas y gatos, sonodeprivación, sonoatenuación, neuronas de los núcleos cocleares.

### **RESUMEN**

Entre los factores que influyen en el desarrollo postnatal de las neuronas de los núcleos cocleares está la disminución de estímulos sonoros, sin que alcancen el umbral óptimo de audición; este hecho constituye la sonoatenuación experimental, que produce cambios morfológicos durante el desarrollo de las neuronas de los núcleos cocleares ventral y dorsal.

Se implantó un modelo experimental utilizando una cámara de sonoatenuación y ratas Wistar cuya edad estaba comprendida entre 3 y 90 días, se hicieron sacrificios periódicos, se perfundieron con solución de Karnovsky se extirpó el encéfalo y se hicieron cortes seriados sagitales de los troncos encefálicos y se tiñeron con H.E., Luxol Fast Blue y doble impregnación argéntica.

Se observaron las neuronas de las regiones II, III, V del mapa de Harrison e Irving del núcleo coclear ventral de la rata. Se encuentran coincidencias con el tipo de neuronas del mapa de Osen del gato. Se utilizaron laminillas de ratas testigo y experimentales. Se identificaron variedades de neuronas

## **Changes due to cochlear nuclei sonoattenuation in the Wistar Rat**

**KEY WORDS:** Cochlear ventral nuclei in rats and cats; sonoattenuation; sonodeprivation; neurons of the cochlear nuclei.

### **ABSTRACT**

Among the factors which influence postnatal development of cochlear nuclei neurons is the decrease of sound stimuli, without reaching an optimal audition threshold; this fact establishes experimental sonoattenuation, which produces morphological changes during the development of the neurons of the ventral and dorsal cochlear nuclei.

An experimental model was implemented using a sonoattenuation camera and Wistar rats whose age ranged, from 3 to 90 days; they were killed periodically, and were perfused with Karnovsky solution; the encephalon was

Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, UNAM. Sección de Investigación.

\*Prof. titular T.C. "C"

\*\*Coordinador de investigación T.C. "B"

\*\*\*Técnica académica "B"

extirpated and sagittal cuts in series were made of brainstem, and stained with H.E. Luxol Fast Blue and double silver impregnation.

The neuronal areas II, III, V of the Harrison and Irving map of the cochlear nucleus of the rat were observed. Coincidences were found with the neuronal Osen map of the cat. Experimental and witness rats specimens were used. Different types of neurons were identified.

## **INFLUENCIA EN LOS NUCLEOS COCLEARES DE LA SONOATENUACION EN RATA WISTAR**

Factores diversos influyen en el desarrollo pre y posnatal de la vía coclear: genéticos, embrionarios (agenesias) funcionales, virales (rubéola), medicamentos ototóxicos, hiperbilirrubinemia congénita y adquirida, y la participación de estímulos normales en el desarrollo posnatal. La supresión de los sonidos durante el desarrollo de la vía coclear, toma el nombre de sonoprivación y es difícil alcanzar en un 100%.

Si los ruidos se disminuyeron y no se alcanza el umbral óptimo de estímulo, hablamos de sonoatenuación y se logra experimentalmente. Al extirpar el blastema de alguna parte del oído hablamos de exclusión parcial monolateral o bilateral. Estos fenómenos repercuten en la morfología o sinaptología de los núcleos cocleares. Las investigaciones se han realizado de 1935 hasta la fecha.

Destacan los trabajos de Harrison (1962 a 1966), de Kirsten Kjelsberg Osen 1969 en gatos y de D.B. Webster (1983) y Douglas Webster (1985). Se implementa un modelo experimental con una cámara sonoamortiguadora construida de México. Se utilizan ratas Wistar de ambos sexos, a cuyas madres se seccionó la inervación de los pliegues vocales. Se comparan con testigos y se sacrificaron a los 3,6,9,12,15,18,45 y 90 días de edad, fueron perfundidas con solución de Karnovsky, se extirpó el cerebro, se hicieron cortes rostro-caudales del tronco encefálico, se tiñeron con H. E. y Nissl; se comparan resultados de núcleos cocleares que Harrison e Irving publicaron en 1966 sobre la organización de la parte ventral coclear, en cortes teñidos en cerebros de rata incluidos con parafina y por el método de protargol de Bodian. En esta parte identificamos neuronas normales para poder reportar después las modificaciones en experimentos.

Harrison e Irving examinaron 31 ratas y delimitaron regiones en base a criterios celulares, axonales sinápticos. Dividieron el núcleo en seis porciones mayores (I,II,III,IV,V y VI); la región II ocupa la parte central del núcleo y se forma principalmente de células

(tipo E) que reciben bulbos de axones del nervio coclear y envían axones largos al cuerpo trapezoideo. Las neuronas fueron divididas según su tamaño en pequeñas, localizadas dorsalmente (muy numerosas), y grandes (que se encuentran en poca cantidad) localizadas ventralmente, asociadas a la región II hay neuronas del nervio coclear y mandan axones largos al cuerpo trapezoideo.

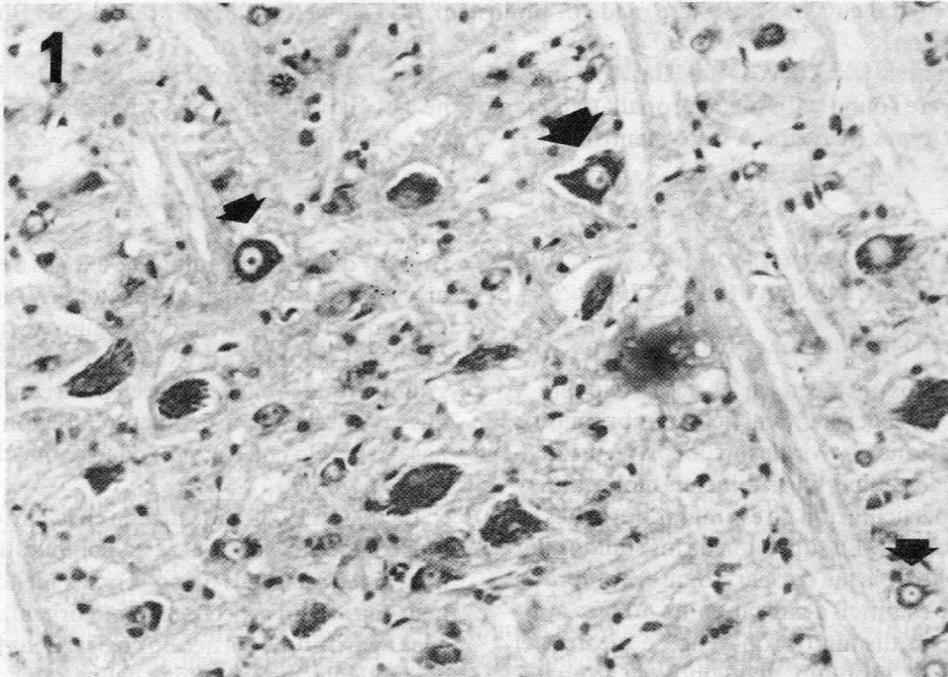
La región IV está localizada en la parte posterior del núcleo coclear ventral y está compuesta de neuronas multipolares largas (tipo k); las dendritas de esas neuronas están específicamente organizadas respecto a las neurofibras del nervio coclear. Las terminaciones descendentes de las ramas del nervio coclear forman botones que forman sinapsis en el cuerpo celular o en las dendritas. Los axones de estas células forman la llamada estría de Held. La región V se localiza en la parte posterior del núcleo coclear ventral y sólo tiene conexiones intrínsecas. Todas las regiones reciben terminaciones sinápticas, además de las que se originan en el nervio coclear.

Kirsten Kjelsberg Osen (1969) (exploración histológica) estudió la citoarquitectura de los núcleos cocleares en el gato, y la estructura microscópica de los núcleos cocleares en este animal permite obtener un mapa razonable que sirve de base para investigaciones posteriores. Las neuronas del complejo nuclear fueron clasificadas en nueve tipos, de acuerdo a su apariencia microscópica (con técnica de Nissl).

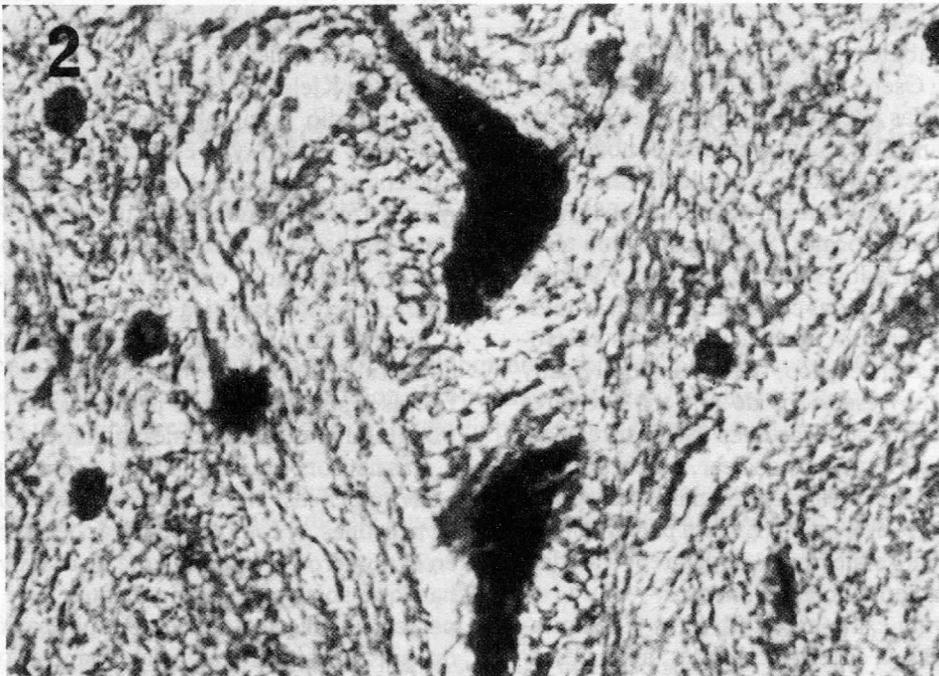
Siete de los nueve tipos de células nerviosas parecen constituir grupos neuronales uniformes; éstos son: esféricas grandes, esféricas pequeñas, en forma de pulpo, globulares, piramidales, gigantes y granulares.

Las neuronas multipolares y esféricas pequeñas son heteromórficas; en base a la distribución de los tipos de neuronas, el complejo nuclear del gato fue dividido en el número correspondiente de áreas y se comprueban que son partes componentes; este principio de parcelación lleva a cuenta simplificación de los esquemas propuestos para la organización de los núcleos cocleares basados en características neuronales.

En 1977, Webster D.B. y Webster M. reportaron que la privación neonatal del sonido afecta los núcleos



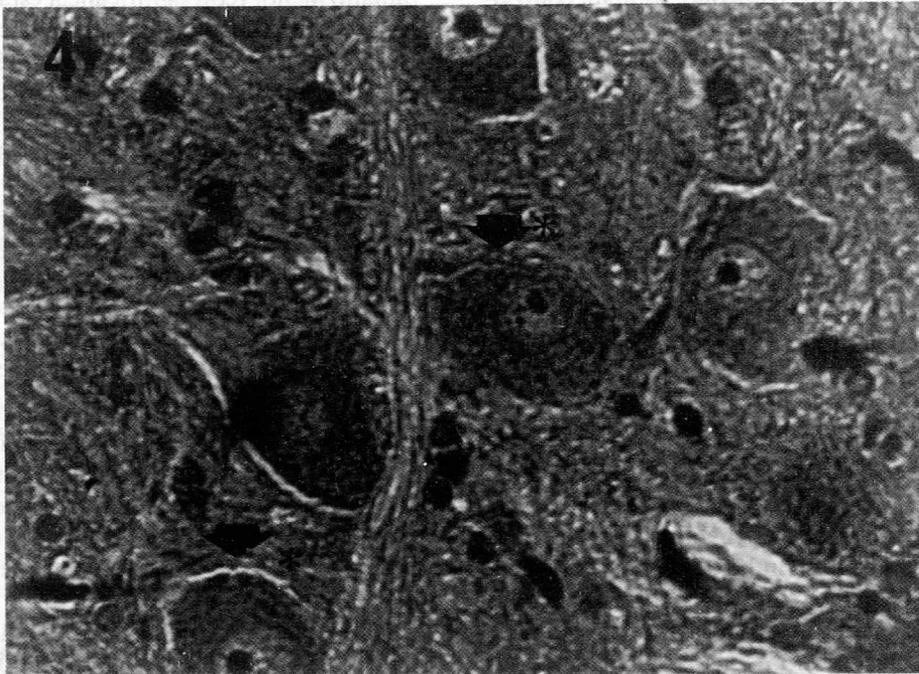
**Fig. 1.** Núcleo coclear ventral, área II en la parte izquierda, una neurona globular con núcleo excéntrico. La flecha de mayor tamaño señala una neurona multipolar. En la parte baja del lado derecho hay una neurona tipo pulpo, tinción Kluver Barrera. 100X.



**Fig. 2.** Núcleo coclear ventral, área II, neuronas piramidales fuertemente teñidas, doble impregnación argéntica. 400X.



**Fig. 3.** Neurona multipolar del núcleo coclear ventral dorsal, doble impregnación argéntica, área II, parte dorsal. 400X.



**Fig. 4.** Neuronas esféricas grandes. Area II, doble impregnación argéntica. 400X.

cocleares del tronco encefálico, y describen los hallazgos en los núcleos cocleares centrales de ratones sometidos a sonoatenuación y sonoexclusión.

Los animales de experimentación se dividieron en tres grupos: a) animales colocados en cámaras sonoamortiguadas, con ruido de 10 dB. por debajo del umbral de audición de los ratones CBA/J; adultos, cuyas madres fueron sometidas a sección quirúrgica de los pliegues vocales; b) otro lote de animales, a los que se extirpó el blastema del meato acústico externo, fueron colocados en cuartos normales y sometidos a sonoexclusión por alteración de la conducción, y c) los animales del grupo testigo o control, en condiciones normales, después de 45 días fueron sacrificados y se estudiaron a través de cortes de núcleos cocleares centrales.

Se estudió el cerebro de una niña de 9 años cuya madre padeció rubéola en el embarazo; la niña nació con alteraciones, entre ellas sordera neurosensorial, retardo mental y cataratas congénitas.

Su cerebro se comparó con el de una niña que murió de leucemia a los 8 años, pero con audición normal, se examinaron neuronas del tipo globular en el núcleo olivar superior lateral, núcleo olivar superior medial, núcleo medial del cuerpo trapezoideo, y núcleo central del colículo inferior, y sólo neuronas del grupo globular fueron medidas en el núcleo coclear; como todas las neuronas en los sordos (rubéola), estaban contraídas y no se reconocían por su apariencia citológica, pero debido a la entrada del nervio coclear, podían ser identificadas. Por otra parte, las neuronas del núcleo olivar medial superior pudieron ser medidas en el humano, pero no en la rata. En esta última, el núcleo olivar superior medial es pequeño y no está bien definido, reconociéndolas en casos histológicos normales. En cada uno de estos grupos celulares fueron medidas 40 neuronas en la longitud máxima del soma.

Todos los datos fueron examinados estadísticamente con el estándar de Anova y las diferencias entre grupos fueron determinadas con la prueba de nuevos rangos múltiples.

Los experimentos en animales y la observación en humanos demuestran cambios significativos en sujetos con pérdidas de la conducción sufrida en el período de desarrollo de las estructuras centrales de la audición. En base a que no hubo diferencias significativas en los cambios morfológicos encontrados en los dos grupos experimentales, con los parámetros de este estudio. La conclusión es que las pérdidas auditivas conductivas, incompletas, pueden producir estructuras centrales normales (sonoexclusión).

Webster, D.B. y Webster M. estudiaron los efectos de la pérdida auditiva de la conducción neonatal en los núcleos auditivos del tronco encefálico en 1979. Estudiaron tres grupos de ratones CBA/J. A un grupo se le removió el blastema del meato acústico externo, a los 3 días de edad (sonoexclusión); el segundo fue sonoatenuado con ruidos a los tres días de edad, mediante una cámara de sonoatenuación y los pliegues vocales de las madres seccionados y ruidos de 10 dB. por debajo del umbral de audición del ratón en todas las frecuencias. El grupo testigo se ubicó en un medio ambiente normal, con madres normales; se sacrificaron los animales y se observaron cortes de los núcleos cocleares del tronco encefálico con microscopio óptico a los 45 días. Otro grupo que se colocó desde los 3 días en una cámara sonoatenuación, con madres avocales, fue trasladado a los 45 días a una colonia normal. En el primer experimento no hubo diferencias significativas entre los grupos neuronales, entre ratones operados (sonoexcluidos) y los ratones del grupo sonoatenuado. En cuanto al tamaño de los distintos tipos, presentaron neuronas más pequeñas que el grupo normal. Esto se observó en los núcleos cocleares ventrales, núcleo olivar superior lateral, en el complejo olivar superior. En el grupo de ratones sonoatenuados y colocados después en un medio normal, comparándolos con los de 90 días, presentaron un tamaño menor (con significancia estadística), en comparación al grupo normal. Las mediciones se hicieron con una cámara lúcida y una digitalizadora de datos gráficos, interconectada a una calculadora programable; se midió transversalmente a las neuronas de los núcleos auditivos en áreas cruzadas de los grupos seccionales.

Las aportaciones que hacen los datos anteriores sugieren que la mayoría de los núcleos cocleares del tronco encefálico dependen para su maduración normal de un aporte auditivo adecuado.

Se tienen reportes de niños con otitis media supurada crónica temprana, que pueden comprometer el desarrollo del lenguaje en el niño (Lewis 1976).

Webster B.D. y Webster Molly en 1980 hacen un reporte que relaciona el desarrollo postnatal normal de los núcleos cocleares del tronco encefálico del ratón con el inicio de la audición y los efectos centrales de la sonoatenuación y sonoexclusión por alteraciones en la conducción.

Estudiaron 42 ratones CBA/J. 6 de cada una de las siguientes edades: 1,3,6,12,24,45 y 90 días de nacidos. Sacrificaron e hicieron cortes de cada uno de los núcleos auditivos centrales. El tamaño neuronal en todos

los centros auditivos no varió significativamente entre 1 y 3 días; entre los días 3 y 12 las neuronas crecieron rápidamente doblando sus áreas medidas en cruz, comprobado con una cámara lúcida. Las neuronas en animales de 6 días eran significativamente más grandes que las de 3. Las neuronas de 12 no eran diferentes que las de animales de 24, 45 y 90, pero no significativamente diferentes a las de 6 días.

En el núcleo central del colículo inferior las neuronas de 24 días eran mayores que las de 45 y 90 días pero no significativamente diferentes de los animales de 12 días. De los datos enunciados se obtienen como aportación que las neuronas de los núcleos tienen un rápido crecimiento entre los días 3 y 12, de donde se establece que los núcleos auditivos del tronco encefálico alcanzan su madurez en este intervalo de tiempo.

Haciendo una correlación con otros datos se considera que los núcleos auditivos de tronco encefálico tienen su maduración y obtienen un tamaño de adulto antes del tiempo en que ocurre la maduración de la cóclea.

Si la actividad de la cóclea tiene algún efecto sobre el crecimiento de estos núcleos, es por lo menos a los 90 días de vida del animal, aumento en el cual se ha registrado el primer potencial del VIII par. Esto justifica la presunción de que el importante crecimiento entre los días 3 al 12 estén determinados por factores genéticos, además que pueden participar otros factores como arborización dendrítica, mielinización o sinaptogénesis.

Lo anterior parece influir en los umbrales de conducción detectados por Ehrens sean presentes hasta el 16 a 18 días, con lo que existe la posibilidad de que los centros auditivos del diencefalo y cerebrales de ratón no maduren hasta los 16 a 15 días de vida.

Dos conclusiones se obtienen de lo expresado: 1o. la estimulación sonora adecuada es necesaria para el crecimiento normal del soma neuronal después de los 9 días de edad. 2o. Que sin la adecuada estimulación sonora, los somas neuronales son más pequeños en alguna etapa entre los 9 y 45 días. (El autor usa la terminología celular de Osen en el gato).

Webster DB y Trune DR publicaron en 1982 sobre el complejo nuclear en ratas; usaron cortes seriados teñidos con luxol fast blue-cresyl violeta y parcelaron los núcleos cocleares usando las mismas áreas citoarquitectónicas y estratos que utilizó Osen en gatos en 1969. Dentro de las áreas de neuronas esféricas, la distribución de la sustancia cromatofílica o de Nissl es más útil que la forma de soma para identificar las neuronas esféricas; el área de grandes neuronas esféricas

es extremadamente pequeña en la cepa de ratas C B A/J, pero contiene de manera significativa neuronas más grandes, que el área de neuronas pequeñas.

En las preparaciones teñidas con Golgi las neuronas arborizadas (ramificadas) se encuentran en todas las áreas del núcleo coclear ventral, excepto en el área de neuronas tipo pulpo y en el estrato de células granulares, son más numerosas adelante que en la parte posterior y los detalles de su morfología son sumamente variables.

Las neuronas estrelladas se encontraron a través de los núcleos cocleares ventrales, pero están presentes en mayor número en el área de neuronas multipolares y sus ramas en el área de neuronas redondas grandes y en neuronas tipo pulpo.

Dado el tamaño, la forma y su arborización dendrítica, que varían en forma constante, no se ha subcategorizado a estas neuronas, las neuronas pulpo están restringidas al área posterior, dorsomedial del núcleo coclear ventral. En la región central del núcleo coclear dorsal, abundan las neuronas estelares y son categorizadas como verticales, elongadas o radiadas.

En el estrato granular del núcleo coclear dorsal existen neuronas tanto fusiformes, como neuronas piriformes (tipo Purkinje), así llamadas por su parecido con esas células cerebelares. Estas células piriformes difieren de las fusiformes por tener:

1. Un soma más pequeño y de forma esférica.
2. Carecen de dendritas basales.
3. Una orientación dendrítica sagital.
4. Elaboradas ramificaciones dendríticas.
5. Abundantes espinas dendríticas.

Edwin B. Rubel publicó en 1984 sobre la ontogenia de la función del sistema auditivo; describió fenómenos de este desarrollo compaginándolos con procesos funcionales y así se entiende el desarrollo de la audición, que incluye algunos fenómenos de potencial endococlear o el principio de ontogenia y frecuencia de acuerdo a los sitios del órgano espiral coclear. Afirmó que la forma de la oreja y el meato acústico externo tienen crecimiento postnatal, por esto es de esperar mayores cambios en los patrones de sensibilidad espectral. El recién nacido tiende a resonar la membrana con frecuencias altas, por consiguiente el recién nacido tiene relativamente menor sensibilidad que los adultos y, además, el inmaduro canal auditivo es más cooperador que el de los adultos, de manera que el máximo de ganancia debido a la resonancia puede ser menor que en el neonato. El tamaño de la cabeza del re-

cién nacido le permite captar las diferencias interaurales de intensidad máxima que ocurren en frecuencias más altas que en el adulto; cuando la cabeza llega a su tamaño adulto progresivamente se producirán frecuencias más bajas que se traducirán por una diferente intensidad interaural.

Los elementos del oído medio, membrana timpánica y cadena de huesillos, a 35 o 40 decibeles proporcionan una ganancia en la presión, por lo tanto pueden imponerse estrictas condiciones límites en la ontogenia de la sensibilidad auditiva; la mayoría de estos estudios utilizaron timpanometría para medir los cambios en el desarrollo en el tamaño entre los 40 y 80 días, después del nacimiento en humanos cuando cantidades en los componentes de la audición (conductancia y susceptancia) se considera que hay una red o trama que aumenta la admisión en los tres primeros meses del nacimiento. Los estudios hacen que se despierte una duda, la función del oído medio es un factor importante que pone límites a la sensibilidad auditiva.

El umbral de maduración antecede a la maduración final del oído medio, al menos para las frecuencias bajas; además, la función del oído medio en animales jóvenes, no parece contar en los cambios ontogénicos de la sensibilidad a través de la frecuencia y, por consiguiente, los cambios en el desarrollo del oído medio contribuyen, pero no parecen explicar la maduración de la sensibilidad auditiva en el adulto.

El desarrollo del oído interno ha sido revisado desde distintas perspectivas. Las interacciones tisulares importantes para la determinación de la diferenciación temprana de tejidos han sido muy estudiadas; así se ha encontrado que primero hay diferenciación de las células pilosas internas y, después de las pilosas externas; también que el establecimiento de sinapsis aferentes se efectúa antes de las conexiones eferentes.

El desencadenamiento de la función incluye una maduración (otomaduración) simultánea y sincrónica de muchas propiedades mecánicas y neurales. Existe un principio fundamental de lugar, es decir la progresión a lo largo de la parte más sensorial del órgano espiral (de Corti), apoyado en la membrana basilar: por ejemplo, sintonía para las frecuencias altas y a las frecuencias bajas. Las respuestas relativas a las bajas frecuencias se desarrollan tempranamente y las respuestas altas, después. Este principio de lugar nos permite predecir que las regiones apical de la cóclea son las primeras en madurar y las regiones bajas lo hacen posteriormente. Según lo expuesto, hay una paradoja: el resultado opuesto está consistentemente fundado, la diferenciación coclear ocurre primero en la base o re-

gión medio basal y la última parte de la cóclea que experimenta diferenciación del ápice es posiblemente donde hay cambios en el desarrollo.

Trune R. Dennis (1982) trabajó en la influencia de la remoción coclear en el desarrollo del núcleo coclear de la rata: número, medida y densidad de sus neuronas. La cóclea derecha de ratones de 6 días de nacidos fue aspirada para determinar la influencia de la integridad coclear sobre el desarrollo del núcleo coclear. A los 45 días se comprobó histológicamente la destrucción y se analizaron morfológicamente el núcleo coclear deaferentado y el normal, los núcleos o estratos celulares molecular, fusiforme y polimorfo del núcleo coclear deaferentado presentaron reducción en su volumen, y el estrato polimorfo se encontró con neuronas más pequeñas con menor densidad neuronal y en menor número. Las regiones de neuronas pulpo y multipolares en el núcleo coclear ventral fueron más pequeñas y agrupadas con mayor densidad neuronal; las regiones de neuronas granulares y esféricas pequeñas del núcleo coclear ventral disminuyeron, y se hicieron más densas, pero con tamaño similar a las neuronas normales; se encontraron pocas neuronas esféricas grandes en el núcleo coclear ventral, pero no se encontraron cambios al efectuar mediciones en su tamaño. Las neuronas granulares a lo largo del núcleo coclear se encontraron con volumen reducido. En general, el núcleo coclear se encontró reducido en un 46% de su volumen y en un 34% en cuanto al número normal de neuronas.

Estos resultados en la rata demuestran que la deaferentación antes del inicio de la audición, causa cambios más severos en el núcleo coclear ventral que los reportados después de la deaferentación en la etapa adulta de otros mamíferos, y apoya la teoría de la presencia de un período crítico en el desarrollo, cuando la integridad presináptica es mucho más importante para la maduración neuronal que para el mantenimiento después que la neurona ha madurado. Esto sugiere que cualquier patología congénita que comprometa estructuras neurosensoriales de la cóclea puede causar anomalías estructurales y funcionales en los núcleos auditivos centrales de la maduración.

Douglas Webster estudió las medidas de las neuronas auditivas después de una pérdida de la conducción auditiva unilateral. El meato acústico externo fue removido en ratas C B A/J a los 4 días de edad; fueron sacrificadas a los 45 días, se hicieron cortes de la cóclea y tronco encefálico para su preparación, fueron cortes cruzados de las áreas de las neuronas del ganglio espiral coclear y se estudiaron 14 tipos de

neuronas del tronco encefálico, utilizando 210 neuronas de cada uno de los 15 tipos, tanto del lado derecho como del lado izquierdo; nueve tipos de neuronas fueron significativamente más pequeñas  $p < 0.01$  en el lado izquierdo: éstas son las neuronas del ganglio espiral; globulares, esféricas pequeñas, esféricas grandes, en pulpo, multipolares y celulares granulares del núcleo coclear ventral; las neuronas de tipo piriforme (de Purkinje) del núcleo coclear dorsal; y las neuronas fusiformes laterales del núcleo olivar superior; dos tipos neuronales fueron significativamente más pequeñas ( $p < 0.01$ ) en el lado derecho: las neuronas principales del núcleo medial del cuerpo trapezoideo (complejo olivar superior) y las neuronas fusiformes principales del núcleo central del colículo inferior. El núcleo coclear ventral izquierdo tuvo significativamente menor volumen ( $p < 0.01$ ) que el derecho, pero los volúmenes del núcleo coclear dorsal derecho e izquierdo no difieren significativamente ( $p < 0.05$ ), lados derecho e izquierdo no fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) para los siguientes tipos de neuronas: fusiformes tanto con grumos gruesos de sustancia cromatofílica (De Nissl) o grumos finos, las neuronas profundas del núcleo coclear dorsal y las neuronas rostrales hipolares del núcleo medial olivar superior.

Las neuronas afectadas por la pérdida de conducción unilateral, no fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) de las mismas neuronas en ratas con pérdida bilateral de la conducción; las neuronas no afectadas por pérdida conductiva unilateral no fueron significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) de las mismas neuronas de la rata normal.

Trune D. R. publicó en 1982 una segunda parte de su trabajo sobre la influencia de la remoción neonatal de la cóclea en el desarrollo del núcleo coclear de la rata. Aspiró la cóclea derecha en ratones de 6 días para determinar la influencia del núcleo coclear sobre el desarrollo dendrítico de neuronas dentro del núcleo coclear; a los 45 días, la destrucción coclear fue confirmada histológicamente; se extirparon los cerebros y se tiñeron por el método de Golgi Cox para permitir la morfometría dendrítica en el núcleo coclear deaferentado y en el contralateral (normal) a la cóclea lesionada neonatalmente. El campo dendrítico observado mediante cortes transversales, mostró a nivel del área ventral del núcleo coclear reducción de las células ramificadas en el lado de aferentado, así como la longitud dendrítica total de las células estrelladas a través de la porción dorsal del núcleo coclear. La deaferentación no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre la longitud dendrítica de las neuronas fusiformes

que se desarrollaron en la porción dorsal del núcleo coclear.

Estos cambios dendríticos son interpretados como falta de desarrollo debido a pérdida de las aferencias auditivas durante un periodo crítico del desarrollo e indican que cualquier patología congénita que comprometa las estructuras sensorioneurales cocleares puede producir anomalías auditivas centrales.

El estudio forma parte de la investigación sobre el papel del órgano auditivo periférico en el desarrollo del cerebro de mamíferos llevada a cabo por Webster y Trune desde el año de 1979.

Douglas B. Webster en una comunicación señaló, en 1983, que el inicio tardío de la sonoprivación no afecta el tamaño del soma neuronal en la rata normal y lo mismo acontece en la rata con pérdidas de la conducción a los 45 días y ratas sometidas a privación de sonidos en cámaras sonoamortiguada y seccionadas de los pliegues vocales desde los 45 días. A los 90 días fueron sacrificadas, revelando que no hay diferencias significativas entre las neuronas globosas, neuronas del núcleo medial del cuerpo trapezoideo o del colículo inferior. Este experimento fue diseñado para saber si la pérdida de la conducción auditiva o la privación de sonidos iniciadas tardíamente en la época que corresponda a la época de pubertad de las ratas, afectan el tamaño del soma neural de los núcleos auditivos del tronco encefálico.

Se estudiaron tres grupos de ratas C.B.A./J. El grupo 1 fueron animales en condiciones normales; al grupo 2 se le hizo extirpación quirúrgica de las orejas, legrado en el epitelio del meato acústico externo y sutura de los meatos acústicos externos a los 45 días de edad, y al grupo 3 se le extirparon los pliegues vocales y se le colocó en cámara sonoamortiguadora con algunos decibeles por debajo del umbral de captación para esta especie.

Se estudiaron los cerebros y núcleos auditivos del tronco encefálico, sacrificando a los animales a los 90 días sin encontrar ninguna diferencia significativa en el tamaño de los somas neuronales del tronco encefálico de la porción globosa en el núcleo coclear ventral, del núcleo medial del cuerpo trapezoideo y núcleo del colículo inferior.

William Webster dijo en 1985 que la vía auditiva de la rata no ha sido estudiada intensamente, aparte del trabajo sobre el núcleo coclear hecho por Harrison y colaboradores, lo dificulta la frecuente presencia de otitis media producida por *mycoplasma pulmonis*. Hizo revisión de las estructuras y las correlacionó con la función; sin embargo existen problemas al respecto,

porque algunas partes de la vía auditiva no han sido examinadas anatómica y funcionalmente con detalle, aunado a que la carencia de datos funcionales debido a que no se han aplicado todas las técnicas fisiológicas, por lo que se hace comparación con los datos del gato. Afortunadamente la vía auditiva es muy similar en otros mamíferos. Ryugo en 1976 estudió la organización tonotópica en el gato.

Según Neff et al 1975, existe una falta sorprendente de datos sobre la conducta de la rata y hay pocos experimentos que prueben específicamente hipótesis acerca del desarrollo auditivo de la rata en relación a la estructura de la vía auditiva.

Para el propósito de este trabajo, la función será restringida en extensión y definida en un limitado grupo de paradigmas experimentales:

1. Estudios de trazo neural y de unidad única de los centros auditivos.
2. Estudios de conducta que prueban las condiciones necesarias para la remoción de áreas mediante lesiones.
3. Estudios de conducta que examinan las funciones psicofísicas de los animales.

*La cóclea en la rata.* Tiene dos y media vueltas de espira; en ratas jóvenes tiene 15 800 células en el ganglio espiral (Keithley and Feldman, 1979). La cóclea de la rata es la típica de los mamíferos y presenta una hilera de células pilosas mediales y tres hileras de células pilosas laterales apoyadas en la membrana basal; las células pilosas laterales tienen los típicos pelos en forma de W de la cóclea de los mamíferos. Pujol y colaboradores en 1980 demostraron cambios marcados en el patrón de inervación durante la sinaptogénesis de las células pilosas de la rata. Al inicio de la audición, las células de la hilera medial son inervadas mediante muchas sinapsis aferentes y eferentes, mientras que las de la hilera lateral sólo tienen sinapsis aferentes. Cuando se alcanza la audición adulta, la hilera medial aún tiene muchas sinapsis aferentes en el soma, pero las fibras aferentes ahora contactan con las eferentes. En esta etapa la hilera lateral tiene una o dos grandes sinapsis aferentes que completan con una pequeña sinapsis aferente para ocupar la membrana sináptica de la célula pilosa (Lenoir y col. 1980, Pujol 1980).

En el gato todas las fibras aferentes de las grandes neuronas ganglionares (95% en total) inervan la hilera medial, mientras que el remanente de 5% de células ganglionares pequeñas terminan en la hilera lateral

(Spoendlin 1972-1978). Se ha reportado que un pequeño número de fibras gigantes inervan a muchas células de la hilera medial, estos datos se basan en inferencias de cortes delgados de cócleas normales y parcialmente inervadas.

Embriológicamente, el órgano de la audición se desarrolla posteriormente al órgano del equilibrio, aunque la diferencia es breve, la placoda ótica aparece en embriones de tres semanas; se invagina en unos cuantos días para formar el otocisto, al final de la cuarta semana de la vida embrional. A las cuatro y media semanas, el otocisto se ha alargado y comienza a dividirse en dos partes; el conducto endolinfático y la porción utriculosacular, que dará origen al resto del laberinto. De esta última se proyectan salientes en forma de arco y, al cabo de las siete semanas, se han formado los conductos semicirculares.

Al fin de la sexta semana se inicia la formación de la cóclea, que aparece como una evaginación corta del área sacular, que al cabo de ocho semanas empieza a alargarse y a enrollarse sobre sí misma, para que al fin de la undécima semana esté completa en las dos vueltas y media de espira que constituyen la cóclea adulta.

Simultáneamente al desarrollo de la cóclea, la vesícula utriculosacular se estrecha en la zona en que desemboca el conducto endolinfático, para formar el utrículo y el sáculo definitivos, así como los conductos utricular y sacular que convergen en el conducto endolinfático definitivo. A diferencia de la mayor parte de los nervios del organismo, que se forman del labio del surco neural y migran hacia el exterior, los nervios coclear y vestibular son de origen placodal y emigran centripétamente, hasta llegar al rombencéfalo; puede considerarse que cada nervio coclear y vestibular, conserva, desde su origen, su individualidad con respecto al otro.

Las neuronas de las tres subdivisiones de complejo nuclear coclear se originan en el epéndimo primitivo del labio rómbico. En la rata neuronas del núcleo coclear anteroventral y posteroventral, se originan juntos al decimotercer y el decimoséptimo días del desarrollo embrionario mientras que el núcleo coclear dorsal aparece tempranamente a los 12 días o más en el período postnatal (Altman y Bayer 1980).

La secuencia de formación de los núcleos cocleares es similar a la que se encuentra en otras partes del sistema nervioso central.

Las neuronas grandes piramidales (fusiformes) del núcleo coclear dorsal aparecen primero entre los doce o catorce días de desarrollo embrionario. Las neuronas de tamaño intermedio del estrato profundo se ori-

ginan entre los catorce a diez y siete días del embrión; y las neuronas pequeñas de los estratos profundos y superficiales, entre los días diecisiete y diecinueve. Una cantidad indeterminada de células granulares se generan postnatalmente.

Las neuronas de los núcleos cocleares anteroventral y posteroventral son citogenéticamente muy similares y sus células aparecen en la secuencia de tamaño descrita. En la rata, como las neuronas del núcleo coclear ventral se originan entre los 10 y 14 días del embrión observando la secuencia de desarrollo a los distintos tipos de células.

En las ratas, las neuronas del complejo nuclear derivan del labio rómbico del epéndimo primitivo de este labio. Las neuronas del núcleo coclear anteroventral del núcleo coclear posteroventral se originan entre 13 y 17 días, mientras las del núcleo coclear dorsal aparecen a los 12 días y aún más tarde en el periodo postnatal.

La información, codificada en descargas a la primera neurona auditiva, es enviada a los núcleos cocleares y transformada en grado variable para ser enviada a los centros auditivos del tronco encefálico (o cerebral).

Las neuronas del complejo olivar superior reciben la mayoría de los impulsos de los núcleos cocleares y esta región recibe información de los dos oídos.

Los reportes de Rubel (1978) hacen una excelente revisión sobre el trabajo temprano en el desarrollo del sistema auditivo.

El complejo nuclear coclear se compone del núcleo anteroventral, el núcleo posteroventral y el núcleo coclear dorsal y sigue el mismo patrón en mamíferos.

El desarrollo pre y postnatal de los componentes de la vía coclear es influenciado por varios factores, entre los cuales podemos mencionar:

- a) Genéticos y embrionarios.
- b) Estímulos funcionales (carencia, disminución o exceso de ellos).
- c) Enfermedades virales.
- d) Medicamentos ototóxicos e intoxicaciones.
- e) Hiperbilirrubinemia congénita o adquirida en la etapa perinatal.
- f) Traumatismos obstétricos.

### Factores genéticos y embrionarios

Mencionamos los más pequeños, como es la sordera congénita que repercute en el desarrollo mono-

bilateral de la vía coclear, puesto que es la carencia de estimulación hay repercusión en los elementos de la vía coclear.

Se sabe que el oído interno, con los elementos neurosensoriales o células pilosas del órgano neurosensorial (de Corti) se desarrolla embrionariamente "independientemente" del oído medio y también se afirma que la sordera congénita depende de factores genéticos (Konismark y Gorling, 1976).

En la sordomudez, la anatomía frecuente es de tipo sensorial y esta situación puede acompañarse de otras anomalías o alteraciones de la cabeza y el cuello que constituyen el síndrome del primer arco branquial. La sordera congénita puede asociarse con el bocio tóxico materno, el cual puede producir hipotiroidismo fetal (Thould Scowen, 1974).

La fijación congénita del estribo al laberinto óseo trae como consecuencia una sordera de conducción aguda en un oído, si en el otro la fijación es normal. Tal estado se presenta cuando existe una falla en la diferenciación de la sindesmosis timpanoestapedial. En este caso se produce una fijación de la base del estribo al laberinto óseo que impide los movimientos de la endolinfa y la perilinfa. Los defectos de transmisión causados por martillo, yunque y estribo se asocian con frecuencia al síndrome del primer arco.

### Estímulos funcionales: carencia, disminución o exceso

Debemos aclarar algunos conceptos funcionales la privación de ruidos durante el desarrollo postnatal referente en desarrollo morfológico de algunos elementos de la vía coclear, si se alcanza la total eliminación de ruidos, a este procedimiento se le denomina *sonoprivación*. Si se somete a los especímenes a ruidos que no rebasen el umbral óptimo para ser percibidos hablamos de sonoatenuación.

Si retiramos el blastema del oído en un solo lado para detectar alteraciones y comparar con el lado opuesto hablaremos de *sonoexclusión parcial*. Si lo hacemos en ambos lados tendremos *sonoexclusión bilateral*.

El grado de desarrollo que alcance la vía coclear, con estímulos o sin ellos, toma el nombre de *sonomadura*. Por otra parte los estímulos excesivos en periodo de desarrollo postnatal son susceptibles de lesionar la vía coclear. Sabemos que en el adulto los estímulos auditivos exagerados y persistentes también lo lesionan y no podemos negar la posibilidad de que acontezca en los especímenes de experimentación.

## Enfermedades hereditarias

El 51% de las sorderas infantiles se deben a factores genéticos. De los cuatro modos de transmisión genética (dominante, recesiva, poligenética y ligada al sexo), la recesiva parece ser la más frecuente.

Los trastornos del oído interno genéticamente determinados, pueden aparecer desde el nacimiento, causando enfermedades congénitas en el curso de la vida, ocasionando enfermedades adquiridas, de aparición tardía, pero cuyo origen está determinado por la presencia de genes anormales.

Los trastornos congénitos hereditarios que cursan enfermedades del oído interno pueden producir sordera y/o daño vestibular. Es claro que la sordera es más importante por la privación o sonotenuación que impone al sujeto que la posee, en tanto que las deficiencias vestibulares son compensadas, y por las circunstancias de la vida cotidiana, no suelen producir incapacidad importante.

Por esto tanto las sorderas hereditarias congénitas como las tardías, son estudiadas exhaustivamente (Konismark y Gorling, 1976) Paparella y Shumrik (1973).

## Trastornos del desarrollo del laberinto

Pueden ocurrir solos o en conjunto, con alteraciones de otras partes del cuerpo, especialmente del sistema nervioso y del tegumentario.

### *Tipo Michel (1863)*

Falta de desarrollo del oído interno y en ocasiones la porción petrosa del hueso temporal, el oído medio y el externo pueden estar normales.

### *Tipo Mondini (1791)*

Aparecen menos espiras cocleares o ninguna, el resto está representado por un espacio, más o menos globular. Las estructuras vestibulares pueden estar malformadas, por estar dilatadas o por formar una sola cavidad, sin poder reconocerse los canales semicirculares.

La malformación de Mondini puede cursar con audición estable normal o con hipoacusia parcial o total, también con sordera progresiva y vértigo episódico.

### *Tipo Scheibe (1982)*

El laberinto óseo es normal, así como el utrículo y los conductos semicirculares. El sáculo y el conducto coclear no se desarrollan, aparecen únicamente grupos de células no diferenciadas. La membrana tectorial puede estar alterada en su morfología y la escala media puede estar colapsada, con la membrana vestibular (De Reissner) colocada sobre grupos de células indiferenciadas y sobre la estría vascular.

Paparella y Shumrick 1973 consideran que esta es la malformación más frecuente de todas las sorderas congénitas y habitualmente se deben a herencia de tipo autosómico recesivo. La función vestibular puede ser normal.

### *Tipo Alexander (1904)*

Se caracteriza por aplasia del conducto coclear, especialmente de la vuelta basal de la cóclea. El órgano espiral (de Corti) y sus células están afectadas, ocasionando hipoacusia, que puede estar limitada a frecuencias altas.

## Enfermedades hereditarias con repersusión tardía

### *Otoesclerosis*

Es una enfermedad primaria de la cápsula ósea laberíntica; aparecen uno o varios focos localizados, en los que hay sucesivamente reabsorción y luego depósito de hueso. En la fase de reabsorción denominada "otoespongiosis" hay proliferación vascular y disminución del contenido óseo; en la fase que se puede considerar cicatricial, hay aumento de la densidad del hueso (otoesclerosis propiamente dicha).

Las lesiones se localizan más frecuentemente en la membrana vestibular (oval). Este foco, al invadir el ligamento estapedial (anular) y el estribo ocasiona anquilosis y sordera de conducción.

Los focos de otoesclerosis pueden invadir al endostio laberíntico y producir atrofia neuroepitelial coclear y por consiguiente sordera sensorial; si afecta la porción vestibular puede producir vértigo.

La otoesclerosis es una enfermedad hereditaria, que se transmite por un gen monohíbrido autosómico dominante con poder de penetrancia que va del 45 a 85%.

## Enfermedades Inflamatorias

Antiguamente, los principales problemas infecciosos eran bacterias piógenas, tuberculosis o sífilis.

Actualmente predominan padecimientos virales.

Entre los padecimientos virales que atacan el laberinto destaca la sordera súbita, neuronitis vestibular y herpes ótico.

La sordera súbita producida por el virus de la parotiditis, puede aparecer con ausencia de inflamación de las glándulas salivales.

Sordera por virus del sarampión, por adenovirus, el virus de la mononucleosis infecciosa, el virus rabido atenuado (vacuna) también mencionamos las malformaciones o sordera producida por el virus de la rubéola. La laberintitis piógena y otitis agudas o crónicas purulenta o por meningitis bacteriana. *Laberintitis circumscribta* (con signo de la fistula). *Laberintitis bacteriana* específica (por ejemplo sífilis).

Enfermedades vasculares (trombosis de la arteria laberíntica) por insuficiencia pueden producir sordera o síntomas vestibulares.

#### Factores que influyen en el desarrollo pre y postnatal de la vía coclear

Numerosos medicamentos pueden lesionar las estructuras del oído interno. Algunos afectan a la cóclea, otros al vestíbulo y la mayoría al órgano vestibulococlear en conjunto:

Todos los *aminoglucósidos* sin excepción, incluyendo estreptomina gentamicina, kanamicina, sisomicina, etc. *Antimicrobianos*: polipéptidos polimixina y colistina. *Otros antimicrobianos*: cicloserina, frameticina, vancomicina.

*Diuréticos*: ácido etacrínico, furosemida.

*Agentes químicos*: plomo, arsénico, mercurio, monóxido de carbono.

*Varios*. Salicilatos, ácido salicílico, quinina, mostaza nitrogenada, carbamazepina, derivados del platino.

La ictericia del recién nacido (llamada fisiológica) debe ser diferenciada de la ictericia precoz, esto es, ictericia temprana que se hace perceptible al primer y segundo días de edad; de la ictericia prolongada, o sea, ictericia que dura más de una semana, ictericia grave, que rebasa los límites de tolerancia típicos de la edad (12 mg% al cabo de 24 horas, 20 mg al cabo de 72 horas). La ictericia precoz sólo puede ser originada por una oferta aumentada de bilirrubina, es decir, por un incremento en la destrucción de eritrocitos, conduce casi siempre a ictericia grave; por esto representa un síntoma alarmante.

La ictericia nuclear (encefalopatía por bilirrubina) se origina en la ictericia grave como lesión de las neuronas de los núcleos basales a causa de una bilirrubina no conjugada y de acción tóxica.

Las causas de la ictericia patológica son:

a) Aumento de la precipitación de bilirrubina debido a la limitada conjugación en el recién nacido; conduce a un estancamiento de bilirrubina no conjugada (indirecta) en una concentración elevada: procesos hemolíticos congénitos y adquiridos (por ejemplo, esferocitosis hereditaria, incompatibilidad de RH, anemia hemolítica tóxica, infecciones graves).

b) Adaptación insuficiente de la conjugación de bilirrubina (por ejemplo, el parto precoz) o su bloqueo, (por medicamentos como sulfamidas, novobiocina, también por metabolitos esteroideos en la leche de la madre por este motivo, el estancamiento de la bilirrubina conjugada y no conjugada muestra unos niveles elevados de bilirrubina no conjugada.

c) Lesiones de la célula hepática por infección (por hepatitis, toxoplasmosis) o defectos metabólicos (por ejemplo, intolerancia a la galactosa). La bilirrubina conjugada y no conjugada muestra niveles elevados hay bilirrubinuria.

La ictericia grave se presenta con la máxima frecuencia en recién nacidos con procesos hemolíticos, sobre todo a consecuencia de incompatibilidad RH, e incompatibilidad A B O y en los prematuros.

#### HIPOTESIS

Sabemos que la sonoatenuación cambia la morfología y sinaptología de la vía coclear: si sometemos a esta acción a un lote de ratas Wistar, debemos encontrar cambios morfológicos en las neuronas del núcleo coclear ventral.

#### OBJETIVOS

a) Analizar cambios por sonoatenuación en las neuronas del núcleo coclear ventral y comparar resultados con los de testigos sanos y ambos con resultados de otros autores.

b) Estandarizar las técnicas que nos permitan identificar las neuronas del núcleo coclear ventral.

#### MATERIAL Y METODO

1. Se utiliza una cámara de sonoatenuación, para roedores pequeños con las siguientes medidas:

77 cm de largo  
69 cm de ancho  
50 cm de alto

Capaz de contener 4 jaulas colectivas de las siguientes medidas:

36 cm de largo  
26.5 cm de ancho  
16 cm de alto

Al frente, una ventana de observación con doble cristal, separado por un espacio, de 20 cm de largo por 20 cm de ancho.

2. Las paredes de la jaula se constituyen de fuera hacia adentro:

- a) alfombra
- b) lámina de tabla roca
- c) espacio relleno de poroflex
- d) lámina de tabla roca
- e) cubierta de corcho
- f) tapiz de polivinilo con aire y látex

3. Hay un sistema de recambio aéreo entre el exterior e interior, sin producir ruido por medio de un ventilador de computadora y ductos de expulsión hacia el estrato de alfombra.

En las ratas madres se hace sección de los nervios laríngeos recurrentes y se paralizan los pliegues vocales para que no emitan sonidos.

#### Material y método

a) Se sacrificó a las ratas del experimento y sus testigos correspondientes, en las fechas señaladas en el cuadro 1.

b) Se anestesiaron con pentobarbital sódico, se hizo perfusión intracardiaca con solución de Karnovsky, se extirpó el encéfalo correspondiente.

c) Se fijaron en formol al 10%.

d) Se incluyeron en paraplast.

e) Se realizaron cortes sagitales del tronco encefálico de 8 mm.

Se utilizan inicialmente las siguientes técnicas:

- a) hematoxilina eosina
- b) Klüver Barrera
- c) doble impregnación argéntica (modificada por Barroso Moguel)

Utilizando un fotomicroscopio Reichert se localiza en el núcleo coclear dorsal entre el puente y el bulbo (parte rostral del bulbo) y se toman fotografías.

**Cuadro 1.** Fechas de sacrificio de las ratas Wistar

Edad de ratas en días del lote experimental en el momento de extirpar el encéfalo	Edad de las ratas en días del lote control en el momento de extirpar el encéfalo
-----	-----1
3-----	-----3
6-----	-----6
9-----	-----9
12-----	-----12
15-----	-----15
18-----	-----18
24-----	-----24
45-----	-----45
90-----	-----90

Se utilizan especímenes experimentales y controles ratas macho y hembra.

#### RESULTADOS

Los núcleos cocleares ventral y dorsal se localizan en la rata entre el puente y parte alta del bulbo, en la parte lateral del tegmento pontino, cerca del inicio del pedúnculo cerebelar medio.

En el mapa de Harrison e Irving del núcleo coclear ventral se identifican seis áreas numeradas del I del VI.

Las observaciones se realizaron en: área II, que se ubica en la parte central del núcleo coclear ventral; área IV, que se ubica en la parte dorsal del núcleo, y área V, que está en la parte dorsolateral del núcleo.

En las tres áreas, observamos neuronas *multipolares*, en menor número en la parte ventral del núcleo y en más cantidad en la parte dorsal. En el área V, las neuronas multipolares son más pálidas y pequeñas y se encuentran en menor cantidad en las otras dos áreas. Algunas neuronas presentan anillos sinápticos y bulbos sinápticos (de Held).

En el área II hay neuronas *piramidales* de 25 a 28 mm de longitud; se caracterizan por tener dendritas largas y en su interior estructura neurofibrilar.

Se encuentran en esta área neuronas *esféricas pequeñas* con núcleo central, citoplasma granular, su longitud oscila entre 17 a 20 mm. En esta misma área hay neuronas *esféricas grandes* con varias dendritas y acúmulos de sustancias cromatofílica (De Nissl) aproximadamente de 30 mm de longitud.

Se encontraron neuronas *globulares* con núcleo excentrico, monodendríticas, de dos tipos pequeñas y grandes. Las primeras se localizan en la parte dorsal

del área miden de  $11 \times 18$  mm; las grandes se localizan en la parte ventral y miden entre 25 a 33 mm.

En el área IV comprobamos la presencia de neuronas con dendritas largas, *multipolares* con axón un poco más grueso; son más frecuentes en la parte dorsal que en la parte ventral de esta área.

En ocasiones observamos neuronas *tipo pulpo* y granulares.

## DISCUSION

Hay pocas diferencias morfológicas entre los tipos de neuronas de los núcleos cocleares de la rata descritos por Harrison e Irving y los tipos descritos por Osen en el gato y sus clasificaciones coinciden. Es probable que esto se explique porque, en los mamíferos, el patrón estructural es persistente.

La identificación de la variedad de neuronas nos permite estandarizar la técnica para implantar otros experimentos.

Encontramos cambios entre los especímenes testigo y los experimentales, con disminución del tamaño neuronal en estos últimos, modificaciones en la sustancia cromatofílica y cambios en la sinaptología que analizaremos próximamente.

Hicimos un trabajo de revisión que nos ayudará a estandarizar la técnica, y completar nuestros resultados.

## BIBLIOGRAFIA

- Harrison, J.M. and W. Warr.: A study of the cochlear nuclei and ascending auditory pathways of the medulla. *J. comp. neurol.* 119, 341-330 (1962).
- Harrison, J.M. and R. Irving.: The organization of the posterior ventral nucleus in rat. *J. comp. neurol.* 126, 391-402 (1966).
- Osen, K.K.: Cytoarchitecture of the cochlear nuclei in the cat. *J. comp. neurol.* 136, 453-84 (1969).
- Webster, R.W.: System auditory, the rat nervous system. Acap. press. Australia (1985).
- Webster, D.B. and Webster, M.: Neonatal sound deprivation affect brain stem auditory nuclei. *Arch. Otolaryngol.* vol. 103, 392-396 (1977).
- Harrison, J.M.; Irving, R.: The organization of the posterior ventral cochlear nucleus in rat. *J. comp. neurol.* 126, 391-402 (1966).
- Webster, D.B. and Webster, M.: Effects of neonatal conductive hearing, loss on brain stem auditory nuclei.
- Webster, D.B. and Webster, M.: Mouse brain stem auditory nuclei development. *Ann. otol. laringol.* 89 supl. 68, 256-6 (1980).
- Webster, D.B. and Trune, R.D.: Cochlear nuclear complex in mice. *American Jour. of Anat.* 163, 103-30 (1982).
- Rubel B. Edwin: Ontogeny of Auditory System function. *Ann. Rev. Physiol* 46, 213-219 (1984).
- Trune R. Denis.: Influence of the neonatal cochlear removal. I. number, size and density of its neurons. *Jour of comparative neurology.* 209, 409-424 (1952).
- Webster D.B.: Auditory neuronal sizes after a unilateral conductive hearing loss. *Experimental neurology.* 79, 130-140 (1983).
- Trune R.D. Influence of neonatal cochlear remove on the development of mouse cochlear nucleus. II dendritic morphometry of its neurons. *Jour. of comparative neurology* 209, 425-434 (1982).
- Ryugo D.K.: An attempt towards an integration of structure and function in the auditory system. Doctoral tesis, Irvine University of California (1976).
- Lenoir, M.; Sherson, A. an Pujol, R.: Cochlear receptor development in the rat, with emphasis on synaptogenesis. *Anat. Embriol.* 160, 253-262 (1980).
- Corvera B.J. Et Al.: *Neurología Clínica* 2a. ed. Salvat, México, 127-148 (1990).
- Altman, J. Bayer.: Development of the brain stem in rat. III Thymidine Radiographic Study of time of origen of neurons of the vestibular and auditory nuclei of upper medulla, *Jour comp. neurol.* 194, 877-904 (1980).
- Koningsmarck, N.W. and Gorling, R.S.: Genetic and Metabolic deafness. W.B. Saunders. Philadelphia (1976).
- Paparella, M.M., and Shumrick, D.K.: *Otolaryngology*, W.B. Saunders, Philadelphia (1973).

## **Fibras nerviosas del epitelio sensorial vestibular del oído de aves**

*Illescas Landgrave A. \*, Gómez Estrella S. \*\*, Tsutsumi Fujiyoshi V. \*\*\* y Rodríguez Zavala B. \**

**PALABRAS CLAVE.** Ave: Epitelio vestibular: Sensores: Inervación

### **RESUMEN**

En este trabajo, se consideran características de fibras nerviosas periféricas del VIII par que inervan el epitelio sensorial vestibular de aves con diferentes tipos de vuelo.

Para ello, se efectúa primero un estudio mediante métodos anatómicos que nos permite conocer la distribución de las ramas del VIII par. Una vez obtenido este sistema de referencia, mediante la microscopía electrónica se observan: áreas del epitelio vestibular sensorial, su membrana basal y el tejido conectivo subepitelial, encontrándose fibras nerviosas en dicho tejido conectivo, por debajo de la membrana basal del epitelio receptor; estas fibras están incluidas en el citoplasma de neurolemocitos. En las fibras nerviosas se aprecia un axoplasma con abundantes microtúbulos, neurofilamentos y mitocondrias; al acercarse estas fibras a la membrana basal parece que la lámina densa de la membrana se interrumpe y rodea a la estructura nerviosa, en el epitelio receptor se observan zonas con espacios intercelulares muy abiertos, conteniendo terminaciones nerviosas, las cuales al contactar con el sensor, lo hacen de dos formas: como cáliz nervioso en la célula pilosa tipo I o como botón en la célula pilosa tipo II.

## **Nervous fibers from the vestibular sensorial epithelium in the ears of birds**

**KEY WORDS:** Bird; Vestibular epithelium; Receptor; Innervation.

### **ABSTRACT**

In this work we study characteristics of peripheric nervous fibers that supplies the vestibular sensorial epithelium of some kind of birds with different flying modalities. To do this we make first an anatomic study to know the distribution of the branches of the VIII nerve.

As soon as we get this kind of reference through electronic microscope, we get a full view of areas of sensorial vestibular epithelium, its basal layer and the subepithelial connective tissue, finding nervous fibers in the connective subepithelial tissue under the basal membrane of sensorial epithelium, this fibers are included in the cytoplasm of Schwann's cell. In the nervous fibers are seen an axoplasm with many microtubules, neurophilaments and mitochondriae. When this fibers approach to the basal membrane it seems that the lamina densa interrupts and encircles the nervous structure. In the receptor epithelium, we observed areas with intercelular spaces with nervous endings touching the sensor, displays in two fundamental ways, one in the sensory cell type I, like calix and smaller synapsis in the sensory cell type II.

\* Departamento de Anatomía. Facultad de Medicina. UNAM.

\*\* Unidad de Microscopía Electrónica. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

\*\*\* Departamento de Patología Experimental. CINVESTAV. IPN.

## INTRODUCCION

Los primeros estudios sistematizados de la morfología de la división vestibular del oído de las aves, fueron realizados por Steinfensand (1835)<sup>14</sup> quien usando técnicas de disección examinó la estructura de la ampolla; Hasse (1867)<sup>9</sup> contribuyó ampliamente al conocimiento de los canales y conductos semicirculares, pero el estudio más completo para su época fue el efectuado por Retzius (1884)<sup>13</sup> cuyas contribuciones al conocimiento del oído son una de las piedras angulares de la otología.

Hacia principios del siglo Gray (1908)<sup>7</sup> mediante métodos de corrosión logró extraer en bloque el laberinto membranoso, con la ventaja de poder estudiar tridimensionalmente la estructura; posteriormente un estudio más detallado de la morfología del laberinto membranoso y una aproximación a su inervación se debe a autores como Werner (1938)<sup>16</sup> de Burlet (1935)<sup>4</sup> quienes además efectúan consideraciones filogenéticas.

En las dos décadas pasadas la microscopía electrónica permite refinar nuestro conocimiento sobre estas estructuras vestibulares como la clasificación de Wersäll (1959)<sup>17</sup> de los sensores en células pilosas tipo I, tipo II y en este caso particular conocer como se realiza la penetración de las terminaciones nerviosas hacia el epitelio, interrumpiendo la continuidad de la membrana basal. Así como los estudios embriológicos de Anniko (1983).<sup>1</sup>

Las membranas basales son estructuras muy complejas tanto morfológica, bioquímica y funcionalmente. Constituyen verdaderos sustratos que actúan como sólidos soportes para las células parenquimatosas y demarca con precisión los límites entre células parenquimatosas (epiteliales, endoteliales, mesoteliales, musculares etc.) y tejidos conectivos adyacentes. Se les ha implicado en la adhesión, dispersión, migración, crecimiento, reparación y diferenciación de la población celular que soporta, así como en fenómenos físicos de filtración de fluidos e intercambio de gases. Cambios en la integridad y/o en la composición de las membranas basales, modifican el comportamiento del grupo celular al cual les sirve de sustrato.

Las primeras descripciones de la membrana basal (MB) corresponden a Todd y Bowman en (1857)<sup>15</sup> la describen como una membrana gruesa, carente de estructura y sin afinidad por los colorantes ordinarios, seguramente por la dificultad de identificarla con las tinciones ordinarias de hematoxilina-eosina. Años más tarde Bloom y Fawcett<sup>2</sup> concluyen que la M.B. contiene fibras reticulares por teñirse con técnicas de

impregnación argéntica y es rica en polisacáridos por dar positividad con el Ac. peryódico de Schiff.

La microscopía electrónica ha documentado dos o más componentes morfológicos en la estructura de las membranas basales (según el tejido u órgano estudiado). Funcionalmente se comportan como una unidad integral.<sup>15</sup> Bioquímicamente se ha determinado la presencia de glucoproteínas, colágena tipo IV y glucosaminoglucanos.<sup>11</sup>

Hemos citado a modo de ejemplo algunas de las contribuciones fundamentales en la investigación del vestíbulo aviario, con el fin de esquematizar un marco histórico de este tema de investigación, pero también para hacer resaltar las claves de la importancia de estos estudios y así tenemos por una parte que la historia filogenética del oído interno plantea aspectos sumamente interesantes como es la evolución de dicho oído a partir de la arcaica línea lateral de los peces con más de 400 millones de años de existencia, llamando poderosamente la atención la similitud entre los neuromastos de la línea lateral y las células receptoras del oído no sólo aviario sino también mamíferiano y humano, lo que nos permite un confiable modelo de rastreo de unas estructuras a través de la filogenia, ejemplo de enorme importancia teórica y práctica en estudios evolutivos que son los que proporcionan su sentido final a la biología y ramas científicas derivadas de ella.

Por otra parte el estudio de las estructuras vestibulares nos conduce a la integración de un sistema de guía inercial ya que existen analogías básicas entre el sistema vestibular y los sistemas de guía inerciales diseñados por el humano y usados ampliamente en la navegación aeroespacial y submarina; la operación de ambos sistemas está basada en las mismas leyes físicas, contiene elementos análogos, ejecuta operaciones similares y proporciona informaciones análogas, siendo tres las funciones que puedan ser identificadas tanto en el sistema de guía inercial, como en el sistema vestibular; sensores de movimiento angular, sensores de movimiento lineal y elementos computacionales, lo que en el sistema vestibular corresponde respectivamente a los conductos semicirculares, a las máculas otolíticas y al procesamiento central; será ocioso insistir en la importancia de esto en nuestra época en que la navegación aeroespacial tiene una importancia primordial.

## MATERIAL Y METODOS

Para este trabajo se seleccionaron especímenes de *Gallus gallus* y *Columba livia*; seis ejemplares adultos de ambas especies fueron preparados para estudios

anatómicos a fin de observar la innervación del laberinto. Estos especímenes fueron anestesiados con Equithesin I.M. a dosis de 0.25 ml por 100 g de peso, se abordó el laberinto por vía craneana, bajo observación con estereomicroscopio y previa decapitación, se diseccionó el laberinto empleando una solución fijadora de Karnovsky, al terminar de exponer el laberinto membranoso, se le sometió por goteo a un baño de tetraóxido de osmio durante tres minutos lo que facilitó la observación de las ramas del VIII par. Para microscopía electrónica se emplearon a su vez ocho ejemplares de las dos especies, los cuales previa anestesia con Equithesin a las dosis mencionadas fueron perfundidas intralaberínticamente con glutaraldehído 0.75% y paraformaldehído 2.5% en buffer de fosfato de Sörensen,<sup>8,18</sup> después de ser perfundidas fueron decapitadas y se extrajo el laberinto óseo, las piezas fueron lavadas en buffer de fosfato y postfijadas en tetraóxido de osmio, posteriormente se les lavó en buffer de fosfato y se procedió a su deshidratación en una serie gradual de alcoholes, en este paso la pared ósea que rodeaba el laberinto membranoso fue extraída. Después de terminada la deshidratación las piezas fueron sometidas a óxido de propileno e incluidas en epon, cortadas en ultramicrotomo Sorval, MT 2 obteniéndose cortes semifinos, los que se tiñeron con azul de toluidina al 1% para determinar las áreas de interés de acuerdo a las cuales se obtuvieron los cortes, finos, los que se colocaron en rejillas de 400 mesh, se contrastaron con acetato de uranilo y nitrato de plomo, observando y fotografiando las rejillas con un microscopio electrónico Zeiss EM-9-SII usando placas Kodak de 7 × 7 cm.

## RESULTADOS

Se efectuaron, inicialmente observaciones con el estereomicroscopio, a fin de conocer la distribución periférica del VIII par, encontrándose que este par se subdivide en un ramo anterior y un ramo posterior; el ramo anterior da las ramas que innervan a las crestas de los conductos semicirculares anterior y lateral y a la mácula utricular, en tanto que el ramo posterior, está integrado por los nervios vestibulares inferior, coclear y lagenar; innervando a su vez, el nervio vestibular inferior a la cresta del conducto semicircular posterior, la mácula sacular y la mácula neglecta. El nervio coclear innerva a la papila basilar (órgano auditivo) y el nervio lagenar a la mácula lagenar; esta sistematización se observó similar en gallina y en paloma.

Una vez obtenida esta secuencia del nervio se realizó el estudio ultraestructural, mostrando este epitelio sensorial una membrana basal en la cual se identifican claramente las láminas lúcida y densa que constituyen la lámina basal con un grosor que oscila entre 150 y 200 nm. La lámina reticular más gruesa que la basal es difícil de delimitar, está constituida por finos filamentos orientados al azar, los cuales en algunas zonas se agregan en haces densos (fig. 1, 3 y 5).

En el tejido conectivo subepitelial, por debajo de la membrana basal se observan fibras nerviosas que se dirigen hacia ella, algunas incluidas en el citoplasma de neurolemocitos (fig. 2).

Las fibras nerviosas tienen un axoplasma abundante en microtúbulos y microfilamentos, también se encuentran mitocondrias. Al llegar la fibra a la membrana basal, la lámina densa de la lámina basal pareciera interrumpirse y reflejarse de tal modo que rodea a la estructura nerviosa (fig. 3). Al continuar su trayecto hacia el interior del epitelio se observa que la solución de continuidad de la lámina basal se reduce y la fibra nerviosa ubicada intraepitelialmente carece del revestimiento de la lámina densa que tenía cuando se encontraba en el límite del epitelio (fig. 4). Hacia la parte basal del epitelio, se encontraron zonas con espacios celulares muy abiertos, varios de ellos conteniendo terminaciones nerviosas (fig. 5). Continuando en dirección apical se apreció que las terminaciones nerviosas adoptaban dos patrones, en uno de ellos al llegar a un tipo de sensor conocido como célula pilosa tipo I toman la forma de cáliz nervioso que cubre a gran parte de la célula sensorial, en tanto que otras fibras presentan terminaciones nerviosas en forma de botón, las cuales llegan a la célula pilosa tipo II y al cáliz nervioso de la tipo I (fig. 6).

Habiéndose detectado, un patrón de innervación similar tanto en gallina como en paloma.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

La observación que efectuamos al estereomicroscopio de las ramas principales del VIII par, tanto en gallinas como en palomas, es acorde con la descripción efectuada por Boord (1963).<sup>3</sup>

Los aspectos que encontramos, de ultraestructura tanto en la membrana basal como en las fibras nerviosas, tiene un patrón similar a las áreas sensoriales vestibulares de mamíferos (Wersall, 1960).<sup>17</sup>

De acuerdo con Jorgensen (1970)<sup>10</sup> la ultraestructura de las áreas sensoriales de las aves, difiere en algu-

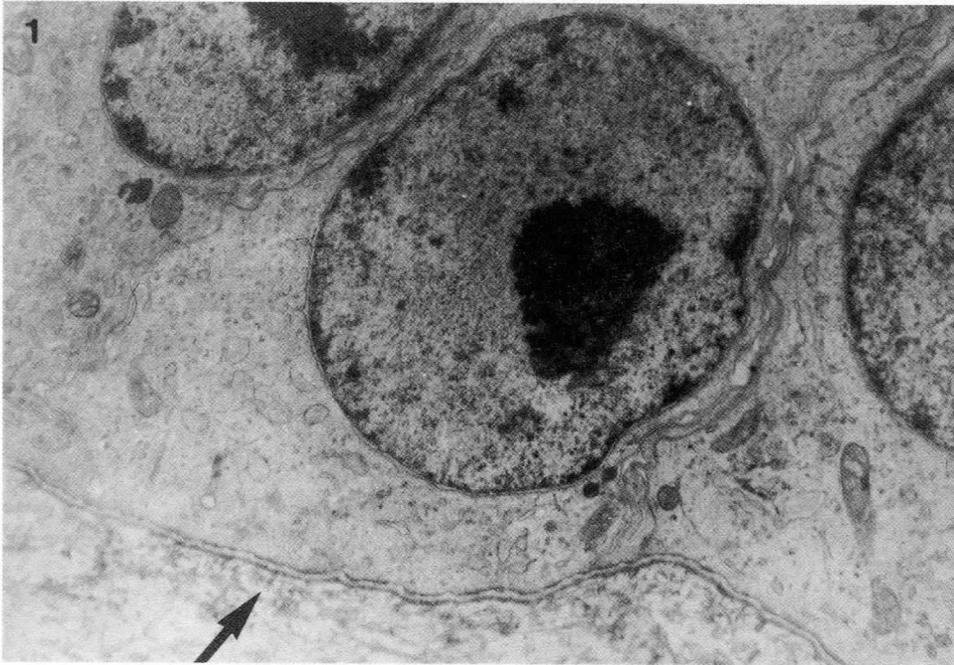


Fig. 1. Membrana basal del epitelio vestibular, en la que se observan los componentes de la membrana, la lámina lúcida y densa y la reticular (flecha). 35 000 X.

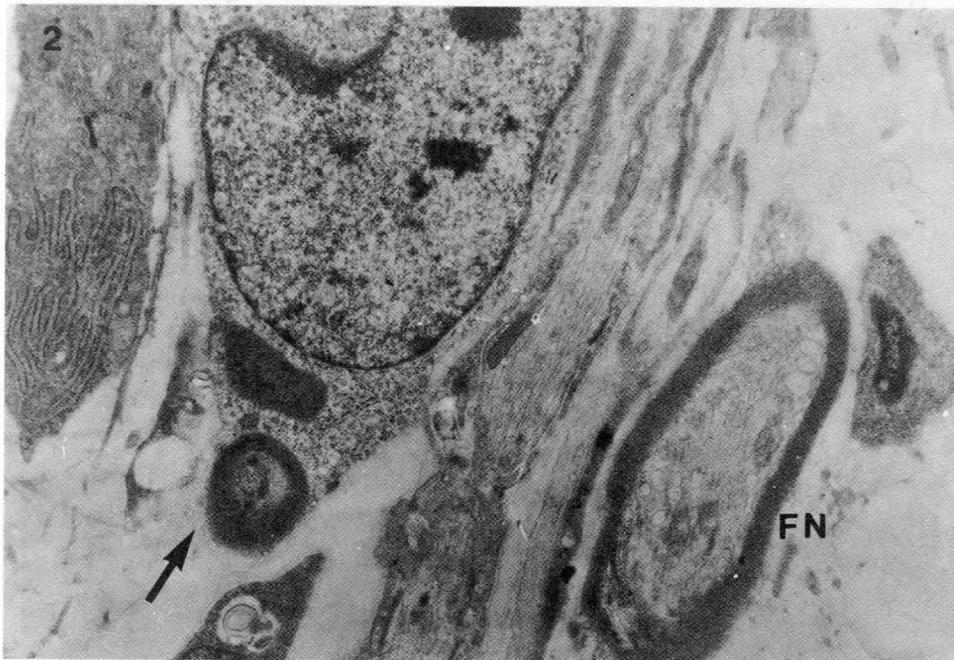
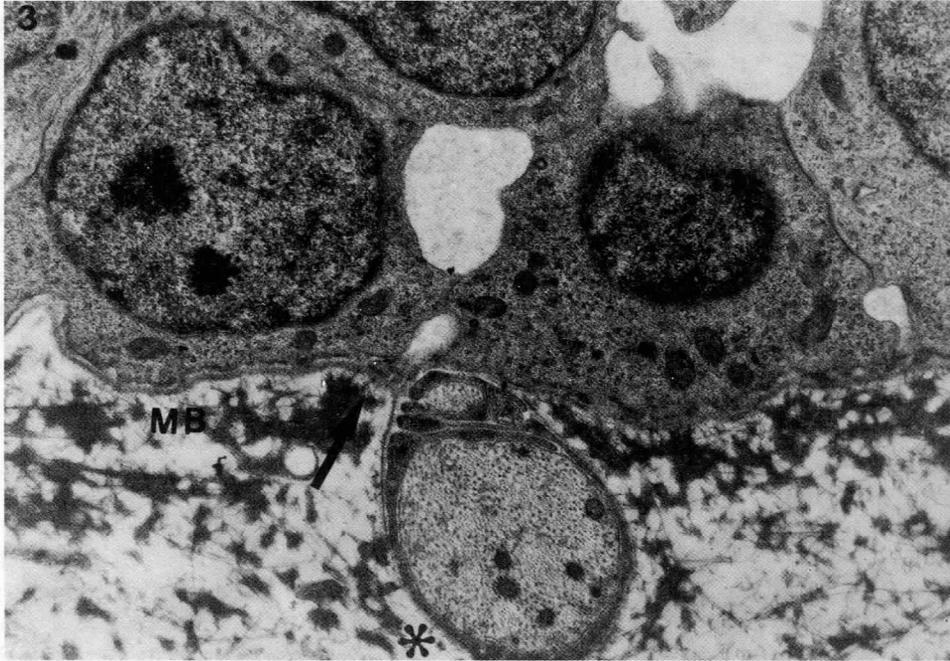
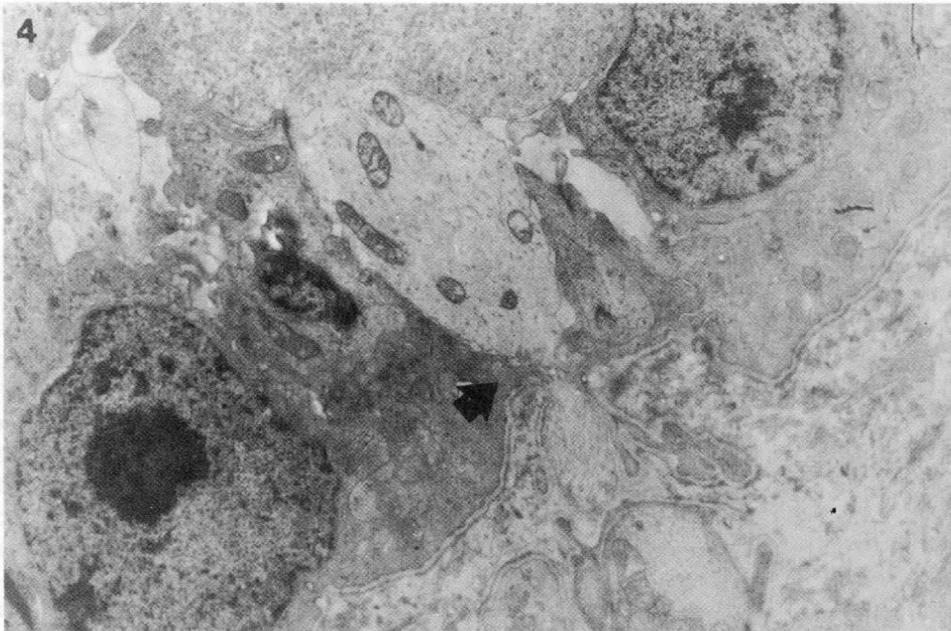


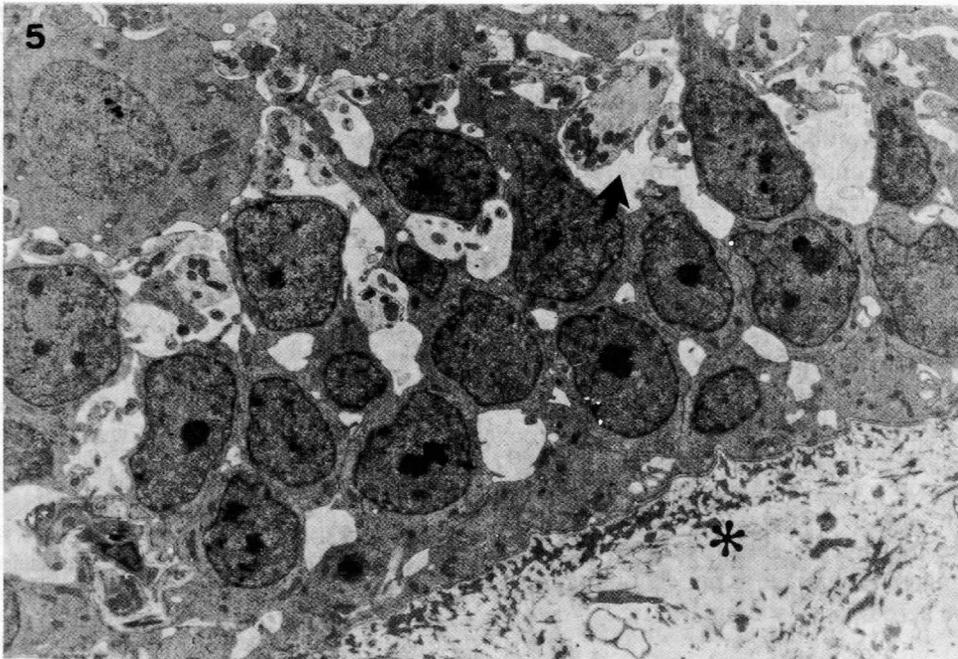
Fig. 2. Fibras nerviosas en el espacio conectivo subepitelial (F.N.) incluidas algunas en el citoplasma de neurolemocitos, que se dirigen a la membrana basal. (flecha). 13140 X.



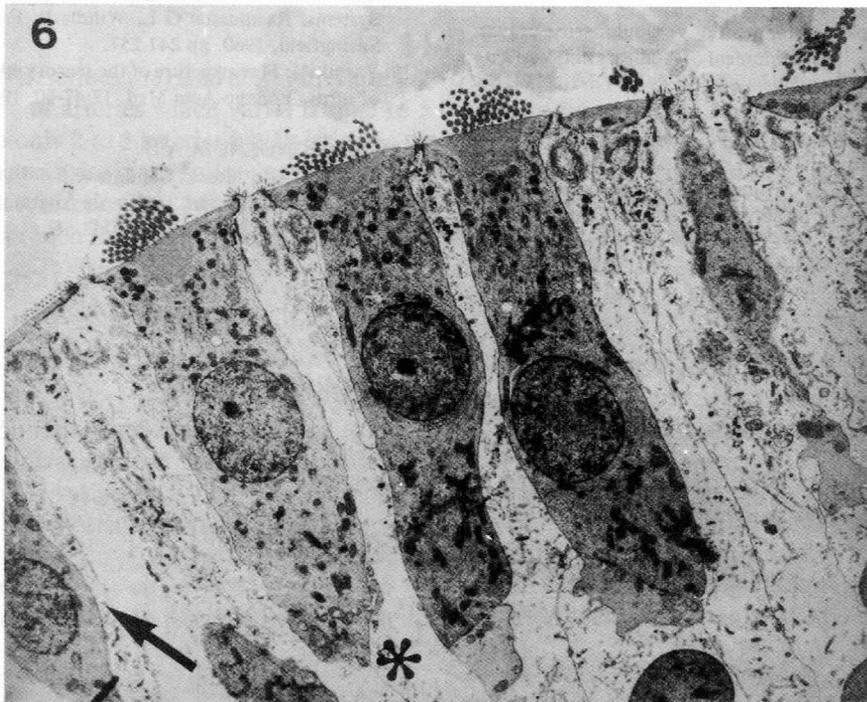
**Fig. 3.** Fibra nerviosa con axoplasma abundante en microtúbulos y neurofilamentos, observándose mitocondrias (asteriscos) y que al llegar a la membrana basal, (M.B.) parece interrumpir la lámina densa de la misma (flecha). 32180 X.



**Fig. 4.** Al continuar la fibra nerviosa su trayecto al interior del epitelio receptor, se reduce la solución de continuidad de la lámina basal y el nervio ubicado intraepitelialmente carece del revestimiento de lámina densa que tenía en el límite del epitelio (flecha). 28 000 X.



**Fig. 5.** En la parte basal del epitelio sensorial, se encuentran zonas con espacios celulares muy abiertos (flechas) varios de ellos conteniendo terminaciones nerviosas, membrana basal (asterisco) 8 368 X.



**Fig. 6.** Zona apical del epitelio receptor, mostrando los dos tipos celulares de sensores en los que se va a efectuar la sinapsis en cáliz y en botón respectivamente tipo I (flecha) y tipo II (asterisco). 32 000 X.

nos aspectos de las de los mamíferos, esencialmente en algunos elementos intracelulares como la placa cuticular, pero el tipo de inervación es similar; las fibras nerviosas que observamos en conexión con las células pilosas I y II de las áreas vestibulares receptoras de aves, tanto de *Gallus gallus* como de *Columba livia*; constituyen un sistema de inervación dual; el cual es aferente y eferente, de acuerdo a las investigaciones efectuadas con distintas técnicas en los receptores vestibulares de diferentes vertebrados por autores como Gacek (1974)<sup>6</sup> y Pretch (1974),<sup>12</sup> aun cuando morfológicamente es incierto establecer qué terminación es aferente y cuál eferente.

En conclusión, las áreas receptoras de aves que estudiamos son órganos sensoriales evolutivamente muy desarrollados y con un sistema de inervación dual aferente-eferente, que corresponde a los vertebrados superiores y que contribuye a integrar un sistema de guía inercial similar a los diseñados por el hombre para la navegación aeroespacial y submarina.

## AGRADECIMIENTO

A la Sra. Carmen Zamora, por su participación en la preparación del material y la ultramicrotomía del mismo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Anniko M: Embryonic development of vestibular sense organs and their innervation. In *Development of Auditory and Vestibular Systems*. Romand R. Academic Press. New York, 1983. pp 375-423.
2. Bloom W, Fawcett D W: *A Textbook of Histology*. Tenth Ed. W. B. Saunders. Toronto. 1975.
3. Boord R L, Rasmussen G L: Projection of the cochlear and lagenar nerves on the cochlear nuclei of the pigeon. *J Comp Neurol*. 120:463-475, 1963.
4. Burlet H M de: Die Uneinichwertigkeit der Bogengänge. *Z Anat Entwickl Gesch*. 104:79-102, 1935.
5. Chen W T, Singer S J: Immunoelectron microscopic studies of the sites of cell-substratum and cell-cell contracts in cultured fibroblasts. *J Cell Biol*. 95:205-222, 1982.
6. Gacek R R: Morphological aspects of the afferent vestibular system. In *Handbook of Sensory Physiology*. Vol. VI-1. Kornhuber H H. Springer. Verlag. Berlin, 1974. pp 213-220.
7. Gray A A: *The Labyrinth of Animals. Including Mammals, Birds, Reptiles and Amphibians*. (Vol. 2). Churchill. London. 1908.
8. Gurr E: *Staining*. L. Hill. London. 1962.
9. Hasse C: Der Bogenapparat der Vogel. *Z. Wiss Zool*. 17:598-645.
10. Jorgensen J M: On the structures of the maculae lagenae in birds with some notes on the avian maculae utriculi sacculi. *Vidensk Medd dansk naturh Foren*. 133:121-147, 1970.
11. Kefalides N A: *Biology & Chemistry of Basement Membrane*. Academic Press. New York. 1978.
12. Precht W: Physiological aspects of the efferent vestibular system. In *Handbook of Sensory Physiology*, Vol. VI-1. Kornhuber H H. Springer-Verlang. Berlin, 1974. pp 221-236.
13. Retzius G: *Das Gehororgan der Wirbelthiere. II. Das Gehorgan der Reptilien, der Vogel und der Säugethiere*. Samson and Wallin. Stockholm. 1884.
14. Steifensand K: Untersuchungen über die Ampullen des Gehörorgans. *Arch Anat Physiol. Wiss Med*. 2:171-189, 1835.
15. Feroze N G: *Ultrastructural Pathology of the Cell & Matrix*. 2nd Ed. Butterworths Publishers Inc. 1982.
16. Werner C F: Funktionelle und vergleichende Anatomie der Otolithenapparate bei den Vögeln. *Z Anat Entwickl Gesch*. 108:775-791, 1938.
17. Wersall J: Electron micrographic studies of vestibular hair cell innervation. In *Neural Mechanisms of Auditory and Vestibular Systems*. Rasmussen G L, Windle W F, Charles C. Thomas. Springfield, 1960. pp 247-257.
18. Yashiki K: Fine structure of the sensory epithelium of the lagena of birds. *Yonago Acta Med*. 12:47-60, 1968.

## CORRESPONDENCIA A:

M. en C. Alfredo Illescas Landgrave  
Sección de Investigación, Depto. de Anatomía. Fac. de Medicina.  
Cd. Universitaria, México. 04510 D., F.,

## Distribución arterial en el riñón

Santos Guzmán López,\* Ramiro Montemayor Martínez\* y Oscar de la Garza Castro\*

**PALABRAS CLAVE:** riñón, perfusión, arteria

### RESUMEN

El presente estudio describe la división de la arteria renal en troncos anterior y posterior. El tronco anterior da origen a un número de arterias, que varía entre 3 y 5 para la cara anterior del riñón, mientras el tronco posterior a solo 2 ó 3 arterias que completan la irrigación de la cara posterior del riñón. A partir de estas ramas primarias surgen, por orden, arterias lobulares, interlobulares, arciformes e interlobulillares. Las terminaciones de las arterias arciformes no se anastomosan y, en la corteza, se convierten en arterias interlobulillares, las cuales originan ramas colaterales que comprenden finalmente a las arterias glomerulares aferentes y eferentes.

## Arterial distribution of the kidney

**KEY WORDS:** Kidney, perfusion, artery

### ABSTRACT

The present study describes the renal artery division in two vessels: anterior and posterior. The anterior vessel gives rise to a number of arteries which varies from 3 to 5 for the anterior wall of the kidney, while the posterior branch gives rise to only 2 to 3 arteries which irrigates the back side of the kidney. From these primary branches, the secondary branches arise in the following order: lobar artery, interlobar, arcuate and interlobular arteries. The endings of the arcuate arteries don't anastomoses, and in the cortex they become interlobular arteries, which originates the colateral branch that eventually forms afferent and efferent glomerular arteries.

### INTRODUCCION

La vascularización renal puede ser estudiada a diferentes niveles de organización, comenzando por el origen, curso, estructura, variaciones y ramas primarias de la arteria renal y la disposición de algunas arterias renales accesorias que también pueden estar presentes.

Existen, aproximadamente en un 70%, una arteria derecha y una izquierda, siendo distintas en relación

con su nivel de origen, su calibre, oblicuidad y relaciones topográficas precisas. En su trayecto extrarrenal cada arteria emite una o más arterias suprarrenales inferiores y ramos para vascularizar el tejido perirenal, la cápsula renal, la pelvis y la parte proximal del uréter. Antes de llegar al hilio, la arteria renal, se divide en un tronco anterior y posterior. Las ramas primarias de esta división irrigan los segmentos vasculares del riñón (Schneider y cols. 1969).

Conjuntamente con los modelos primarios de ramificación y sus considerables áreas de distribución, debe tenerse en cuenta el concepto de segmentación vascular del riñón. A partir de estas ramas primarias se distribuyen arterias lobulares, interlobulares, arciformes, interlobulillares, arterias glomerulares aferentes y eferentes y los plexos capilares intertubulares corticales (Fourman y Moffat 1971).

La existencia de la segmentación vascular renal fue inicialmente descrita por Hunter en 1794, pero el primer recuento detallado del esquema de las ramas primarias fue elaborado por Graves en 1954 y 1956. Es importante señalar que los segmentos vasculares son irrigados por arterias que virtualmente no tienen anastomosis entre sí, siendo por lo tanto, arterias terminales.

## MATERIAL Y METODO

Para el presente estudio se prepararon riñones humanos, inyectándoles material acrílico. Se disecó la arteria renal desde su origen y se colocó un catéter sujetándolo con material de sutura ligándose la vena renal y el uréter. Se procedió a perfundir material acrílico a través de la arteria renal con una jeringa de 20cc. Posteriormente se colocaron las piezas en ácido clorhídrico por 48 hrs., hasta que la corrosión de la materia orgánica fuese completa.

## RESULTADOS

La arteria renal derecha se origina de la cara derecha de la aorta a nivel de la primera vértebra lumbar, por debajo del origen de la arteria mesentérica superior. Mide de 3 a 5 cm de longitud y su diámetro varía entre 4 y 7 mm. Pasa por detrás de la vena cava inferior y se sitúa generalmente por detrás de la vena renal derecha. Rodeada de un abundante plexo nervioso proporciona sus ramas terminales antes de llegar al hilio renal. La arteria renal izquierda es tan voluminosa como la derecha, pero más corta. Se origina de la cara izquierda de la aorta. Las arterias renales dan origen a ramas extrarrenales e intrarrenales o intrasinusales.

Las ramas intrarrenales se pueden describir en troncos anterior y posterior, o bien con relación a la pelvis renal al situarse en una o varias arterias prepiélicas y una arteria retropiélica. La arteria prepiélica o tronco anterior da de 3 a 5 ramas segmentarias o primarias en el seno renal. La arteria retropiélica o tronco posterior pasa sobre el borde superior de la pelvis renal y da de 1 a 2 ramas para la cara posterior del riñón (fig. 1).

De las arterias segmentarias o primarias proceden las arterias lobulares, generalmente una para cada pirámide renal, las cuales se dividen antes de penetrar en el parénquima renal en 2 o 3 arterias interlobulares, que se dirigen a la corteza entre los lóbulos renales adyacentes. En la unión entre la corteza y la médula, las

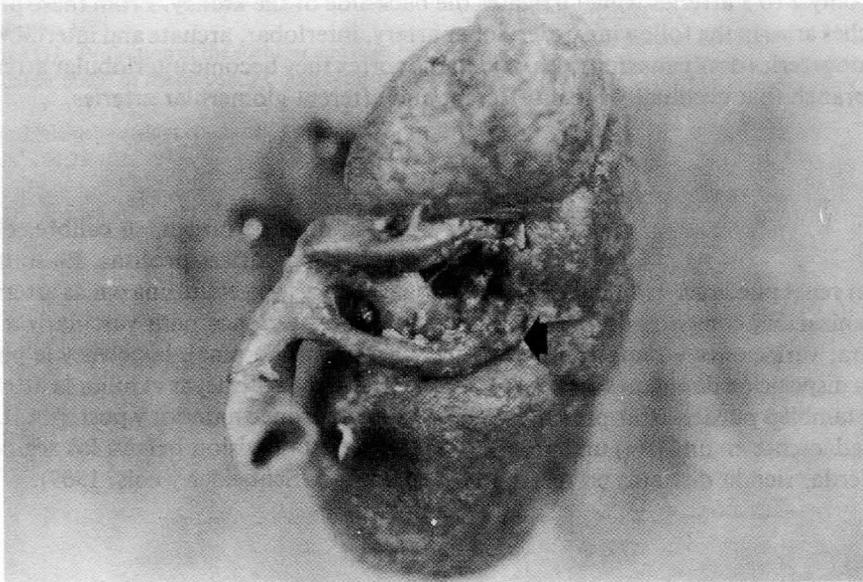


Fig. 1. Arteria renal enviando un ramo para la cara posterior del riñón.

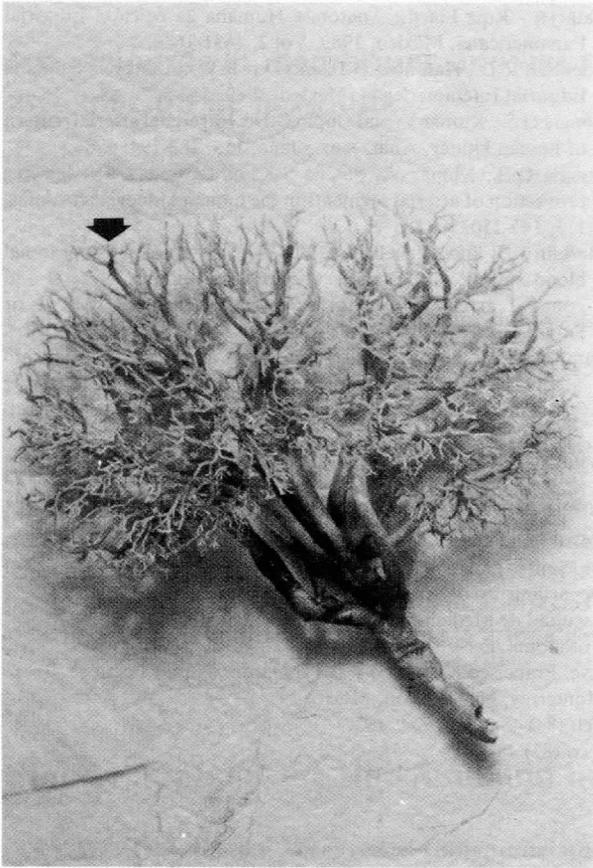


Fig. 2. Ramos terminales de las arterias arciformes sin anastomosarse.

arterias interlobulares se dividen en arterias arciformes que divergen en ángulo recto del tronco de origen. A medida que siguen su curso incurvado entre la corteza y la médula, cada arteria arciforme experimenta diversas divisiones y de cada una de estas ramas asciende una serie de arterias interlobulillares, radialmente, dentro de la sustancia cortical.

Las terminaciones de estas arterias arciformes no se anastomosan (fig. 2). Las arterias interlobulillares pueden seguir el trayecto hacia la superficie de la corteza o bien dar algunas ramas en su recorrido y finalmente originan las arteriolas glomerulares aferentes.

## DISCUSION

El conocimiento de la arquitectura vascular arterial renal es de gran ayuda para el cirujano urólogo, en la interpretación de la patogénesis litiasica y o tumoral y

para la aplicación de nuevas técnicas quirúrgicas en el manejo de la cirugía del riñón.

Hyrtil fue el primero en reconocer que el sistema arterial renal está separado por la pelvis en el hilio, en segmentos vasculares anterior y posterior. Nosotros comprobamos lo anterior y además reportamos la relación de estos segmentos vasculares anterior y posterior con el sistema calicial parenquimatoso.

Según Brodel (1901) describió una zona longitudinal, relativamente avascular (línea sin sangre de Brodel), como existente a lo largo del borde lateral convexo del riñón y fue propuesta como la ruta más accesible para las incisiones quirúrgicas renales. En moldes de resina por corrosión realizados en el presente trabajo se demostró que tal "línea sin sangre" no existe, ya que muchos vasos cruzan esta zona (fig. 3).

Graves (1954 y 1956) reporta cinco segmentos vasculares que son: apical, superior, inferior, medio y posterior. Los cuales abarcan al riñón por ambas ca-

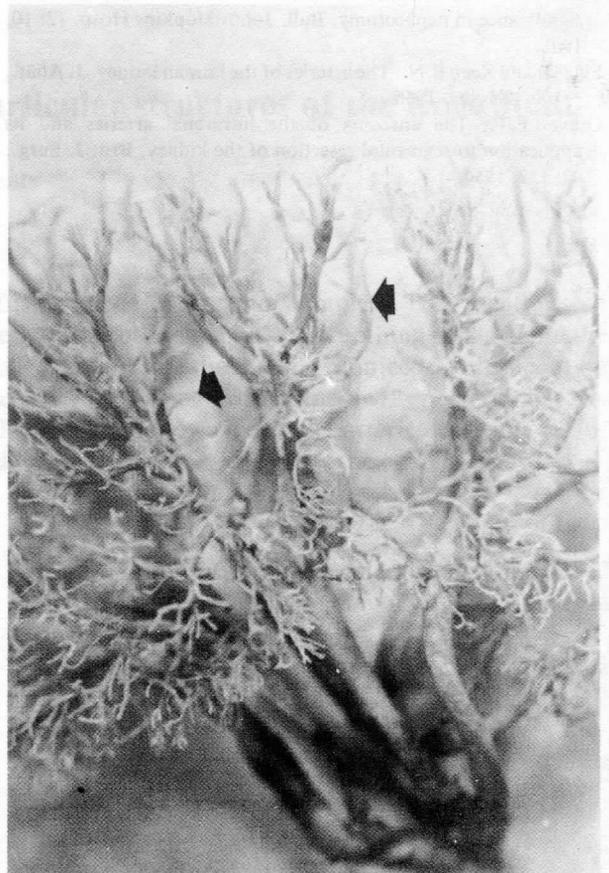


Fig. 3. Ramos arteriales cursando a través del perénquima renal

ras y bordes. Además recalca que estos segmentos vasculares están irrigados por arterias que no tienen anastomosis entre sí, siendo pues arterias terminales.

El presente trabajo demuestra los resultados por Sampaio y Aragao (1989), que describen la arquitectura arterial renal en polos superior, zona media o hiliar, polo inferior y cara dorsal del riñón. Destacan que el polo superior del riñón es irrigado por una arteria segmentaria superior, originada de la división anterior de la arteria renal. La zona media o hiliar es irrigada por una arteria que se origina de la división anterior de la arteria renal y cursa horizontalmente en la parte media de la pelvis renal. El polo inferior es irrigado por ramas del segmento inferior que se origina de la división anterior de la arteria renal. Finalmente la cara dorsal del riñón es irrigada por ramas superiores, medias e inferiores originadas de la división posterior de la arteria renal.

## BIBLIOGRAFIA

- Brodell, M.: The intrinsic blood-vessels of the kidney and their significance in nephrotomy. Bull. Johns Hopkins Hosp. 12: 10, 1901.
- Fine H. and Keen E.N.: The arteries of the human kidney. J. Anat., 100: 881-894. 1966.
- Graves F.T.: The anatomy of the intrarenal arteries and its application to segmental resection of the kidney. Brit. J. Surg., 42: 132, 1954.
- Latarjet - Ruiz Liard.: Anatomía Humana 2a edición. Editorial Panamericana, México, 1989. Vol 2. 1631-1646.
- Lockhart R.D., Hamilton G.F. and Fyfe F.W.: Anatomía Humana Editorial Interamericana. México. 1988. 552-557.
- Longia G.S., Kumar V. and Gupta C.D.: Intrarenal arterial pattern of human kidney. Anat. Anz., Jena. 155. 183-194. 1984.
- Longia G.S., Kumar V., Satena S.K. and Gupta C.D.: Surface projection of arterial segments in the human kidney. Acta Anat. 113, 145-150. 1982.
- Merklin R.J. and Michels N.A.: The variant renal and suprarenal blood supply with Data on the inferior phrenic, ureteral and gonadal arteries. Journal of the international college of Surgeons. 41-76. Jan. 1958.
- Sampaio F.J. and Aragao A.H.M.: Anatomical relationship between the intrarenal arteries and the kidney collecting system. The Journal of urology. Vol. 143. 679-681. Abril 1990.
- Williams P.L. and Warwick.: Gray Anatomía. Editorial Salvat. México. 1985. 1533-1537.

## Correspondencia:

Dr. Santos Guzmán López  
Departamento de Anatomía Macroscópica,  
Facultad de Medicina, Universidad  
Autónoma de Nuevo León  
Ave. Francisco I. Madero y Dr. Eduardo Aguirre Pequeño.  
Monterrey, Nuevo León, México  
Tel: (83) 48-30-80, Ext. 182  
Fax: (83) 48-78-84

## Irrigación de la membrana sinovial y estructuras intraarticulares de la articulación de la rodilla

*Santos Guzmán Lopez,\* Ramiro Montemayor Martínez\* y Oscar de la Garza Castro\**

**PALABRAS CLAVE:** rodilla; irrigación; ligamentos cruzados

### RESUMEN

Las descripciones realizadas en los libros de texto anatómicos sobre la irrigación de la articulación de la rodilla no son completas. Mencionan la irrigación muscular dada por ramos directos de las arterias principales y no reportan el riesgo sanguíneo de los elementos cápsulo-ligamentarios provenientes de vasos de escaso calibre. Con la técnica de inyección con material de silicón caucho podemos observar hasta las arterias más pequeñas. La membrana sinovial y los ligamentos cruzados de la rodilla, en la cara posterior de la rodilla, obtienen un rico riego sanguíneo por ramas de la arteria genicular media. Las arterias geniculares superior e inferior irrigan la región anterior de la articulación de la rodilla, mientras que la arteria genicular media lo realiza por la cara posterior.

## Blood Supply of the synovium and intra-articular structures of the Knee Joint

**KEY WORDS:** human knee; blood supply; cruciate ligaments

### ABSTRACT:

The description given in Anatomy textbooks, about perfusion of the knee are not complete. They mention that muscle blood supply is delivered by vessels which arise directly from the main artery, but nothing is said about the capsule and ligament of the joint, which consists of the small vessels. Using the method of injection of silicon, we can still observe smaller vessels. The synovial membrane and cruciate ligaments of the knee in the posterior part receive their blood supply from the middle genicular artery. The upper and lower genicular arteries make the perfusion of the anterior region of the knee joint, while the middle genicular artery perfuses the posterior part.

### INTRODUCCION

Los estudios de la membrana sinovial están limitados a aquellas áreas que son adyacentes a ambos huesos y cápsula, y al ángulo de reflexión sinovial.

Todas aquellas partes del estrato sinovial que están sujetas en alto grado a fuerzas mecánicas, están relativamente desprovistas de vasos sanguíneos. Los vasos

presentes están dispuestos formando una amplia red que decrece cerca del ángulo de reflexión de la membrana sinovial.

La cápsula de la articulación de la rodilla es irrigada por numerosas ramas originadas de cualquier parte de la primera porción de las arterias geniculares y ocasionalmente en forma directa de la arteria poplítea (Scapinelli, 1968).

Los ligamentos cruzados están situados un poco por detrás del centro de la articulación. Las arteriolas de la membrana sinovial forman redes periligamentosas de vasos para el ligamento cruzado anterior y se anastomosan con vasos intraligamentosos, cruzando transversalmente al ligamento.

La membrana sinovial le forma una envoltura al ligamento cruzado anterior ricamente irrigada por vasos que se originan predominantemente de la arteria genicular media.

Estos vasos dan ramos que penetran al ligamento en forma transversal y se anastomosan con otra malla endoligamentosa de vasos. Así se considera que la irrigación del ligamento cruzado anterior, se origina de tejidos blandos, procedentes de la membrana sinovial, que a su vez recibe el aporte sanguíneo de la arteria genicular media y ocasionalmente de la arteria genicular inferior (Arnoczky, 1982).

No se ha determinado que el ligamento cruzado posterior sea irrigado por ramas de la arteria genicular media, las cuales cursan entre el tejido conectivo y la membrana sinovial que cubre al ligamento. La base del ligamento cruzado posterior es irrigado por algunos vasos originados de la arteria poplítea y arteria genicular inferior (Scapinelli, 1968).

Por ahora no existe evidencia que indique que el ligamento cruzado posterior tenga mayor irrigación que el anterior (Pfab, 1927).

Considerando que los estudios actuales sobre circulación arterial de estructuras intra-articulares de la rodilla son limitados y tomando en cuenta la frecuencia de lesiones en las mismas, el presente estudio tiene como objetivo el describir el origen y la distribución arterial en la membrana sinovial y en los ligamentos cruzados de la rodilla.

## MATERIAL Y METODOS

En el presente estudio se prepararon rodillas humanas, obtenidas de cadáveres frescos, inyectándoles material de látex. Se disecó la región superior del muslo identificando la arteria femoral, en la cual fue colocada un catéter sujetándolo con material de sutura. Fue ligada la arteria poplítea en su porción terminal y se procedió a perfundir silicón caucho a través de la arteria femoral con una jeringa de 50 c.c. a presión manual y así evitar la ruptura de vasos más pequeños. Posteriormente se fijaron las piezas en líquido de Jores (alcohol, formol y glicerina) para la conservación de los tejidos y ser fotografiado para su documentación.

## RESULTADOS

La cápsula fibrosa de la cara posterior de la rodilla la constituyen fibras verticales que se unen por arriba, en los bordes de los cóndilos femorales y al borde posterior de la fosa intercondílea y por abajo, a los bordes posteriores de los cóndilos tibiales, al borde posterior del área intercondílea y en la parte central está reforzada por el ligamento poplíteo oblicuo.

Por delante, la cápsula fibrosa no cubre la rótula ni el área rotuliana. Se confunde con expansiones del vasto medial (interno) y lateral (externo), que se unen a los bordes de la rótula y al ligamento rotuliano y se extiende hacia atrás al ligamento lateral de cada lado y hacia abajo hasta los cóndilos de la tibia.

La membrana sinovial de la articulación de la rodilla es la más extensa y compleja del cuerpo. Comienza en el borde superior de la rótula y se extiende enfrente de los bordes medial y lateral de la porción más baja de la superficie articular de la rótula.

A los lados de la articulación, la membrana sinovial se dirige hacia abajo desde el fémur, recubriendo la cápsula fibrosa hasta su unión con los meniscos, cuyas superficies libres no están cubiertas de membrana sinovial. Por detrás del menisco lateral, la membrana sinovial forma un fondo de saco, el receso subpoplíteo, localizado entre el surco de la superficie del menisco y el tendón del poplíteo, que puede comunicar con la articulación peroneotibial superior.

La arteria poplítea se localiza en la cara posterior de la articulación de la rodilla. Se la divide en tres segmentos: superior, medio e inferior.

El segmento superior de la arteria poplítea es muy profundo y se encuentra aplicado contra la superficie poplítea del fémur cubierta por el músculo semimembranoso y el tendón del semitendinoso, a los cuales les envía ramas. Por su cara anterior nacen las arterias geniculares superiores interna y externa, ambas proporcionan ramas musculares durante su trayecto hasta la cara anterior de la rodilla donde se anastomosan, la medial con ramas de la arteria anastomótica magna, y la lateral con ramos de la superior interna y de la inferior externa para participar en el círculo arterial prerrotuliano. Estas ramas son las encargadas de la irrigación sanguínea a la cápsula fibrosa y membrana sinovial de la cara anterosuperior de la articulación de la rodilla.

El segmento medio de la arteria poplítea alcanza el hueco poplíteo, se encuentra separada de los elementos capsuloligamentarios de la rodilla por una atmósfera celuloadiposa. Origina las arterias geniculares

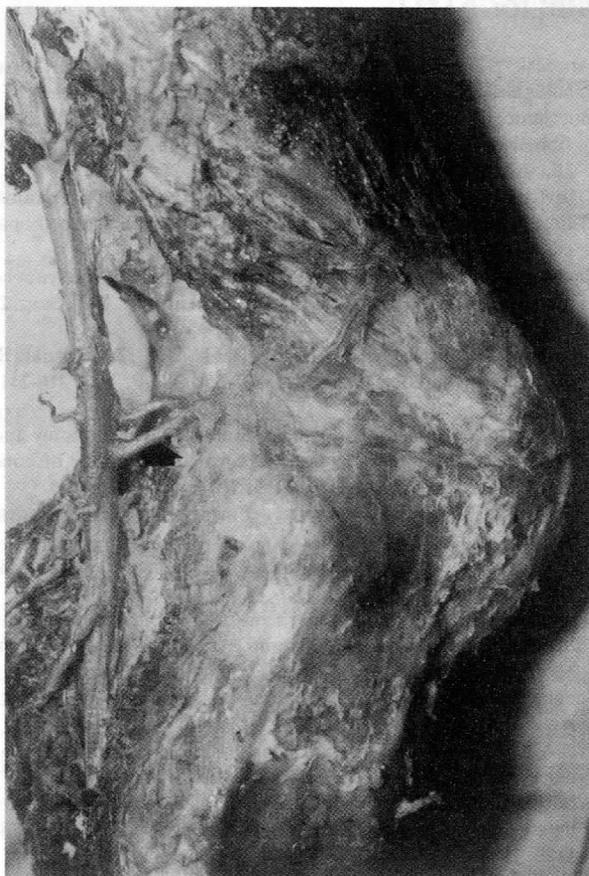


Fig. 1. Arteria genicular media (flecha) dando ramas a la cápsula de la articulación de la rodilla por su cara lateral.



Fig. 2. Rama descendente de la arteria genicular media (flecha) dirigiéndose hacia el ligamento cruzado posterior.

medias, de dirección anterior, que se dividen en un ramo ascendente y uno descendente. La rama ascendente se dirige a la cara anterior de la rodilla, rodeando al cóndilo lateral del fémur, para terminar anastomosándose con ramos de las arterias geniculares superior e inferior y formar el círculo arterial de la rodilla (fig. 1). En su trayecto la rama ascendente emite ramas para la membrana sinovial (que se refleja sobre los ligamentos cruzados), un ramo para la inserción femoral del ligamento cruzado anterior y antes de terminar en la cara anterior de la rodilla, emite un gran número de ramas que penetran en la cara lateral de la cápsula fibrosa de la articulación de la rodilla.

La rama descendente sigue el trayecto del ligamento cruzado posterior enviando ramas tanto a su inserción inferior, en el área intercondílea posterior de la tibia y en el extremo posterior del menisco lateral, como

a la superior en la superficie lateral del cóndilo medial del fémur (fig. 2).

En el segmento inferior, la arteria poplítea es más profunda, origina las arterias geniculares inferiores medial y lateral, cubiertas por los músculos gemelos. Se dirigen hacia la cara anterior de la rodilla donde se anastomosan con diferentes ramas que convergen en esta región.

## DISCUSION

El conocimiento de la arquitectura vascular de la articulación de la rodilla es de gran ayuda para el cirujano ortopeda en la interpretación de la patogénesis de las lesiones que afectan esta articulación y para la aplicación de nuevas técnicas quirúrgicas en el manejo de la cirugía de la rodilla.

Según Scapinelli (1968), la cápsula de la articulación de la rodilla es irrigada por todas las arterias geniculares y en forma directa por la arteria poplítea. En nuestro material comprobamos que las arterias geniculares superiores irrigan la parte superior y anteroateral de la membrana sinovial, las arterias geniculares medias dan ramas a la membrana sinovial en la cara posterior de la rodilla y de las geniculares inferiores llegan hasta la región más inferior de la cápsula de la articulación de la rodilla.

Pfab (1927) reportó que el ligamento cruzado posterior no obtiene su irrigación por ramas de la arteria genicular media y no tiene mayor irrigación que el ligamento cruzado anterior. Nosotros comprobamos que la rama descendente de la arteria genicular media proporciona ramas a la inserción superior e inferior del ligamento cruzado posterior, brindándole un rico riego sanguíneo en todo su trayecto.

Arnoczky (1982) demostró que la irrigación del ligamento cruzado anterior se lleva a cabo por las arteriolas procedentes de tejidos blandos, la membrana sinovial, que a su vez reciben el aporte sanguíneo de la arteria genicular media. En el presente estudio se pudo constatar lo descrito por Arnoczky y además descubrimos que el ligamento cruzado anterior es irrigado directamente por la rama ascendente de la arteria genicular media.

## CONCLUSIONES

Se ha descrito que la irrigación de la cara posterior de la membrana sinovial y de los ligamentos cruzados de la rodilla es llevada a cabo por las ramas ascendentes y descendente de la arteria genicular media, vaso que adquiere mayor significado para el tratamiento de las lesiones que afectan esta articulación.

## BIBLIOGRAFIA

- Arnoczky S T: Anatomy of the cruciate ligament. Clinical orthopaedics and related research. 172. 19-25. 1983.
- Bucciante L: Sull'architettura del circolo sanguigno nei tessuti fibrosi delle articolazioni dell'Uomo. Memb. Acc. Patav. SS. LL. AA. CL. Se. Mat. Nat. 69. 309. 1956.
- Danylchuk K D, Finlay J B and Krek J P: Microstructural organization of human and bovine cruciate ligaments. Clinical orthopaedics and related research. 131. 294-298. 1978.
- Davis D V and Edwards D A W: The blood supply of the synovial membrane and intra-articular structures. Ann. roy. Coll. Surg. 2. 142. 1948.
- Girgis F G, Marshall J L and Al Monajem A. R. S.: The cruciate ligaments of the knee joint. Clin. Orthop. O. P. 106, 216-231. 1975.
- Kennedy J C, Weinberg N W and Wilson A S: The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. The journal of bone and joint surgery. 56-A. 2. 223-235. 1974.
- Pfab B: Zur Blutgefäßversorgung der menisci und Kreuzbaender. Dtsch. Z. Chir. 205-258. 1927.
- Russo F: Sistemi regolatori del flusso sanguigno nei tessuti periarticolari. Ric. Morf. 25. 25. 1955.
- Scapinelli R: Dati architetturali e strutturali sui vasi sanguigni dei tessuti nelle articolazioni dell'Uomo. Arch. Putti. Chir. Orgagni Mov. 10. 194. 1958.
- Scapinelli R: Studies on the vasculature of the human knee joint. Acta Anat. 70. 3. 305-331. 1968.
- Welsh R. P: Knee joint structure and function. Clinical orthopaedics and related research. 147. 7-14. 1980.
- Whiteside L A and Sweeney R E: Nutrient pathways of the cruciate ligaments. The journal of bone and joint surgery. 62-A. 7. 1176-1180. 1980.

Correspondencia:

Dr. Santos Guzmán López  
 Departamento de Anatomía Macroscópica  
 Facultad de Medicina  
 Universidad Autónoma de Nuevo León  
 Ave. Francisco I Madero y Dr. Eduardo Aguirre P.  
 Monterrey, Nuevo León, México  
 Tel.: (83) 48-30-80, ext. 182  
 Fax.: (83) 48.78.84

## Técnicas de cultivo de tejidos adaptadas para melanocitos de hígado y pericardio de *Rana Montezumae*

Cuspinera Mercadillo M. E., \* García Lloret A. I., \*\* Galindo Cuspinera V., \* Estanes Hernández A. \*

**PALABRAS CLAVE:** Melanocitos; pericardio; hígado; ranas; cultivo de tejidos

### RESUMEN

No se han hecho hasta hoy cultivos de tejidos de células pigmentarias del hígado y pericardio en ranas. El objetivo de este trabajo es adaptar y estandarizar técnicas reportadas de cultivo de melanóforos de la piel de otros anfibios, para el cultivo de melanocitos de hígado y pericardio de *Rana montezumae*. Se disecaron 20 ranas *R. montezumae* adultas, se extrajeron los melanocitos de hígado y pericardio, se disociaron con tripsina y colagenasa a temperatura ambiente por 10 minutos, se lavaron con Ringer y se centrifugaron a 1000 rpm. Se sembraron en el medio de cultivo Leivobitz L 15, con suero fetal bovino, medio Dulbeco y agua destilada (5:1.5:3:1) en cajas de Petri previamente recubiertas con colágena, para facilitar su adhesión.

Resultados: Se estandarizó la técnica. Las células no se reprodujeron, sino sólo se mantuvieron vivas por una semana *in vitro*. La osmolaridad óptima fue a 200 mosm, con CO<sub>2</sub> constante y pH de 7.6. Las células pigmentarias del pericardio *in vitro*, al igual que *in situ*, tienen ramificaciones dendríticas con melanina a todo lo largo de ellas. Concluimos que estas últimas células son óptimas para futuros experimentos, y no las células melánicas del hígado, que permanecieron redondeadas *in vitro*.

## Tissue culture technics adapted for growing melanocytes from liver and pericardium in *Rana montezumae*

**KEY WORDS:** melanocytes; pericardium; liver; frogs; tissue culture

### ABSTRACT

There are no reports on tissue culture technics of melanic cells from liver and pericardium in frogs. The aim of this article is to adapt and to standarize the tissue culture technics of melanophore cells of skin reported in other amphibians for making tissue culture of melanocyte of liver and pericardium in *Rana montezumae*. We dissected 20 adult frogs *R. montezumae*. We took out the melanocytes from its liver and pericardium, we dissociated them with trypsin and collagenase at room temperature for 10 minutes. We rinsed them in Ringer's and centrifugate them at 1000 rpm. We culture them in a Leivobitz L (5:3:1.5:1) in Petri dishes. We previously covered the dishes with collagen that helps the cells to adhere to the dishes.

\* Depto. de Anatomía, Facultad de Medicina, UNAM, México D. F. cp. 04510, México.

\*\* Sección de Investigación del Hospital Infantil "Federico Gómez". México D. F.

Results: We got a standard technic. These cells did not multiply; they only survived for one week *in vitro*. The optimum osmolarity for them was 200 mosm, with CO<sub>2</sub> and pH of 7.6. The pericardic cells with melanin *in vitro*, as well as *in situ*, have dendritic ramifications with melanin pigments along them. We conclude that the last cells are optimal for future experiments, instead of the melanocytic cells from liver, which remained rounded *in vitro*.

## INTRODUCCION

Han pasado miles de años de evolución para llegar a modificar y hacerse sutiles los mecanismos quimiostáticos que operan en las células de un animal metazoario, asegurando su supervivencia por más tiempo en mejores condiciones. Se piensa que las células aisladas en cultivo de tejidos, pueden funcionar de la misma manera que lo hacen en el organismo; y se ha tratado de proveerlas con los mecanismos reguladores de nutrientes para que su metabolismo sea lo más normal posible (Vasiliev y Gelfrand 1977, Kenn 1976).

Las células tienen sus características ontogénicas, morfológicas y bioquímicas individuales; pero hay que señalar que el crecimiento y mantenimiento en cultivo *in vitro*, produce cambios en el medio ambiente donde se encuentran, y trae consigo diversos problemas, que aun las mismas células aisladas no pueden controlar (Hiroshi y Hiroyuki, 1983). En los cultivos celulares, es importante tomar en cuenta varios factores: el tipo de células con que se va a trabajar, el tiempo que permanecerán en el cultivo, la edad del organismo de donde se tomaron, la especie que se eligió, la

temperatura, el pH, la osmolaridad, etc., para asegurar el éxito del cultivo celular. Se ha escrito y reportado mucho respecto a las técnicas de cultivo de tejidos, pero en ellas no se mencionan las dificultades que hay que resolver en la práctica, y sobre todo no se señalan los recursos apropiados para llevar a cabo los experimentos en óptimas condiciones.

En trabajos anteriores (Cuspinera, et al 1984) hemos observado que la hormona melatonina inyectada intraperitonealmente en ranas de la especie *Rana montezumae* a dosis de .05 gr/ml diariamente, durante 15 días, concentra los pigmentos de melanina de los melanocitos localizados en órganos internos, hasta en un 30% del área ocupada originalmente. Como se muestra en la fig. 1, se trata del mesenterio de una rana testigo, a 25 aumentos, con gran concentración de melanocitos viscerales a lo largo de los vasos sanguíneos, comparándolo con el mesenterio de la fig. 2, en el que se observan los vasos sanguíneos con menor cantidad de células melanocíticas.

Aún no sabemos si el efecto aclarador de la melatonina es directo sobre las células melánicas viscerales, o es un efecto indirecto a través de la inhibición de la

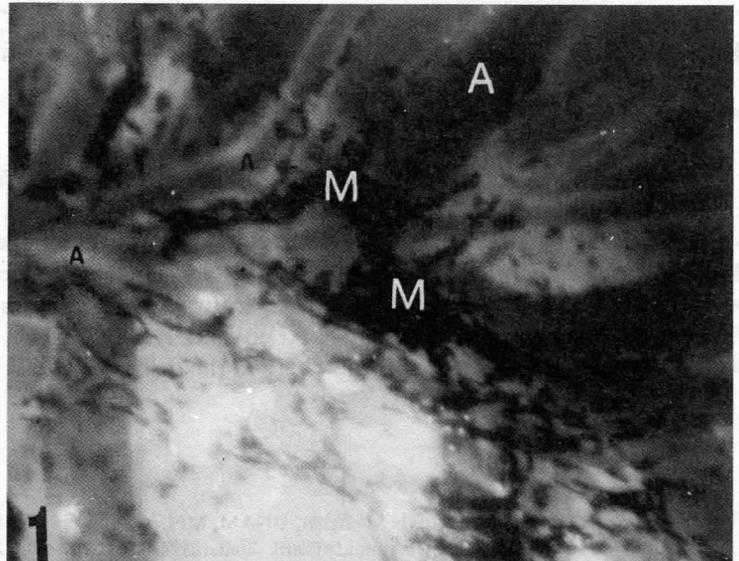


Fig. 1. Mesenterio de rana en estado normal. Melanocitos a lo largo de la arteria mesentérica con gran cantidad de pigmentos a 25X. A = arteria; M = melanocito.

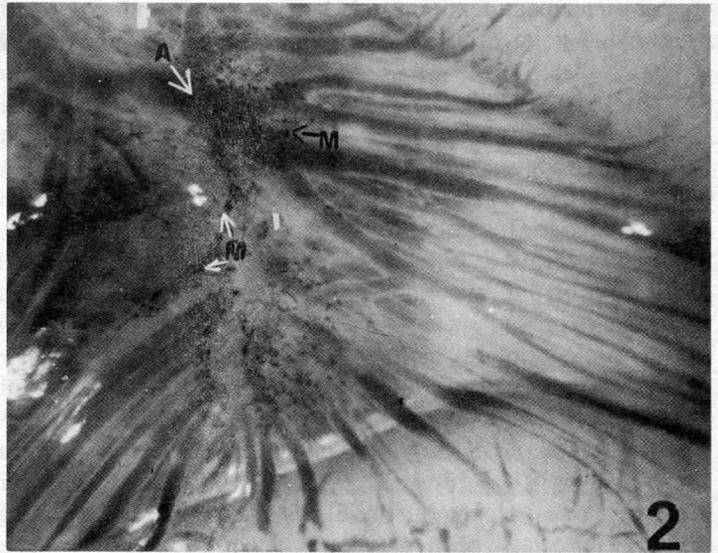


Fig. 2. Mesenterio de rana con menor cantidad de melanocitos viscerales debido a la inyección de melatonina in vivo (16X). A = arterias; M = melanocito.

hormona estimulante de los melanocitos; ya que en la piel de *Xenopus laevis* se han estudiado in vitro los efectos de la hormona MSH, como se observa en esta secuencia de fotografías tomadas de Seldenrijk et al (1979), se observa que los pigmentos melánicos se dispersan en todo el citoplasma al agregársele ésta hormona (fig. 3a, b, c), y cuando se lavan de ella, los concentra alrededor del núcleo de los melanóforos que los contienen (fig. 3d, e, f). Hasta ahora no se han estudiado los posibles efectos de la hormona melatonina,

sobre los pigmentos de melanina de células melanocíticas viscerales in vitro.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es revisar primeramente algunos métodos y técnicas recomendadas por otros autores en células de la piel de rana, cultivadas in vitro (Denefle y Lecharie 1990, Novales y Novales 1965); adecuarlos y estandarizarlos a las necesidades a las células pigmentarias viscerales en ranas adultas de la especie *Rana montezumae*, para obtener cultivos de ellas y en un futuro, observar en ellas los

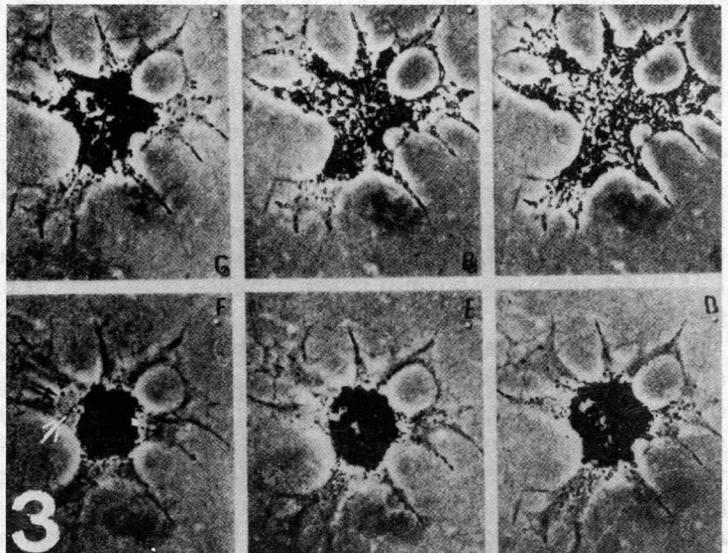


Fig. 3. En la secuencia a, b, c, se observan melanóforos de piel de *Xenopus 1*. con pigmentos de melanina dispersos en todo el citoplasma por efecto de la hormona MSH. Y al quitárseles ésta, se concentra el pigmento al centro (secuencia d, e, f.).

efectos que puedan tener tanto la hormona melatonina, como la estimulante de los melanocitos.

## MATERIAL Y METODO

Este trabajo se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Sección de Investigación del Hospital Infantil "Federico Gómez". Se utilizaron 20 ranas adultas de ambos sexos de la especie *Rana montezumae*. Se desparasitaron por un período de una semana y posteriormente se procedió a extraerles el hígado y el pericardio, como primeras vísceras para estandarizar la siembra en cultivo de tejidos, y en base a las técnicas descritas por Daniolos et al 1990, Seldenrijk et al 1979 y 1980, Lasnitzki, 1965, Hiroshi y Hiroyuki 1983, Keen 1976, Vasiliev 1977 y Hanks 1979.

Primero se esterilizó el material de vidrio e instrumental en autoclave. Se prepararon con un día de anticipación los medios de cultivo, de disociación, y el Ringer para anfibios. Se esterilizó el agua destilada, y se filtraron los medios de cultivo por medio de una membrana colocada en un filtro millipore de .22 micras de poro, bajo una campana de flujo laminar. Se almacenaron los frascos con los medios preparados tanto de disociación, como los de cultivo y Ringer en un refrigerador bien tapados a temperatura de 5 grados centígrados. Posteriormente se procedió a hacer la disección de la rana y extraer los tejidos a sembrar, también bajo una campana de flujo laminar. Se desinfectó la piel de ésta con alcohol de 70 grados y se abrió el abdomen para extraer trocitos del hígado y del pericardio de aproximadamente 2 mm de tamaño. Debido a que estos órganos tienen muchas células pigmentarias, observadas a simple vista. Los tejidos se colocaron en cajas de Petri pequeñas, con 5 ml de Ringer para anfibios a pH de 7.6 y 200 miliosmoles (mosm), realizando dos cambios de solución para lavarlos.

Si se observa que no hay salida de eritrocitos del tejido, se procede a colocar los trocitos en 1.5 ml de medio de disociación, para separar los melanocitos del resto de las células del tejido, que no son de interés. El medio de disociación consiste de: Medio de cultivo Leibovitz L 15 (97%), suero fetal bovino (2.5%), tripsina y colagenasa (1%).

Todo esto se prepara a temperatura ambiente y se deja el tejido por 10 minutos en el medio de disociación, transcurrido este tiempo se vacía el medio de disociación (que ya contiene algunas células separadas del tejido) en tubos de centrifugación y se toman dos gotas de muestra en un portaobjetos para observarse al microscopio y se determina si ya están bien diso-

ciadas las células del resto del tejido o les falta permanecer más tiempo en dicho medio de disociación.

Por otro lado, al mismo tiempo que se observa la muestra al microscopio de inversión, se coloca en otro microscopio de fluorescencia otra muestra de las células y se añade una gota de naranja de acridina, para determinar por fluorescencia si las células aún permanecen viables en una suficiente cantidad. Si aún no están bien disociadas las células melánicas del resto del tejido se dejan 5 o 10 minutos más en el medio de disociación, repitiendo las observaciones al microscopio invertido con varias muestras, así como con el microscopio de fluorescencia (Willinghan 1985).

Una vez que las células melánicas están disociadas del resto del tejido, se colocan las muestras en tubos cónicos para centrifugarse y se aforan con 20 ml de Ringer, además de lavar a las células del medio de disociación, frena su acción sobre las células, teniendo siempre en cuenta que las células pueden romper sus núcleos, si se pasa el tiempo de que estén en los medios de disociación, y perderse la muestra obtenida (Nobuya y Seiji, 1976).

La primera centrifugación se realiza a 1000 rpm durante 5 minutos, después se desecha el sobrenadante y queda el botón de células melánicas de color negro en el fondo del tubo, se suspenden estas células nuevamente con un ml de ringer y se pipetea varias veces, para separarlas de otras células que hayan quedado en el tubo. Se repite la centrifugación 3 veces más, a 600 rpm. La última centrifugación se realiza con el medio de cultivo con 15% del suero fetal para obtener completamente la disociación celular, y quedando listas las células para la siembra. Terminando la tercera centrifugación se toma otra muestra para ver la viabilidad celular (por fluorescencia), y si es de un 60% o más, se procede a sembrar las células en el cultivo.

El medio de cultivo se realiza con los siguientes componentes: Medio Leibovitz L 15 (5 partes), suero fetal bovino (1.5 partes), medio Dulbecco o Earle 199 (3 partes), agua destilada (0.75 partes o más, para ajustar el medio a 200 miliosmoles), antibac (1 ml), antifun (1 ml).

Los cultivos se realizan en cajas de Petri o en frascos Falcon, recubiertas previamente con una capa de colágena, esterilizadas (Michalopoulos y Pitot, 1975). La colágena se extrajo de los tendones de cola de rata, obteniéndola lo más pura posible mediante el siguiente procedimiento: se colocan los tendones de la cola de rata en 20 ml de ácido acético al .5 molar durante 24 hrs, y se colocan en un platina con agitador magnético a temperatura de 5 grados centígrados, hasta que se

homogéinicas. Posteriormente se pasa el homogenizado a una membrana de diálisis con solución salina de cloruro de sodio, al 2.5 molar, haciendo cambios de esta solución salina a 1, 2, 4, 8 y 12 hrs durante 3 días y en frío, a temperatura de 5 grados centígrados.

En cada cambio de la solución salina se centrifuga el homogenizado a 5 000 rpm en frío, hasta obtener la colágena lo más pura posible. Una vez que se obtiene, se ponen una gotas en un portaobjetos el cual se tiñe con fuscina que da un color rosa, para reafirmar que efectivamente tenemos colágena en la membrana de diálisis. Posteriormente se colocan unas gotas de colágena en las cajas de cultivo y se irradian con luz ultravioleta durante 24 horas como mínimo para esterilizarla; de esta manera quedan listas las cajas de cultivo para sembrarse las células con 2 ml del medio de cultivo ya descrito anteriormente. Los cultivos ya sembrados se observan diariamente, se ajusta el pH si es necesario, se eliminan los que están contaminados, y se repiten los pasos mencionados para ajustarlos a las necesidades de estas células. Se utilizan diferentes marcas de medios para probar y optimizar el mejor medio en nuestros cultivos.

Las cajas con cultivos se metieron a un horno a temperatura ambiente, aproximadamente entre 20 y 25 grados con flujo constante de CO<sub>2</sub>, para que se mantenga el pH adecuado (Leivobitz, 1963). Al día siguiente se observan los cultivos al microscopio y se añade más medio (0.5 ml) y los tres días siguientes también, dejándose por una semana más el cultivo, para que se adhieran mejor las células a las paredes del recipiente. Se toman los datos de temperatura y signos de vitalidad de las células y si están en buenas condiciones de osmolaridad, pH, etc. y se van ajustando para que dure más tiempo el cultivo.

Por otro lado se toman muestras de estos cultivos para procesarse e incluirse en resinas para observarse al microscopio electrónico (Wolosewick y Porter, 1979, Neumuller, 1990), quedando listas las células para experimentar con la hormona melatonina *in vitro*, y se toman las fotografías que ilustran su morfología.

## RESULTADOS

El trabajo está enfocado a la estandarización de las técnicas y métodos para optimizar el cultivo de estas células; únicamente se recalcarán en qué aspectos de la técnica ya descrita anteriormente, se hicieron las modificaciones con respecto a las técnicas ya reportadas anteriormente, para adecuarlas a las necesidades de vida de los melanocitos de pericardio y de hígado de

las ranas, obteniendo únicamente cultivos primarios, sin llegar a ser líneas celulares puras. El lote con las células pigmentarias que se localiza en el pericardio se extrae bajo el microscopio de disección, ya que es muy delgado el tejido, y al tomar las muestras se maltratan mucho las células, porque se dificulta su manejo, por poca visibilidad.

Los sueros y medios de cultivo se adecuan a 200 mosm que es la osmolaridad adecuada para este tipo de células, añadiendo de 20 a 25% más de agua destilada a la señalada en los medios al prepararse, ya que éstos están calculados para 250 mosm, que es la osmolaridad adecuada para mamíferos. Se probaron de varias marcas los sueros, dándonos mejores resultados los sueros de la marca Hyclone y Sigma, que el resto. Por otro lado el suero fetal bovino se utilizó con mejores resultados que el suero fetal caprino, que se recomendó para los melanóforos de la piel. En los reportes de disociación celular se usa acetil tripsina (por 3 hr a 2 grados centígrados), y nosotros utilizamos tripsina y colagenasa, ya que la disociación fue mejor y más rápida (10 a 15 minutos) en los tejidos a temperatura ambiente.

Por otro lado, se utilizó una cama de sostén para que las células se adhirieran mejor al fondo de las cajas, debido a que estas células por ser diferenciadas de un organismo adulto, no se adhieren fácilmente al fondo, a comparación de los melanocitos en estado embrionario, los cuales si son fácilmente adheribles al fondo.

Los cultivos de melanóforos de la piel se han realizado en células embrionarias, por el interés de proliferar las células por otros autores. En nuestro caso nos interesa solamente el mantenimiento de los cultivos celulares para la estandarización de la técnica y determinación del tiempo adecuado que es a los 3 días a partir de la siembra, para la realización de un futuro experimento, y que no pase de 2 semanas, que es el tiempo en que se consideran las células todavía viables.

El pH mejor es de 7.6 y se observa de color fuschia y transparente. Se usó antibac y antifun como los mejores bactericidas, en lugar de los antibióticos comerciales.

La centrifugación celular se realizó a 1000 y 600 rpm, en lugar de 1500, ya que los melanocitos del pericardio y del hígado son células muy grandes y de mayor peso que el resto que las rodea, aun así quedan entre ellas algunos eritrocitos que se van a cultivar junto con los melanocitos en el hígado, en cultivos primarios, como se muestra en la fig. 4 a 63 aumentos.

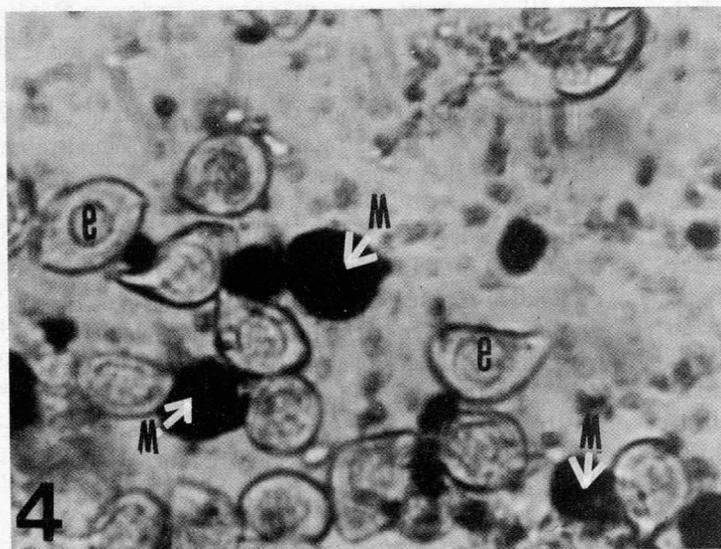


Fig. 4. Melanocitos de hígado en cultivos primarios, con algunos eritrocitos alrededor, vistos a 53 aumentos. M = melanocitos; E = eritrocitos.

Al colocarse las células en las cajas de cultivo con 2 ml de medio del cultivo, y hacerseles la prueba de viabilidad celular en una muestra con naranja de acridina, se observó con el microscopio de fluorescencia, el color verde claro brillante que da la fluorescencia del núcleo celular, que indica que las células están vivas, únicamente que por tratarse de células que contienen muchos pigmentos de melanina en todo su citoplasma, es difícil captar entero al núcleo, generalmente se observa una porción de él y es excéntrico y

cubierto casi en su totalidad por los pigmentos melánicos. Aun así, se distinguen bien las células muertas, ya que presentan sus núcleos un color naranja. Y solamente hubo un 15% de mortalidad celular al final de la estandarización. La incubación fue a temperatura ambiente, entre 20 y 25 grados C y no a 37 grados, como se incuban las células de los mamíferos.

Las células en los cultivos van perdiendo su forma redondeada que tenían al sembrarse y van emitiendo prolongaciones citoplásmicas que se alargan cada vez

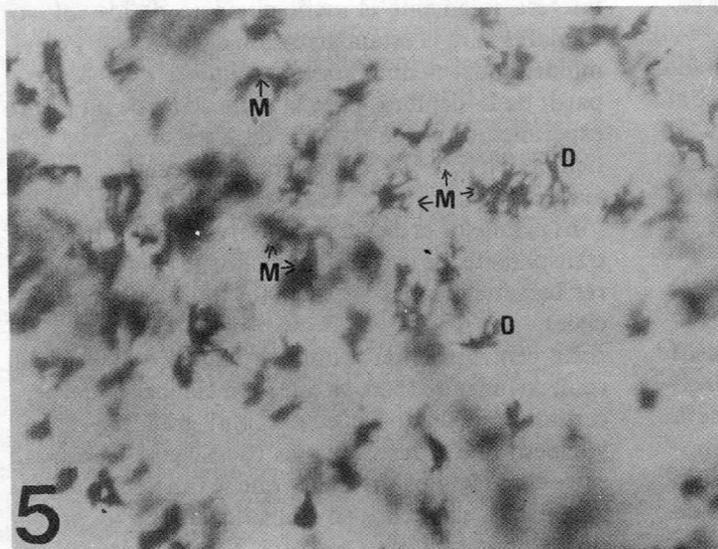


Fig. 5. Melanocitos de pericardio en cultivo primario; las células se observan con grandes ramificaciones dendríticas y pigmentos melánicos en toda su longitud (40X). M = melanocitos; D = dendritas.

más, y tienden a tener contacto unas células con otras, y formar redes, como se observa en la fig. 5, melanocitos del pericardio con sus prolongaciones mayores que las de los melanocitos del hígado a 40 aumentos; ya que éstas últimas tienden a conservar su estructura redondeada como se localizan normalmente en el organismo en vivo, lo que las hace ser unas células poco aptas para el estudio de la acción hormonal en un futuro. En cambio, los melanocitos del pericardio, emiten grandes ramificaciones con pigmentos a todo lo largo de ella (fig. 5), y las hace ser más susceptibles de estudiárseles los efectos de la melatonina posteriormente.

A las 48 hr se adhirieron los melanocitos de pericardio y de hígado al fondo de las cajas de cultivo. Después de este tiempo, se recomienda cambiar el medio del cultivo, para eliminar a las células muertas y desechos que puedan contaminar los cultivos. En la fig. 6 se observa, a 400 aumentos, un corte de melanocitos a una micra de grosor de un bloque que se estudiará con el microscopio electrónico de transmisión, donde se muestra su núcleo de cara abierta y sus prolongaciones llenas de pigmentos melánicos en su interior.

## DISCUSION

Después de múltiples ensayos, y de considerar todas las variables que hay que estandarizar y tomar en cuenta en este tipo de cultivos, pensamos que los siguientes hechos son importantes para ser tomados en cuenta, y se recomiendan, antes de realizar adaptaciones de una técnica de cultivo aplicada a otros casos.

1. Tener antecedentes y referencias de las experiencias de otros autores que nos indiquen cuáles errores se pueden cometer para evitarlos. Contar con el sitio físico adecuado para llevar a cabo los cultivos, ya que las improvisaciones restan calidad en los resultados al hacer adaptaciones.
2. Se recomienda capacitarse y capacitar al personal en el lavado del material de este tipo de técnicas, para tener éxito en los resultados. Contar con el material exclusivo para estas técnicas, para que no se contamine por usarse con otros reactivos dañinos a los cultivos. Por ejemplo usar agua desionizada en la Ciudad de México, y uso de frascos de 250 y 300 ml, ya que se utilizan constantemente, y se pueden contaminar fácilmente al ser abiertos con frecuencia. Asimismo, conocer el manejo de los equipos, darles mantenimiento para que estén bien calibrados y nos den una lectura precisa que garantice la exactitud de la medición. Realizar varias preparaciones de reactivos y ensayos previos, para la estandarización de la misma técnica, utilizando reactivos más baratos; y una vez que se tenga la habilidad manual adecuada, utilizar los reactivos más costosos.
3. Realizar múltiples ensayos sobre las técnicas estandarizadas para estar seguros de que la omisión de algún paso en la técnica puede ser la causa de error en los resultados finales, y no pensar que en cada repetición se puedan tener resultados diferentes.

Los melanocitos del pericardio y del hígado de organismos adultos se pueden mantener vivos en cultivo de

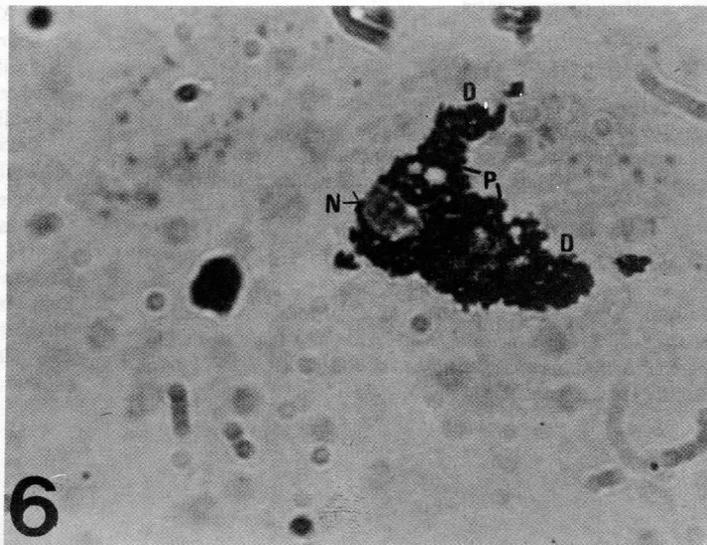


Fig. 6. Corte semifino (1 micra) de un melanocito de pericardio con su núcleo de cara abierta y gran concentración de melanina en su interior (400X). N = núcleo; D = dendritas; P = pigmentos.

tejidos hasta por dos semanas como máximo, sin proliferarse, colocando previamente en el fondo de las cajas, una capa de colágena, para que se adhieran a ella las células.

Los melanocitos de pericardio contienen muchos pigmentos melánicos a todo lo largo de sus ramificaciones, por lo que los consideramos óptimos, para observar en ellos los efectos de la hormona melatonina in vitro.

Los melanocitos del hígado de estas ranas, no presentan ramificaciones citoplásmicas, por lo que no los consideramos adecuados para estudiar en ellos los efectos de la hormona melatonina, ya que tienden a permanecer redondeados y con sus pigmentos concentrados.

## CONCLUSIONES

Las células melánicas viscerales en ranas de la especie *Rana montezumae* adultas, las consideramos melanocitos del pericardio y del hígado, por ser morfológicamente diferentes a los melanóforos de la piel, y ser muy parecidas a los melanocitos dérmicos de los mamíferos. Son células que se pueden mantener en cultivo de tejidos por dos semanas, a pH de 7.6 a 200 mosm, a temperatura de 20 grados C, con suero fetal bovino al 15% y sobre una cama de colágena, y que in vitro, especialmente las del pericardio, se pueden utilizar como modelo experimental, para observar los efectos de diversas hormonas y su respuesta ante ellas, por el gran tamaño que presentan, la cantidad de melanina que contienen en su interior, a lo largo de sus prolongaciones citoplásmicas, y lo fácil que es manipular a estos organismos.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Dr. José Ignacio Santos Preciado, por facilitarnos el uso de las instalaciones del Laboratorio de Investigación del Hospital Infantil "Federico Gómez", para la realización de este estudio.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cuspinera, M. M. E.; De Lara, G. S.; Montenegro, G.P. y Rodríguez, Z. B.: *Efecto de la inyección de melatonina en los pigmentos de melanina en el hígado de RANA MONEZUMAE*. Arch. Mex. de Anat. 21: (1) 7-13, 1984.

2. Daniolos, A.; Lener A. B. y Lerner M. R.: *Action of light on frog pigment cells in culture*. Pigment Cell Research. 3: 38-43, 1990.
3. Deneffe, J. P. y Lechaire J. P.: *Localization of pigment cells in cultured frog skin*. Am. J. Anat. 1988: 212-220, 1990.
4. Hanks, J. H.: *Balance salt solutions*. In: Practical Tissue Culture Applications. Cap. 1. Karl Maranorsch Eds. Academic Press. pp. 3-56, 1979.
5. Hiroshi, K. y Hiroyuki, I.: *Long term cultivation of amphibian melanophores. In vitro ageing and spontaneous transformation to a continuous cell line*. Exp. Cell Res. 149: 247-256, 1983.
6. Keen, A. R. Jr.: *The physiology of amphibian cells in culture*. In: Physiology of the amphibian. Ed. Lofts. vol. III. cap. 4. pp. 112-156, 1976.
7. Lasnitzki, I.: *Actions of hormones in melanophores cells*. In: Cells and Tissues in Culture Methods. Biol. and Physiol. Willmer, E. N. Acad. Sci. Vol. 1. cap. 16. pp. 609-612, 1965.
8. Leibovitz, A.: *The growth and maintenance of tissue cell cultures in free gas exchange with the atmosphere*. Am. J Hygiene. 78: 173-180, 1963.
9. Michalopoulos, G. y Pitot, H.: *Primary culture of parenchymal liver cells on collagen membranes*. Exp. Cell Res. 94: 70-78, 1975.
10. Neumuller, J.: *Transmission and scanning electron microscope preparation of whole cultured cells*. In: Methods in Molecular Biology. vol. 5, Animal Cell Culture. Ed. J. W. Pollard y Walker. Humana Press Inc. cap. 34. pp. 447-471, 1990.
11. Nobuya, S. y Seiji, M.: *Degradation of melanosomes in vitro and in vivo*. In: Pigment Cell. vol. III. Ed. Riley, Karger, Basel. pp. 384-392, 1976.
12. Novales, R.R y Novales, B. J.: *The effects of osmotic pressure and calcium deficiency on the response of tissue cultured melanophores to melanocyte-stimulating hormone*. Gen. Comp. Endocrinol. 5: 568-576, 1965.
13. Seldenrijk, R.: Hup D. R.: Grann, P. N. y Van de Veerdonk F. C.: *Morphological and physiological aspects of melanophores in primary culture from tadpoles of XENOPUS LAEVIS*. Cell Tissue Res. 198: 397-409, 1979.
14. Seldenrijk, R.: Berendsen, W.: Hup, D. R.; Van de Veerdonk, F. C.: *The morphology of cultured melanophores from tadpoles of XENOPUS LAEVIS: Scanning electron microscopical observations*. Cell Tissue Res. 211: 179-189, 1980.
15. Vasiliev, J. M. y Gelfand, I. M.: *Mechanism of morphogenesis in cell cultures*. Int. Rev. Cytol. 50: 159-274, 1977.
16. Willingham, I. *An Atlas of Immunofluorescence in Cultured Cells*. Vol. 1. pp. 2-13, 1985.
17. Walosewick, J. J. y Porter, K. R.: *Preparation of cultered cells for electron microscopy*. In: Practical Tissue Culture Applications. Ed. Karl Maramorsch. pp. 59-85, 1979.

## Correspondencia a:

Dra. Ma. Elena Cuspinera  
 Pitágoras 523, Col. Narvarte, México 12, D.F.  
 CP. 03020, Del. Benito Juárez  
 México.

## **Diferencias encontradas en la calificación del alumno en relación al ordenamiento de temas evaluados en los exámenes parciales de anatomía humana en el año 1990 (UNAM)**

*Dra. Isabel L. Alaminos Sager,\* Dra. Rosa María Zúñiga Sánchez\* y Dr. Salvador De Lara Galindo\**

**PALABRAS CLAVE:** orden de reactivos; orden de objetivos; versión

### **RESUMEN**

El objetivo fue saber si el orden de los reactivos en un examen puede modificar los resultados del mismo y por consiguiente la calificación del alumno. El estudio se llevó a cabo en 1990 con todos los alumnos de Anatomía Humana de la Facultad de Medicina de la UNAM. Se aplicaron 4 exámenes parciales y 2 finales, cada uno con 4 versiones. La versión 1 del primero y segundo parciales y del primer final tenía los reactivos ordenados de acuerdo al orden de los objetivos a evaluar y las versiones 3 y 4 los reactivos mezclados al azar. En el tercero y cuarto parciales y el segundo final las 4 versiones estaban mezcladas al azar. Los resultados obtenidos comprueban la hipótesis planteada en alumnos de bajo rendimiento escolar en exámenes con mayor dificultad.

## **Differences found in the student's grades associated to evaluated items order in partial exams in Anatomy in 1990 (UNAM)**

**KEY WORDS:** exam question's order; objective's order; version

### **ABSTRACT**

Our purpose was to know if the question's order of an exam may modify the results of it and consequently the student's grades. The study was carried out in 1990 with all the students of Human Anatomy at the Medicine Faculty, UNAM. The students were submitted to 4 partial exams and 2 final exams each of them with four versions. Version 1 of first and second partial exams and first final exam had the questions ordered accordingly to the order of the objectives to evaluate and the versions 3 and 4 had the questions mixed at random. In the third and fourth partial exams and second final exam four versions had the questions mixed at random. The results confirmed the hypothesis about students of low proficiency on the subject and when they are challenged to more difficult exams.

\* Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina U.N.A.M.

## ANTECEDENTES

La preocupación de las personas que diseñan exámenes para una población estudiantil es que el instrumento de evaluación sea válido, es decir, que mida lo que pretende medir.

Por definición una prueba será válida cuando requiera que el aprendiz ejecute la conducta bajo las mismas condiciones con el objetivo de aprendizaje.

Tratando de las pruebas que incluyen reactivos de opción múltiple, si están bien elaboradas ameritan que los reactivos sean claros y las respuestas adecuadas. Hay otros factores que afectan la ejecución de un estudiante en una prueba, tales como la fatiga, la tensión emocional, la presión que ejerza el aplicador, etc., factores que es conveniente eliminar cuando sea posible.

De acuerdo con las normas para la elaboración de un examen, deben, incluirse en éste, preguntas de todos los temas u objetivos a evaluar pero no se indica si deben llevar un orden o si hay alguna ventaja o inconveniente en cuanto a que los reactivos se ordenen de acuerdo a los temas del programa.<sup>1,3</sup>

En la Facultad de Medicina de la UNAM, en particular en el Departamento de Anatomía, los exámenes han sido variados en cuanto al orden de los reactivos: en ocasiones van de acuerdo al orden de los objetivos a evaluar y en otras van ordenadas con otros criterios o simplemente mezclados al azar. Esto se ha hecho tanto en exámenes parciales como en exámenes finales e incluso en los exámenes extraordinarios.

Sin embargo, no se han reportado resultados de dichas experiencias y tomando en cuenta que habitualmente estamos elaborando y aplicando exámenes a poblaciones numerosas es importante saber si el orden de los reactivos puede modificar los resultados y por consiguiente la calificación del alumno o si el ordenamiento del examen da ventaja a ciertos alumnos con respecto a otros, al aplicar cuestionarios con el orden de objetivos del programa y desventaja para el alumno cuando se mezclan al arbitrio.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el trabajo cotidiano, frecuentemente nos encontramos con estudiantes que al ser interrogados sobre determinado tema titubean o fracasan en sus respuestas si las preguntas no han sido formuladas en cierto orden; en cambio si permitimos que el alumno exponga ordenadamente el tema nos demuestra que estudió y que logró alcanzar los objetivos.

En el caso particular de la Anatomía Humana vemos que el conocimiento es muy amplio y la limitación que se tiene en cuanto al tiempo disponible para desarrollar el curso hace obligatorio que los exámenes deban evaluar diversos objetivos del programa y así en el momento de ejecución de la prueba de opción múltiple el estudiante debe contestar reactivos que evalúan objetivos diferentes para lo cual requiere haber aprendido y memorizado eficientemente la totalidad de los conocimientos anatómicos y poder seleccionar en poco tiempo la respuesta correcta de temas diferentes; por ejemplo, el alumno debe responder un reactivo de un músculo del brazo y enseguida pensar en un reactivo sobre una arteria que vasculariza el pie, y por consiguiente a resolver pruebas cuyos objetivos abarcan aspectos variados.

¿Debemos entonces considerar que el orden que lleven los reactivos en una prueba pueda ser un factor que afecte los resultados de la prueba?

En la bibliografía consultada encontramos sugerencias en cuanto a la elaboración de una prueba sobre qué tipo de prueba escoger, como elaborar reactivos, pero no se hace mención respecto al orden de los reactivos.

Es por ello que nos surge la inquietud de saber si existe alguna influencia en la calificación de los alumnos de acuerdo al ordenamiento de temas y reactivos en un examen en una población estándar y durante un periodo definido de tiempo.

## HIPOTESIS

Los alumnos que resuelven una prueba en la que los reactivos van ordenando de acuerdo al programa de objetivos a evaluar, están en ventaja con respecto a estudiantes que resuelven una prueba en la que los reactivos están mezclados al azar, sin seguir el orden del programa y en consecuencia la calificación obtenida puede variar.

## METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

El trabajo se llevó a cabo durante 1990 estudiando los resultados de los cuatro exámenes parciales departamentales de Anatomía Humana aplicados a todos los alumnos del plan 85, inscritos en el primer año de la Carrera de Médico Cirujano.

Para la aplicación de los exámenes los alumnos se distribuyeron por orden alfabético independientemente del grupo al cual pertenecen. Toda la población fue evaluada en el mismo momento. Se proporciona-

**Cuadro 1.** Análisis del examen que proporciona el cómputo de alumnos MB, B, S o NA

Grupo No.	No. de alumnos que obtuvieron				TOTAL
	MB	B	S	NA	
Versión 1	.	.	.	.	
Versión 2	.	.	.	.	
Versión 3	.	.	.	.	
Versión 4	.	.	.	.	
Total					

ron 4 versiones con diferente orden de objetivos del examen, con 50 reactivos cada una.

En el primero y segundo exámenes parciales la versión 1 del examen tenía los reactivos ordenados de acuerdo a los objetivos a evaluar y las versiones 2, 3 y 4 mezclados al azar.

En el tercero y cuarto exámenes parciales las cuatro versiones que se aplicaron llevaron los reactivos mezclados al azar.

Se utilizó el análisis del examen que proporciona cómputo para el número de alumnos que obtuvieron MB, B, S ó NA y la versión de examen que tenía. Estos datos se concentraron en el cuadro 1.

Posteriormente se concentraron los resultados de todos los grupos y en cada examen como se observa en el cuadro 2.

Los resultados se vaciaron de acuerdo a estos formatos y se consignan más adelante.

Del análisis de estos datos se verá si existe alguna diferencia en la calificación de los alumnos en relación al ordenamiento de temas evaluados.

Para confirmar los resultados obtenidos se siguió el mismo procedimiento con los exámenes finales. En el primer final la versión 1 iba en orden y las versiones 2, 3 y 4 mezcladas al azar. En el segundo final las 4 versiones iban mezcladas al azar.

Se compararon los resultados obtenidos en los exámenes parciales con los de los finales para observar si hay alguna modificación significativa en el momento

**Cuadro 2.** Concentración de resultados obtenidos en los exámenes

1er. examen	No. de alumnos que obtuvieron				TOTAL
	MB	B	S	NA	
Versión 1					
Versión 2					
Versión 3					
Versión 4					
Total					

**Cuadro 3.** Resultados obtenidos en los distintos exámenes

1er. examen parcial	MB	B	S	NA	TOTAL
	Vers. 1	2	33	74	162
Vers. 2	5	47	76	151	279
Vers. 3	4	30	83	157	274
Vers. 4		17	72	159	248
Total	11	127	305	629	1072

2do examen parcial	MB	B	S	NA	TOTAL
	Vers. 1	11	28	62	172
Vers. 2	12	28	52	165	257
Vers. 3	8	37	41	175	261
Vers. 4	12	39	48	150	249
Total	43	132	203	662	1040

3er. examen parcial	MB	B	S	NA	TOTAL
	Vers. 1	20	43	52	145
Vers. 2	17	63	46	120	246
Vers. 3	19	42	59	127	247
Vers. 4	21	35	55	124	235
Total	77	183	212	516	988

4to. examen parcial	MB	B	S	NA	TOTAL
	Vers. 1	46	64	48	81
Vers. 2	48	57	50	98	253
Vers. 3	52	59	62	83	256
Vers. 4	39	52	40	92	223
Total	185	232	200	354	971

1er examen final	MB	B	S	NA	TOTAL
	Vers. 1	0	12	57	94
Vers. 2	0	7	32	91	130
Vers. 3	0	6	36	97	139
Vers. 4	3	14	46	91	154
Total	3	39	171	373	586

2do. examen final	MB	B	S	NA	TOTAL
	Vers. 1	0	1	15	72
Vers. 2	0	4	17	71	92
Vers. 3	0	1	22	77	100
Vers. 4	0	1	14	81	96
Total	0	7	68	301	376

que un examen está evaluando un mayor número de temas.

## RESULTADOS

En el segundo examen parcial hay un predominio de entre un 5 y 10% entre el número de alumnos que obtuvieron S de calificación y tenían la versión 1 (en orden) y los que tenían las versiones 2, 3 y 4 (mezcladas). De los 203 alumnos que obtuvieron S en este examen:

- 30.5% tenían la versión 1
- 25.6% tenían la versión 2
- 20.1% tenían la versión 3
- 23.6% tenían la versión 4

En el primer examen final hay de nuevo un predominio de un 5 a un 10% entre el número de alumnos que obtuvieron S de calificación y tenían la versión 1 (en orden) y los que tenían las versiones 2, 3 y 4 mezcladas (ver cuadro 3). De los 171 alumnos que obtuvieron S en este examen:

- 33.3% tenían la versión 1
- 18.7% tenían la versión 2
- 21 % tenían la versión 3
- 26.9% tenían la versión 4

En el resto de los exámenes y entre alumnos que obtienen MB o B de calificación no hay diferencia entre el número de alumnos con versión 1 y alumnos con las otras versiones.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS<sup>2</sup>

Resultados del 2º examen parcial entre versiones 1 y 3:

$$N_1 = 273 \text{ (62 con S)} \quad n_1 = 62$$

$$N_2 = 261 \text{ (52 con S)} \quad n_2 = 41$$

$$P_1 = 0.227 \left( \frac{\%}{100} \right) \quad n_1 + n_2 = 103$$

$$P_2 = 0.157 \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} = \frac{62}{273} + \frac{41}{261} = \frac{103}{534} = 0.19$$

$$q = 1 - P = 1 - 0.19 = 0.81$$

$$\sigma_{P_1 - P_2} = \sqrt{Pq \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$$

$$= \sqrt{(0.19)(0.81) \left( \frac{1}{273} + \frac{1}{261} \right)}$$

$$= \sqrt{0.1539(0.007)} = 0.03$$

$$Z = (P_1 - P_2) / \sigma_{P_1 - P_2}$$

$$= \frac{0.227 - 0.157}{0.03}$$

$$= \frac{0.7}{0.03}$$

$$Z = 2.33$$

Es válido a nivel de significación de 0.10 y 0.05 puesto que Z es superior a 1.28 y a 1.645. Se rechaza a otros niveles de significación.

Resultados del 1er. examen final entre versiones 1 y 2.

$$N_1 = 163 \quad n_1 = 57$$

$$N_2 = 139 \quad n_2 = 32$$

$$P_1 = 0.3496 \quad n_1 + n_2 = 89$$

$$P_2 = 0.2461$$

$$P = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} = \frac{57}{163} + \frac{32}{139} = \frac{89}{309} = 0.28$$

$$q = 1 - P = 1 - 0.28 = 0.72$$

$$\sigma_{P_1 - P_2} = \sqrt{Pq \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$$

$$= \sqrt{(0.28)(0.72) \left( \frac{1}{163} + \frac{1}{139} \right)}$$

$$= \sqrt{0.201 (0.013)} = 0.05$$

$$Z = (P_1 - P_2) / \sigma p_1 - p_2$$

$$= \frac{0.3496 - 0.2461}{0.05}$$

$$= \frac{0.1035}{0.05}$$

$$Z = 2.07$$

Es válido a nivel de significación de 0.10 y 0.05 puesto que Z es superior a 1.28 y a 1.645 se rechaza a otros niveles de significación.

## CONCLUSIONES

1. El ordenamiento de los reactivos de acuerdo a los temas a evaluar incide en la calificación del alumno cuando se conjugan dos factores:
  - a) alumnos de bajo rendimiento escolar (con S de calificación)
  - b) exámenes con mayor dificultad (2° parcial sobre cabeza y cuello y finales que incluyen todo el programa)

2. El orden de los reactivos no afecta a alumnos con alto rendimiento escolar (que obtiene MB o B de calificación), ni en parciales ni en finales.
3. En conclusión hay modificación en ventaja de los examinados con el orden de objetivos de acuerdo al programa, de mediana validez estadística.

Los resultados obtenidos nos llevan a sugerir que cuando se elaboren exámenes es conveniente que los reactivos lleven el orden de los temas a evaluar siempre que se desee un menor grado de dificultad. Cuando sea necesario aplicar un mismo examen a una población numerosa todas las versiones que se elaboren deben mezclarse al azar para evitar que ciertos alumnos tengan ventaja sobre los demás.

## BIBLIOGRAFIA

1. García Torres Francisco. Evaluación del aprovechamiento escolar. Fascículos I,II,III y IV. Comisión de Nuevos Métodos de Enseñanza UNAM. 1974.
2. Murray R. Spiegel-Estadística-Libros McGraw-Hill Colombia, 1a. Ed. -1961.
3. Seminario de Actualización Didáctica. Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina, A.C. 1972.

## Ventajas del refuerzo bibliográfico de las respuestas de exámenes parciales y finales en 1990 (U.N.A.M.)

*Dr. Salvador De Lara Galindo,\* Dra. Isabel L. Alaminos Sager\* y Dra. Rosa María Zuñiga Sanchez\**

**PALABRAS CLAVE:** retroalimentación; comentario con apoyo bibliográfico; refuerzo

### RESUMEN

El objetivo fue saber si los comentarios con apoyo bibliográfico que damos a conocer a los alumnos para responder cada una de las preguntas de los exámenes parciales y finales aplicados a los alumnos de Anatomía Humana de la Facultad de Medicina de la UNAM ayudan al estudiante a facilitar la captación del conocimiento anatómico. El trabajo se realizó durante 1990, se hicieron respuestas con comentario y bibliografía para todos los reactivos de los exámenes parciales y finales de Anatomía Humana del Departamento de Anatomía. Posteriormente se incluyó en los exámenes finales una pregunta de cada uno de los temas del programa de la materia ya utilizada en los exámenes parciales. Se confirmó la hipótesis aunque se esperaban cifras mayores para los reactivos ya conocidos.

**KEY WORDS:** feedback; comments backed with bibliography; reinforcement

### ABSTRACT

Our purpose was to know if the comments with bibliography support that we present to students, so they answer and explain each one for the questions of the partial and final exams that students of Human Anatomy must meet at the Medicine Faculty UNAM, help them to facilitate the comprehension of Anatomy. The study was carried out during 1990, we made answers with comments and bibliography for all the questions of partial and final Anatomic exams. Then we included in final exams one question for each subject of the program previously used in partial exams. We confirmed the hypothesis, but we would have expected better results.

### ANTECEDENTES

Todo proceso de enseñanza aprendizaje pretende un cambio en la conducta del educando. El profesor debe estructurar y controlar los eventos destinados a iniciar, activar y apoyar el aprendizaje del alumno. Para ello el profesor necesita tener la información adecuada, tanto al inicio del proceso como en el transcurso del mismo que le permita retroalimentar esta ac-

ción para modificar o reforzar las etapas que considere pertinentes y mejorar el mencionado proceso.

Se han establecido diversos diagramas, como los propuestos por Popham y Baker y el de Anderson y Faust y en ellos se regresa, mediante la retroalimentación, a la especificación de objetivos.<sup>1</sup>

Sin embargo, los diagramas que se mencionan están enfocados hacia el profesor y no se toma en cuenta en al estudiante, como un elemento activo del proceso,

\* Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina U.N.A.M.

también requiere de información que lo retroalimente para darse cuenta de sus logros y fallas, lo cual le permitirá corregirlos con la colaboración del profesor. El alumno necesita entonces saber no sólo si aprobó o reprobó un examen, sino cuales fueron sus aciertos y sus errores y de ser posible las fuentes bibliográficas que puede consultar para aclarar cada caso en que la duda persista.

Para cumplir con lo antes mencionado, a partir del 2° examen parcial departamental de Anatomía Humana en 1989 realizado a los alumnos del 1er. año de la carrera de Médico Cirujano de la Facultad de Medicina de la U.N.A.M. se elabora un comentario con apoyo bibliográfico que responde cada una de las preguntas hechas al alumno durante el examen y se permite que el alumno conserve su cuestionario para que pueda dos horas más tarde corroborar sus respuestas y reforzarlas con los comentarios publicados.

Sabemos además que en algunos departamentos de la Facultad de Medicina se ha utilizado en varias ocasiones un mismo examen y los resultados en cuanto a número de alumnos aprobados no han variado de manera significativa.

Nos interesa entonces saber si los comentarios que estamos presentando después del examen de evaluación ayudan al estudiante a modificar su rendimiento académico.

## HIPOTESIS

El refuerzo del conocimiento explorado en el examen hecho por medio de la publicación de respuesta con comentario y bibliografía, debe servir para facilitar la captación del conocimiento anatómico, por lo cual los alumnos deben contestar en los exámenes finales un porcentaje mayor de preguntas ya conocidas

**Cuadro 2.** Resultados obtenidos (por temas)

<i>1er Examen Final</i>	<i>Media más baja de calificación</i>	<i>Media más alta de calificación</i>	<i>Media global de calificación</i>
Tema 1	35.17	66.64	52.91
Tema 2	36.77	61.08	49.61
Tema 3	31.08	62.56	50.18
Tema 4	39.50	64.09	54.01
Tema 5	39.62	66.85	55.87

<i>2° Examen Final</i>	<i>Media más baja</i>	<i>Media más alta</i>	<i>Media global</i>
Tema 1	51.60	78.60	62.80
Tema 2	36.44	63.60	49.50
Tema 3	32.89	59.75	45.38
Tema 4	27.44	52.00	38.24
Tema 5	44.50	84.25	62.23

y reforzadas bibliográficamente en comparación con preguntas no conocidas.

## PLAN DE TRABAJO

Se hicieron respuestas con comentario y bibliografía para todos los reactivos de los exámenes parciales y finales de Anatomía Humana del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la U.N.A.M., del plan anual durante 1990.

En los exámenes finales se incluyó un reactivo (11 en total) de cada uno de los temas del programa utilizado en los exámenes parciales realizados previamente.

**Cuadro 3.** Frecuencia (%) de respuesta por tema

<i>1er Examen Final</i>	<i>0 - 20</i>	<i>21 - 40</i>	<i>41 - 60</i>	<i>61 - 80</i>	<i>81 - 100</i>
Tema 1	13	123	196	226	27
Tema 2	16	116	309	115	29
Tema 3	15	179	183	175	33
Tema 4	15	99	270	147	54
Tema 5	35	115	165	150	120

<i>2° Examen Final</i>	<i>0 - 20</i>	<i>21 - 40</i>	<i>41 - 60</i>	<i>61 - 80</i>	<i>81 - 100</i>
Tema 1	0	27	100	211	36
Tema 2	3	95	148	120	8
Tema 3	9	140	158	62	5
Tema 4	62	186	102	20	4
Tema 5	14	47	103	112	98

**Cuadro 1.** Distribución estadística de resultados obtenidos en exámenes finales

	<i>No. de preguntas</i>	<i>Ya conocidas</i>
Tema 1: Generalidades y miembros	13	(tema 5)
Tema 2: Cabeza y Cuello	15	5
Tema 3: Tórax, abdomen y pelvis	15	2
Tema 4: Sistema Nervioso	16	3
Total: Reactivos utilizados en exámenes parciales 70 preguntas	59	11

**Cuadro 4.** Numero (%) de alumnos entre 0 - 60 y 61 - 100 de % de respuestas

<i>Ier. Examen Final</i>	0 - 60	61 - 100
Tema 1	56.7%	41.4%
Tema 2	75.3%	24.5%
Tema 3	64.2%	35.5%
Tema 4	65.5%	34.3%
Tema 5	53.7%	46.1%
<hr/>		
<i>2º Examen Final</i>	0 - 60	61 - 100
Tema 1	33.94%	66.03%
Tema 2	65.77%	34.21%
Tema 3	82.07%	17.9 %
Tema 4	90.7 %	6.3 %
Tema 5	48. %	54.3 %

Se solicitó a cómputo el análisis estadístico de los reactivos de los exámenes finales por temas de acuerdo a la distribución que aparece en el cuadro 1.

Del análisis estadístico de los exámenes finales se obtuvieron las frecuencias de porcentaje de respuesta de cada uno de los temas entre 0 y 20, 21 y 40, 41 y 60, 61 y 80, 81 y 100.

## CONCLUSIONES

La calificación media más alta en el 1er. y 2do. exámenes finales lo obtuvo el tema 5 (reactivos ya utilizados) seguido del tema 1 (generalidades y miembros).

El mayor número de alumnos entre 81 - 100% de respuestas fue para el tema 5, tanto en el 1er. como en el 2º exámenes finales.

El mayor número de reprobados en el primer final correspondió al tema 2 (cabeza y cuello) y en el 2º final para el tema 4 (sistema nervioso).

Se confirma la hipótesis planteada, aunque se estimaban cifras mayores para los reactivos ya conocidos,

**Cuadro 5.** Resultados obtenidos de mayor a menor por frecuencia y temas

<i>Ier. Examen Final</i>	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
1er. Lugar	Tema 5	Tema 3	Tema 2	Tema 1	Tema 5
2º Lugar	Tema 2	Tema 1	Tema 4	Tema 3	Tema 4
3er. Lugar	Temas 3 y 4	Tema 2	Tema 1	Tema 5	Tema 3
4º Lugar		Tema 5	Tema 3	Tema 4	Tema 2
5º Lugar	Tema 1	Tema 4	Tema 5	Tema 2	Tema 1

<i>2º Examen Final</i>	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
1er. Lugar	Tema 4	Tema 4	Tema 3	Tema 1	Tema 5
2º Lugar	Tema 5	Tema 3	Tema 2	Tema 2	Tema 1
3er. Lugar	Tema 3	Tema 2	Tema 5	Tema 5	Tema 2
4º Lugar	Tema 2	Tema 5	Tema 4	Tema 3	Tema 3
5º Lugar	Tema 1	Tema 1	Tema 1	Tema 4	Tema 4

<i>Ier. Examen F.</i>	0 - 60	61 - 100
1er. Lugar	Tema 2	Tema 5
2º. Lugar	Tema 4	Tema 1
3er. Lugar	Tema 3	Tema 3
4º. Lugar	Tema 5	Tema 4
5º Lugar	Tema 5	Tema 4

<i>2º Examen F.</i>	0 - 60	61 - 100
1er. Lugar	Tema 4	Tema 1
2º Lugar	Tema 3	Tema 5
3er. Lugar	Tema 2	Tema 2
4o. Lugar	Tema 1	Tema 3
5o. Lugar	Tema 5	Tema 4

probablemente interviene una variable que impide un mejor resultado que va a examen final y no exenta, es un alumno con menor calidad estudiantil. También debemos considerar el factor olvido, más frecuente en estos alumnos.

Se vuelve a confirmar que los temas con mayor dificultad para los alumnos son cabeza y cuello (tema 2) y sistema nervioso (tema 4).

## BIBLIOGRAFIA

- Castellón González Felipe. Curso Propedéutico para profesores. Manual de trabajo. Colegio de Bachilleres, Agosto 1977.
- Murray R. Spiegel, Estadística -Libros McGraw-Hill Colombia 1a. Ed. -1991.

## Relación de los resultados del primer examen parcial departamental de anatomía humana y las regiones disecadas durante el primer trimestre de 1990 (U.N.A.M.)

*Dra. Rosa María Zuñiga Sánchez,\* Dr. Salvador De Lara Galindo\* y Dra. Isabel L. Alaminos Sager\**

**PALABRAS CLAVE:** disección; regiones disecadas; miembro superior; miembro inferior; grupo D (con disección); grupo ND (sin disección)

### RESUMEN

El objetivo del trabajo fue saber si existe alguna repercusión en la calificación del examen de Anatomía Humana en relación a las disecciones hechas por el alumno de los mismos temas vistos en clase y evaluados en dicho examen. El estudio se llevó a cabo en el primer trimestre de 1990, estudiando 11 subgrupos (164 alumnos) que disecaron miembro superior o miembro inferior (grupo D) y 11 subgrupos (173 alumnos) que no disecaron (grupo ND) en el mismo periodo de tiempo. Los datos se compararon con los resultados del examen de miembro superior y miembro inferior. Los resultados obtenidos mostraron que en ambos grupo (D y ND) es superior la calificación de los alumnos en miembro superior. En el grupo D es mayor el número de alumnos con mejor calificación en miembro inferior. Tanto en miembro superior como en miembro inferior es mayor el porcentaje de alumnos aprobados en el grupo D.

**KEY WORDS:** dissected regions; upper limb; lower limb; D group (Dissection group); Nd group (No dissection group)

### ABSTRACT

The survey was aimed to know if there is some repercussion in the students grades in the Human Anatomy exam in relation to the dissected regions by them dealing about the same topics studied in class and evaluated in this exam. The study was carried out in the first quarter in 1990 studying 11 groups (164 students) that dissected upper limb regions and lower limb regions (D group) and 11 subgroups (173 students) that did not dissect any region at all (ND group) during the same period of time. The results showed that in two groups (D and ND) the student's grades are better in upper limb. In D group there are more students with better grades in lower limb. In both limbs the percentage of students that pass the exam in group D was higher, compared with the group ND.

\* Departamento de Anatomía Humana de la Facultad de Medicina de la U.N.A.M.

## ANTECEDENTES

Desde épocas remotas la disección ha sido un recurso principal para las prácticas de Anatomía debido a la valiosa comprobación que nos da el cadáver enfatizando sobre todo en lo referente a las relaciones anatómicas.

Se han hecho diferentes trabajos de investigación sobre las disecciones, en algunos se analiza al final del curso de manera global el trabajo por año, recabando datos del número de regiones disecadas en el cadáver, el porcentaje del cadáver que está disecado y la profundidad que alcanzó la disección es decir si abarcó solo el plano superficial o se llegó a planos profundos.<sup>1,2,3</sup> Sin embargo no encontramos reportes que relacionen la participación de las disecciones en el proceso del aprendizaje.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Sabemos que las disecciones ayudan al estudiante a recordar y reafirmar el conocimiento anatómico, res-tándole lo imaginativo y comprobando características y dimensiones. No siempre disponemos del material suficiente para que los alumnos puedan disecar todas las regiones. Además, al tratar de aprovechar al máximo el cadáver, no siempre es posible coincidir y disecar las regiones de temas que se están abordando en la parte teórica del curso. El problema que se plantea es saber si existe alguna repercusión en la calificación del examen en relación a las disecciones hechas por el alumno, referentes a los mismos temas evaluados en dicho examen.

## HIPOTESIS

Si los temas teóricos (miembro superior y miembro inferior) y prácticos (miembro superior y miembro inferior) coinciden durante la época de su estudio, el alumno tendrá un porcentaje mayor de repuestas acertadas.

## MATERIAL Y METODO

Se elaboró una encuesta que fué aplicada a 11 subgrupos del turno matutino del plan anual de 1990; como la que se muestra en el cuadro 1.

Se tomaron en cuenta sólo las regiones disecadas en el primer trimestre del curso y los resultados del primer examen parcial departamental en los temas del

**Cuadro 1. Formato de la encuesta aplicada a los subgrupos matutinos del plan anual de 1990**

Grupo _____		Dr. (a) _____	
1.- ¿Cuántas veces diseca a la semana? _____			
2.- ¿Cuántos cadáveres tiene? _____			
No. de cuenta	Nombre del alumno	Regiones disecadas en el 1er. trimestre	

miembro superior y miembro inferior por las siguientes razones:

- a) Es el momento del curso en el que muchos alumnos pueden estar disecando regiones de temas vistos en clase (miembros superior e inferior).
- b) La dificultad de disecar cara y cuello y el hecho de que pocos alumnos puedan ser asignados a estas regiones hace que sea difícil tomar en cuenta el segundo examen parcial que corresponde a cara y cuello.
- c) La escasez de cadáveres íntegros hace difícil que los alumnos tengan la oportunidad de disecar órganos del tronco (3er. examen parcial departamental).
- d) El hecho de que predominan los elementos de la neuroanatomía que son microscópicos sobre lo macroscópico hace difícil comparar el aspecto teórico con el aspecto práctico a través de las disecciones.

Como grupo control, se seleccionaron 11 subgrupos que no disecaron durante el primer trimestre del año para comparar resultados con el grupo en estudio.

Se compararon los datos de la encuesta con los resultados del análisis estadístico del primer examen parcial departamental, que nos reporta cómputo.

Los datos de cada subgrupo se concentraron en el formato del cuadro 2.

Se estudiaron un total de 337 alumnos de 22 subgrupos, 11 que hicieron disecciones durante el primer trimestre de 1990 (164 alumnos) que llamaremos grupo D y 11 que no disecaron en ese mismo periodo de tiempo (173 alumnos) que llamaremos grupo ND.

**Cuadro 2. Formato para concentrar los resultados obtenidos por cada subgrupo en los exámenes**

	Mejor resultado en el examen de		
	Miembro Superior	Miembro Inferior	Igual en ambos miembros
Diseción de M.S.			
Diseción de M.I.			
Diseción de M.S. y M.I.			
Otra Diseción			

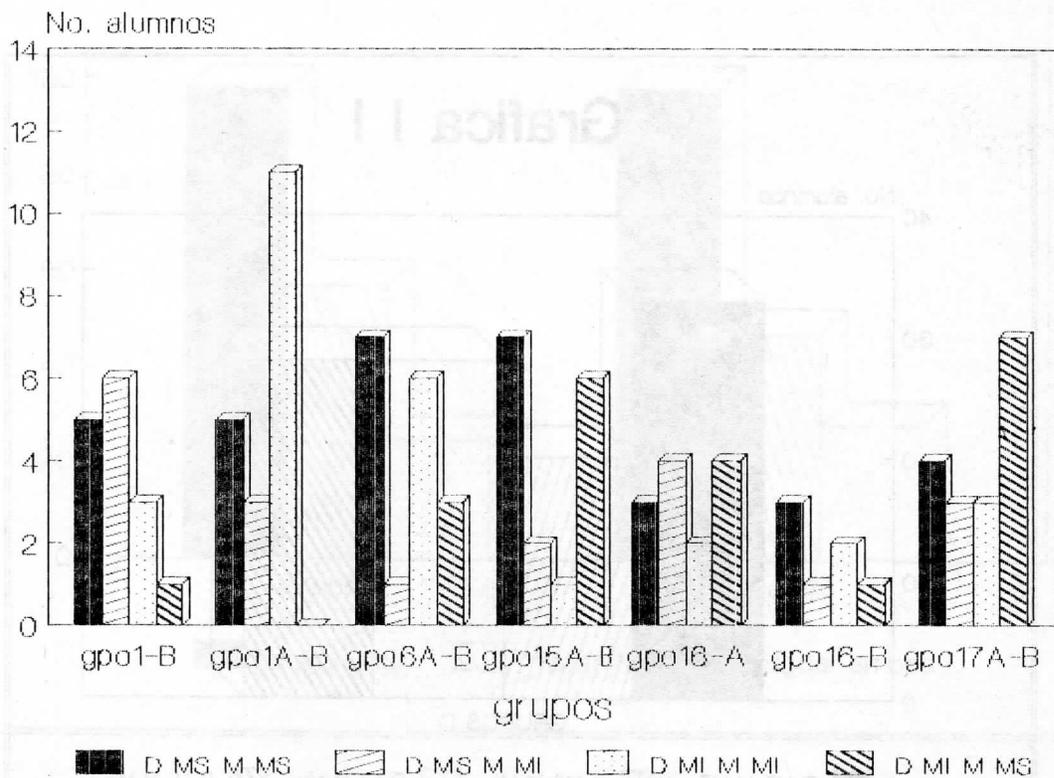
Todos los grupos D disecaron una vez a la semana y se reparten los alumnos entre 6 y 10 por cadáver.

**RESULTADOS**

a) En 9 de los 11 grupos D los alumnos que disecaron miembro superior se obtuvieron mejores resultados en las respuestas del examen referentes al miembro superior y en 2 grupos los resultados fueron mejores en lo que se refiere al miembro inferior (ver gráfica I).

b) En 4 de los grupos D los alumnos que disecaron miembro inferior se encontraron mejores resultados en los reactivos del examen del miembro inferior y en 7 fueron mejores en miembro superior (ver gráfica I).

**Gráfica I**



Cuadro 3. Frecuencias de calificaciones

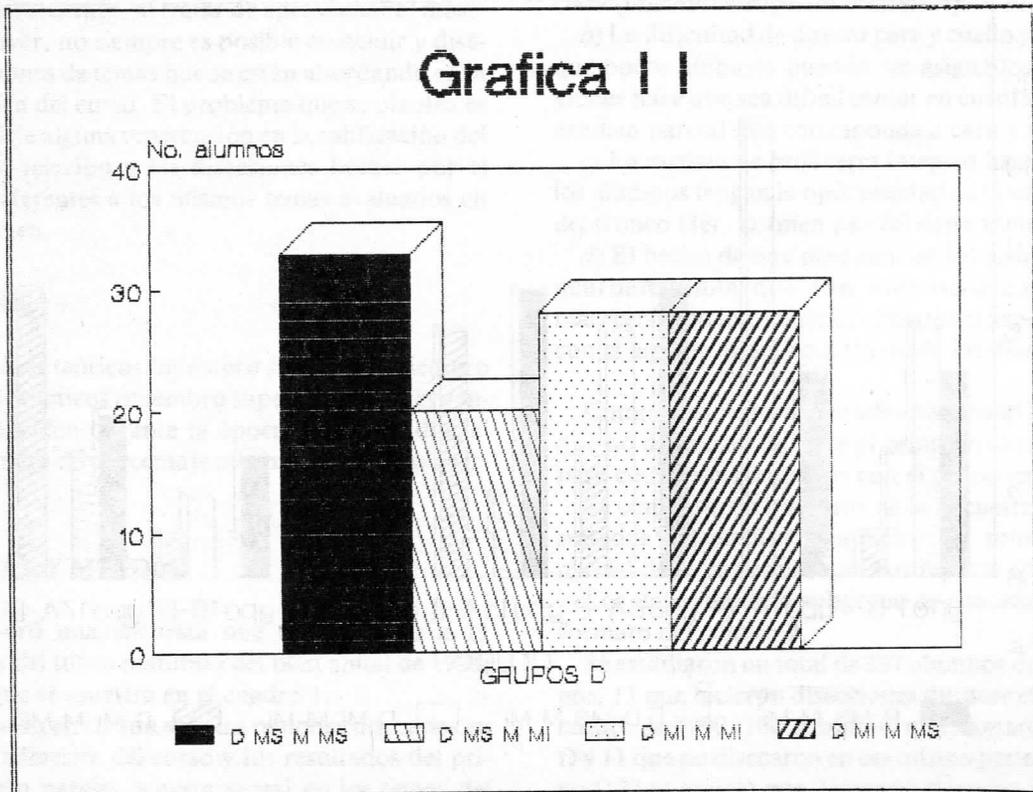
Calificación	Miembro Superior		Miembro Inferior	
	Grupo D	Grupo ND	Grupo D	Grupo ND
.7				1
1.3		1	1	4
2	1	4	11	6
2.7	7	10	6	21
3.3	15	14	15	20
4.	13	29	17	23
4.3			1	
4.7	19	24	22	22
5.3	21	20	16	24
6	30	17	17	19
6.7	16	28	20	12
7.3	21	12	14	10
8	7	4	7	8
8.7	9	5	12	1
9.3	4	4	5	2
10		1		
	<u>164</u>	<u>173</u>	<u>164</u>	<u>173</u>

Cuadro 4. Porcentaje de alumnos aprobados

	Miembro superior		Miembro inferior	
	Grupo D	Grupo ND	Grupo D	Grupo ND
Global	53%	41.04%	45.73%	30.05%
Sólo los que diseccionaron M.S.	52.05%			
Sólo los que diseccionaron M.I.			50.68%	

Resultado del examen

		Grupo D			GRUPO ND		
		M.S.	M.I.		M.S.	M.I.	igual
DISECCION	M.S.	33	20		98	47	28
	M.I.	28	28				
	M.S. y M.I.						
	No. diseccionaron Miembro	20	9	2			



c) Sumando los resultados, en 9 de los grupos D se incrementó el número de alumnos que tuvieron mejor calificación en miembro superior en comparación con miembro inferior y en 2 fue mejor el número de alumnos con mejor calificación en miembro inferior (ver gráfica III).

d) Los resultados globales de los grupos D muestran que:

1. Es mayor el número de alumnos que obtiene mejor calificación en miembro superior (60%) (ver cuadro 3).

2. De los alumnos que disecaron miembro inferior 69 (en total) 28 obtuvieron mejor calificación en

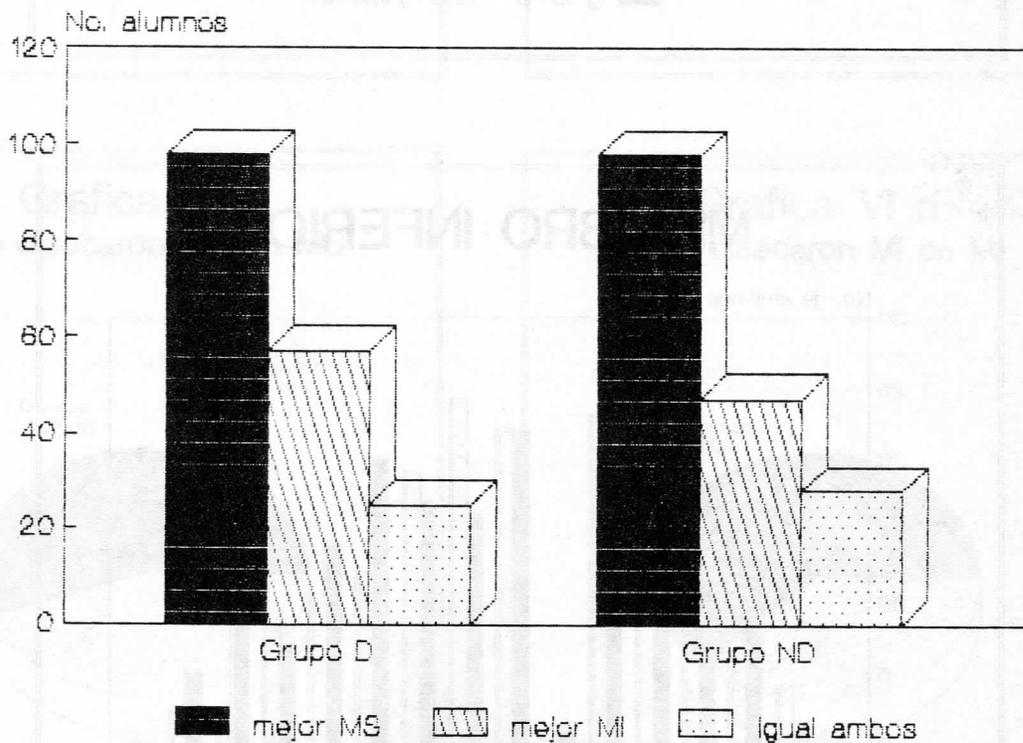
miembro superior, 28 mejor calificación en miembro inferior y 13 igual calificación en ambos miembros.

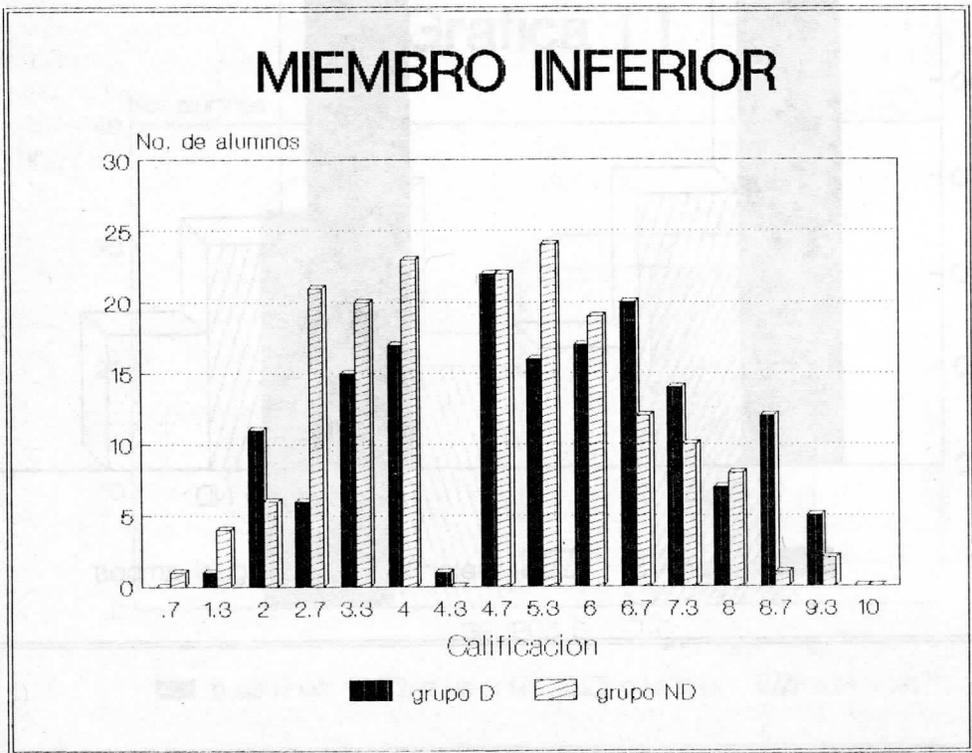
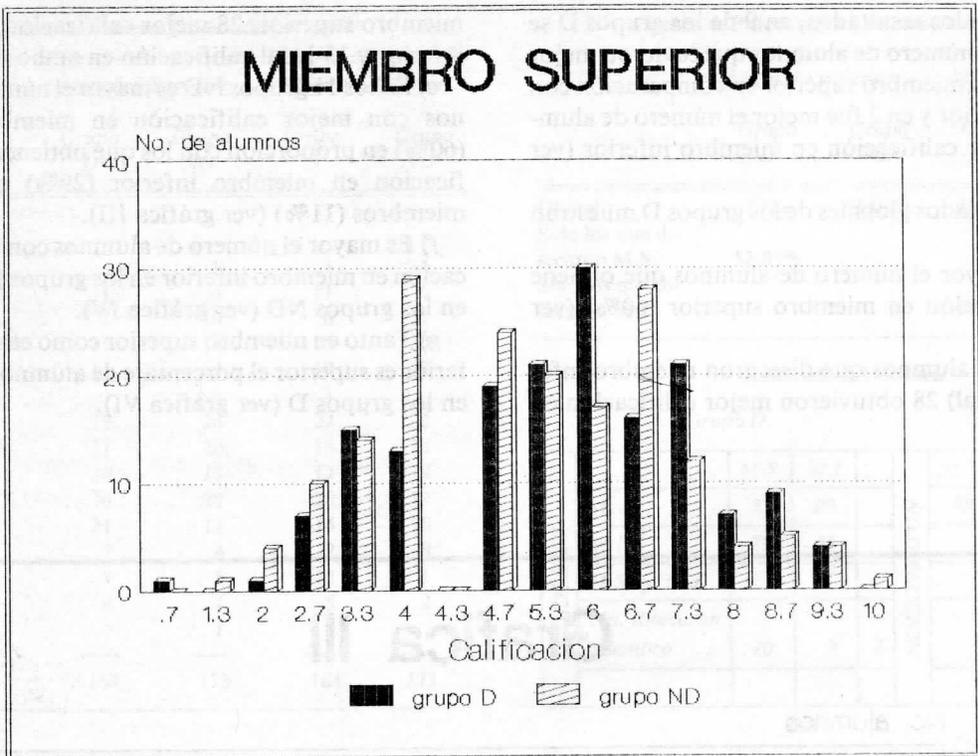
e) En los 11 grupos ND es mayor el número de alumnos con mejor calificación en miembro superior (60%) en proporción con los que obtienen mejor calificación en miembro inferior (29%) o en ambos miembros (11%) (ver gráfica III).

f) Es mayor el número de alumnos con mejor calificación en miembro inferior en los grupos D (35%) que en los grupos ND (ver gráfica IV).

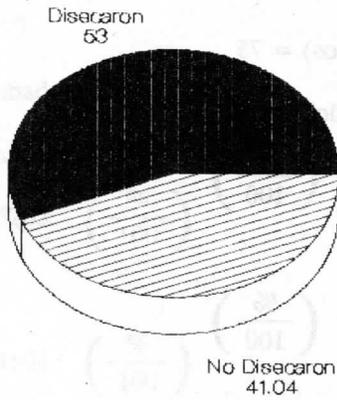
g) Tanto en miembro superior como en miembro inferior es superior el porcentaje de alumnos aprobados en los grupos D (ver gráfica VI).

### Grafica III

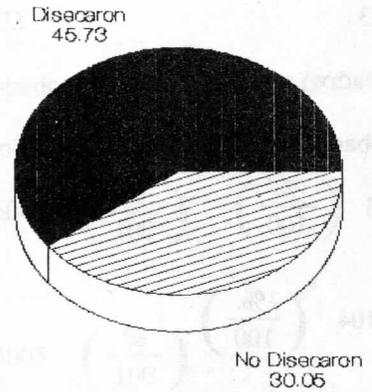




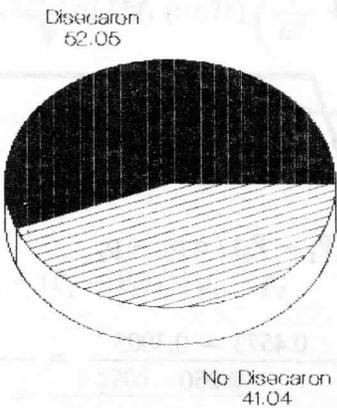
**Grafica VI a**  
Global MS %



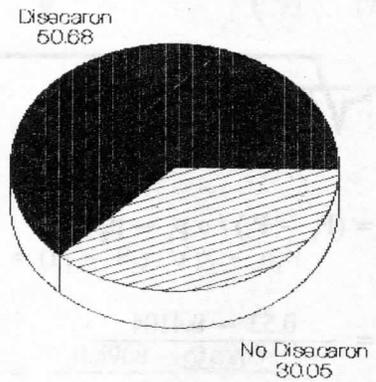
**Grafica VI b**  
Global MI %



**Grafica VI c**  
solo disecaron MS en MS



**Grafica VI d**  
solo disecaron MI en MI



### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS<sup>4</sup>

a) De todos los alumnos en miembro superior

$$N_d = 164$$

$$N_{nd} = 173$$

$$n_d (\text{aprobados}) = 87$$

$$n_{nd} (\text{aprobados}) = 71$$

$$P_1 = 0.53 \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P_2 = 0.4104 \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P = \frac{n_d}{N_d} + \frac{n_{nd}}{N_{nd}} = \frac{87}{164} + \frac{71}{173} = 0.46$$

$$q = 1 - P = 1 - 0.46 = 0.54$$

$$\sigma_{P_1 - P_2} = \sqrt{Pq \left( \frac{1}{N_d} + \frac{1}{N_{nd}} \right)}$$

$$= \sqrt{(0.46)(0.54) \left( \frac{1}{164} + \frac{1}{173} \right)}$$

$$= \sqrt{0.2483(0.011)} = 0.052$$

$$Z = (P_1 - P_2) / \sigma_{P_1 - P_2}$$

$$= \frac{0.53 - 0.4104}{0.052}$$

$$Z = 2.3$$

Es válido a nivel de significación de 0.10 y 0.05 ya que Z es superior a 1.28 y 1.645.

b) De todos los alumnos en miembro inferior:

$$N_d = 164$$

$$N_{nd} = 173$$

$$n_d (\text{aprobados}) = 75$$

$$n_{nd} (\text{aprobados}) = 52$$

$$P_1 = 0.4573 \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P_2 = 0.3005 \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P = \frac{n_d}{N_d} + \frac{n_{nd}}{N_{nd}} = \frac{75}{164} + \frac{52}{173} = 0.37$$

$$q = 1 - P = 1 - 0.37 = 0.63$$

$$\sigma_{P_1 - P_2} = \sqrt{Pq \left( \frac{1}{N_d} + \frac{1}{N_{nd}} \right)}$$

$$= \sqrt{(0.37)(0.63) \left( \frac{1}{164} + \frac{1}{173} \right)}$$

$$= \sqrt{0.2331(0.011)} = 0.050$$

$$Z = (P_1 - P_2) / \sigma_{P_1 - P_2}$$

$$= \frac{0.4573 - 0.3005}{0.050} = \frac{0.1568}{0.050}$$

$$Z = 3.136$$

Es válido a niveles de significación desde 0.1 hasta 0.002 ya que Z es superior a 2.88.

c) Resultado en miembro superior sólo alumnos que diseccionaron miembro superior, comparados con los que no diseccionaron

$$N_d = 67$$

$$N_{nd} = 173$$

$$n_d \text{ (aprobados)} = 38$$

$$n_{nd} \text{ (aprobados)} = 71$$

$$P_1 = 0.5205 \quad \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P_2 = 0.4104 \quad \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P = \frac{n_d}{N_d} + \frac{n_{nd}}{N_{nd}} = \frac{38}{67} + \frac{71}{173} = 0.329$$

$$q = 1 - P = 1 - 0.329 = 0.671$$

$$\sigma_{P_1 - P_2} = \sqrt{Pq \left( \frac{1}{N_d} + \frac{1}{N_{nd}} \right)}$$

$$= \sqrt{(0.329)(0.671) \left( \frac{1}{67} + \frac{1}{173} \right)}$$

$$= \sqrt{0.22(0.02)} = 0.066$$

$$Z = (P_1 - P_2) / \sigma_{P_1 - P_2}$$

$$= \frac{0.5205 - 0.4104}{0.066}$$

$$Z = 1.688$$

Es válido a nivel de significación de 0.05 ya que Z es mayor de 1.645.

d) Resultado en miembro inferior solo alumnos que diseccionaron miembro inferior, comparados con los que no diseccionaron.

$$N_d = 73$$

$$N_{nd} = 173$$

$$n_d \text{ (aprobados)} = 37$$

$$n_{nd} \text{ (aprobados)} = 52$$

$$P_1 = 0.5068 \quad \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P_2 = 0.3005 \quad \left( \frac{\%}{100} \right)$$

$$P = \frac{n_d}{N_d} + \frac{n_{nd}}{N_{nd}} = \frac{37}{73} + \frac{52}{173} = 0.278$$

$$q = 1 - P = 1 - 0.278 = 0.722$$

$$\sigma_{P_1 - P_2} = \sqrt{Pq \left( \frac{1}{N_d} + \frac{1}{N_{nd}} \right)}$$

$$= \sqrt{(0.278)(0.722) \left( \frac{1}{73} + \frac{1}{173} \right)}$$

$$= \sqrt{0.2(0.019)} = 0.061$$

$$Z = (P_1 - P_2) / \sigma_{P_1 - P_2}$$

$$= \frac{0.5068 - 0.3005}{0.061}$$

$$Z = 3.38$$

Es válido a nivel de significación de 0.002 porque Z es superior a 2.88.

### $\chi^2$ , COMPARANDO NUMERO DE ALUMNOS APROBADOS

a) De todos los alumnos en miembro superior:

	Aprobados	No aprobados	
D	76.89 87	87.10 77	164
ND	81.10 71	91.89 102	173
	158	179	337

$$\chi^2 = \frac{(87-76.89)^2}{76.89} + \frac{(77-87.10)^2}{87.10} + \frac{(71-81.10)^2}{81.10} + \frac{(102-91.89)^2}{91.89} = 4.85$$

Grados de libertad = (2-1)(2-1) = 1

Es significativo a 0.05 ya que es mayor de 3.841.

b) De todos los alumnos en miembro inferior

	Aprobados	No aprobados	
D	61.80 75	102.19 89	164
ND	65.19 52	107.80 121	173
	127	210	337

$$\chi^2 = \frac{(75-61.8)^2}{61.8} + \frac{(89-102.19)^2}{102.19} + \frac{(52-65.19)^2}{65.19} + \frac{(121-107.8)^2}{107.8} = 8.832$$

Grados de libertad = (2-1) (2-1) = 1

Es significativo a 0.01 ya que es superior a 6.635

c) De los alumnos que disecaron miembro superior comparados con los que no disecaron:

	Aprobados	No aprobados	
D	30.42 38	36.57 29	67
ND	78.57 71	94.42 102	173
	109	131	240

$$\chi^2 = \frac{(38-30.42)^2}{30.42} + \frac{(29-36.57)^2}{36.57} + \frac{(71-78.57)^2}{78.57} + \frac{(102-94.42)^2}{94.42} = 4.76$$

Grados de libertad = (2-1)(2-1) = 1

Es significativo a 0.05 ya que es superior a 3.841

d) De los alumnos que disecaron miembro inferior comparados con los que disecaron:

	Aprobados	No aprobados	
D	26.4 37	46.58 36	73
ND	64.15 52	110.41 121	173
	89	157	246

$$\chi^2 = \frac{(37-26.4)^2}{26.4} + \frac{(36-46.58)^2}{46.58} + \frac{(52-64.15)^2}{64.15} + \frac{(121-110.41)^2}{110.41} = 90.96$$

Grados de libertad = (2-1) (2-1) = 1

Es significativo a 0.01 ya que es mayor de 6.635

**CONCLUSIONES**

Se confirma la hipótesis ya que tanto en miembro superior como en miembro inferior hay mejores resultados entre los alumnos que diseccionan, siendo el resultado con mayor significación estadística en las calificaciones de miembro inferior.

**DISCUSION**

Los resultados obtenidos apoyan la importancia que las disecciones tienen en el estudio de la Anatomía y nos llevan a recomendar la preparación de material de disección que pueda servir de apoyo para el estudio

de cada uno de los temas del programa, así como la necesidad de aumentar el tiempo disponible para las disecciones.

**BIBLIOGRAFIA**

1. Granados Navarrete M. "Determinación de la eficiencia de la disección en el aprendizaje de la Anatomía en la Facultad de Medicina, UNAM". Archivos Mexicanos de Anatomía 21:1:9-16 1985.
2. Granados Navarrete M. "Comparación de la disección ante el último curso de Anatomía Humana en el Plan de Estudios 1967 y el primero de 1985 en la Facultad de Medicina. UNAM. Archivos Mexicanos de Anatomía. 24:1:7-16, 1987.
3. Granados Navarrete M., Compartamiento de la disección durante la implantación en un nuevo programa de estudio - Archivos Mexicanos de Anatomía. 26:1:58-63, 1990
4. Murray R. Spiegel - Estadística - Libros McGraw-Hill Colombia 1a. ed - 1961.

## Esqueletos novohispanos con anomalía congénita

A.F. Alfonso Rosales López.\* A.F. Mario Ceja Moreno.\* A.F. José Luis del Olmo Calzada.\*  
A.F. J. Concepción Jiménez López.\* Dr. J. Jesús Guízar- Vázquez.\*\*

**PALABRAS CLAVE:** *paleopatología; hemidisplasia; adactilia; hipoplasia; sindactilia*

### RESUMEN

Se describe un sujeto del sexo femenino de la época colonial que presentó una malformación congénita; se localizó durante las excavaciones realizadas en el año de 1980 en la plaza de la Iglesia de la Santa Cruz y Soledad de Nuestra Señora, México, D. F. El caso presentó hemidisplasia ósea de la extremidad superior izquierda caracterizada por la hipoplasia del húmero cúbito, radio, con fusión de cinco carpos, los cuales a su vez se unieron a tres metacarpos (I, II y III) y adactilia. La edad de fallecimiento se estimó entre los 25 a 30 años, la cronología asignada al esqueleto se calculó tentativamente en 300 años de antigüedad a partir del presente. Se enfatiza en la importancia de mostrar este tipo de patología con el fin de dar a conocer nuestros antecedentes biológicos y culturales.

## An skeleton from the colonial period whith congenital anomaly

**KEY WORDS:** *paleopathology; hemidisplasy; adactily; hypoplasia; sindactily*

### ABSTRACT

We describe the case of a female subject who lived in the Mexican Colony period and present a congenital malformation involving the left upper extremity. This skeleton was found during the excavation done in 1980, in the Atrium of the Church of Santa Cruz y Soledad de Nuestra Señora, in Mexico City.

The skeleton presented bone hemidisplasy of the left upper extremity, with hypoplasia of the humerus, ulna and radio bones; the five carpal bones were fused altogether, and also with the only three metacarpal bones and adactily. The woman died when she was 25 or 30 years old, and the age of the skeleton was estimated in 300 years old. We stress the importance of this paleopathology finding for the better understanding of our medical anthropologic background.

\*Profesor de Investigación Científica. Dirección de Antropología Física, Instituto Nacional de Antropología e Historia, SEP.

\*\*Investigador Nacional, SNI, Unidad de Investigación Clínica en Genética Humana, Subjefatura de Investigación, IMSS.

Solicitud de Sobretiros:  
Antrop. Fis. Alfonso Rosales López

## INTRODUCCION

Una de las problemáticas más importantes en el estudio de la paleopatología, es la interpretación de anomalías de tipo congénito, ya que los efectos pleiotrópicos y de epistasis la mayoría de las veces ocultan su verdadera etiología.<sup>29</sup> Esta situación se complica porque en muchas ocasiones no se cuenta con los restos óseos completos del individuo afectado, además de que se carece de toda información que pudiera proporcionar el tejido blando, a excepción del material momificado; por lo que las analogías con casos clínicos reportados en la actualidad, deben hacerse con cuidado y tomando en cuenta principalmente la historia natural del padecimiento del cual se sospecha como responsable del defecto. Para ilustrar lo anterior se presenta el caso de una anomalía congénita, encontrada en los restos óseos de una mujer que vivió durante la época colonial, y cuyos restos se encontraron en el atrio de la Iglesia de la Santa Cruz y Soledad de Nuestra Señora. Dicha anomalía corresponde a una entidad clínica que se puede denominar como: "Hemidisplasia del miembro superior izquierdo, acompañado con fusión de carpos y algunos metacarpos". Se discute la manera de estudiar e interpretar un diagnóstico, la certidumbre de éste, y la importancia que tiene el estudio de casos como el presente para enriquecer el conocimiento de la variabilidad genotípica de nuestras poblaciones en el pasado.

## ANTECEDENTES DEL HALLAZGO

El entierro forma parte de una colección de esqueletos y restos óseos recuperados durante las excavaciones realizadas en 1980, por parte de investigadores del entonces Departamento de Antropología Física del Instituto Nacional de Antropología e Historia, en el templo de la Santa Cruz y Soledad de Nuestra Señora, México D. F.<sup>17</sup>

De acuerdo a Jiménez<sup>17</sup> se trata del entierro número 66, que corresponde a un individuo adulto joven (21 a 35 años), de sexo femenino, parcialmente removido, directo, que fue encontrado en posición de decúbito dorsal extendido, orientado de oeste a este. Las extremidades superiores se localizaron flexionadas y los huesos de las manos apoyados sobre las vértebras lumbares. A nivel de la cintura pélvica y sobre la misma se encontraron restos de un niño, cuya edad de acuerdo a los parámetros de Hooton<sup>15</sup> se clasificó como primera infancia (0 a 3 años), a estos restos le correspondió el número 84, y como dato interesante en este último en-

tierro se encontraron huellas de acción del fuego (foto 1). Se localizó a una profundidad general de 2.63 m., su antigüedad con base en el reporte de campo se estimó en 200 a 300 años a partir del presente.<sup>17</sup>

## MATERIAL Y METODOS

Previo al análisis de los restos óseos, el esqueleto fue lavado, restaurado y marcado de acuerdo a los lineamientos establecidos en el laboratorio de Antropología Física de la DAF. Para la descripción del esqueleto se utilizó básicamente la observación morfológica de cada uno de los elementos óseos, incluyendo en ellos las variantes no métricas para vértebras descritas por Jaen<sup>16</sup> y para el esqueleto postcranial las propuestas por Finnegan<sup>8</sup> así como un seguimiento biomecánico de las huellas de inserciones musculares para identificar en su caso algún vicio postural. Para verificar asimetrías se tomaron algunos datos métricos (tabla 1), las cuales se obtuvieron de acuerdo a las normas internacionalmente establecidas.<sup>4</sup>

Se calculó la estatura que tuvo en vida el sujeto investigado por medio de la fórmula de Pearson,<sup>24</sup> con base en la longitud del fémur. El sexo y la edad se establecieron de acuerdo a los parámetros morfológicos descritos por Krogman,<sup>18</sup> tanto en huesos largos como en la sínfisis púbica. Por último se sacaron placas radiográficas (Rx), de los huesos afectados, por medio de un aparato de rayos X marca Pickerd X-Omat, propiedad de la Dirección de Antropología Física (DAF), a una intensidad de 55 kilovolts y 11 miliamperes, con distancia del foco de 1 m y un tiempo de exposición de 1 segundo.

## RESULTADOS

### Descripción del caso

Al realizar el inventario del esqueleto se encontró que faltan las siguientes piezas óseas: cráneo, mandíbula, las seis primeras vértebras cervicales, esternón y falanges de manos y pies; quizá removidas por las frecuentes reinterhumaciones y exhumaciones realizadas en lugares muy próximos al lugar en donde se encontraba el entierro de nuestro interés.

Se verificó con mayor cuidado el sexo asignado, llegando a la conclusión de que efectivamente se trataba de un individuo de sexo femenino.

Representa un motivo de discusión las discrepancias encontradas en cuanto a la edad; así se tiene que, de acuerdo a los parámetros de Krogman<sup>18</sup> para deter-

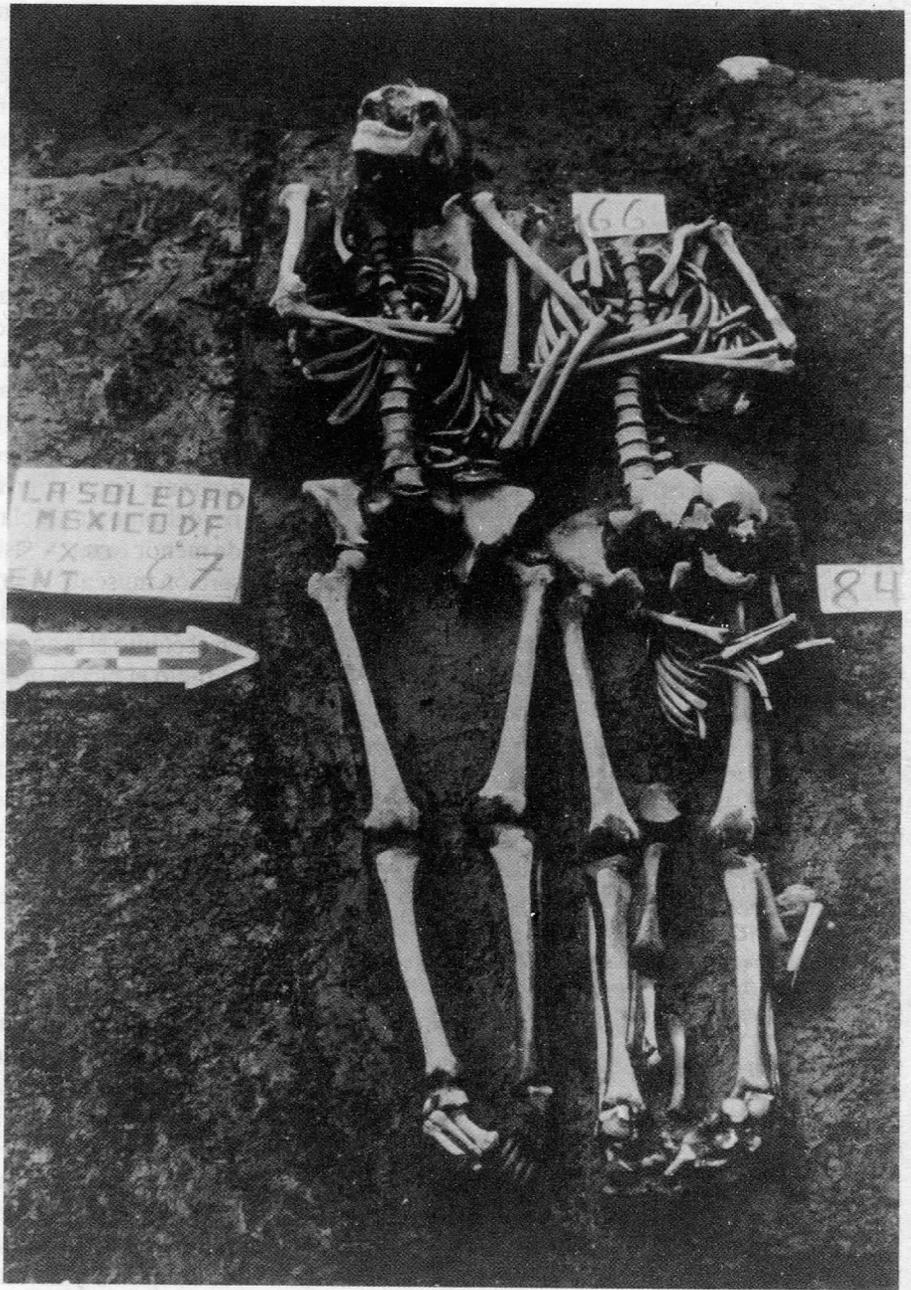


Fig. 1. Entierros *in situ* 66, 67 y 68 colectivos simultáneos.

minar la edad con base en sínfisis púbica, le correspondería una edad de 30 a 35 años, sin embargo, de acuerdo al cierre epifisario de los huesos largos este individuo tendría entre 20 a 25 años. Posiblemente las diferencias registradas en cuanto a la edad ósea pudieran estar influenciadas por el padecimiento de fondo. La estatura es de 151. 62 centímetros.

A primera vista se observa una marcada asimetría entre ambos miembros superiores, destacando la menor longitud del izquierdo a causa de un desarrollo no adecuado de los siguientes componentes óseos: cúbito, radio, carpianos y metacarpianos. Esta anomalía que técnicamente se inserta dentro de las llamadas hemidisplasias generalizadas, se caracteriza por una hi-

**Cuadro 1.** Osteometría postcraneal del entierro 66.

HUESO	DERECHO mm	IZQUIERDO mm
<b>HUMERO</b>		
Longitud máxima.	289.0	282.0
Diámetro mínimo a la mitad de la diáfisis.	16.5	13.0
Diámetro máximo a la mitad de la diáfisis.	20.5	16.0
Perímetro mínimo.	58.0	45.0
<b>CUBITO</b>		
Longitud máxima.	242.0	187.0
Longitud fisiológica.	216.0	168.0
Diámetro transversal subsigmoideo.	17.0	17.0
Diámetro anteroposterior subsigmoideo.	21.0	18.0
Perímetro mínimo.	32.0	25.0
<b>RADIO</b>		
Longitud máxima.	240.0	176.0
Longitud fisiológica.	215.0	168.0
Diámetro transversal a la mitad de la diáfisis.	11.5	8.0
Diámetro anteroposterior a la mitad de la diáfisis.	12.0	11.0
Perímetro mínimo.	39.0	33.0
<b>OMÓPLATO</b>		
Anchura máxima.	95.0	90.0
Altura Máxima.	137.0	126.0
<b>CLAVÍCULA</b>		
Longitud máxima.	139.0	139.0
Anchura máxima externa.	12.0	11.0
<b>SACRO</b>		
Anchura máxima.	105.0	105.0
Longitud máxima.	101.0	101.0
<b>FEMUR</b>		
Longitud máxima.	408.0	405.0
Longitud fisiológica.	405.0	402.0
Diámetro transversal a la mitad de la diáfisis.	25.0	27.0
Diámetro anteroposterior a la mitad de la diáfisis.	26.0	23.0
Diámetro transversal subtrocantérico.	28.0	30.0
Diámetro anteroposterior subtrocantérico.	23.0	25.0
Perímetro mínimo.	80.0	81.0
<b>TIBIA</b>		
Longitud máxima.	349.0	345.0
Longitud máxima sin espina.	341.0	339.0
Diámetro transversal al nivel del agujero nutricio.	21.0	20.0
Diámetro anteroposterior al nivel del agujero nutricio.	33.0	35.0
Perímetro mínimo.	73.0	75.0

poplasia radio-cubital, fusión de carpianos y probablemente falta de los IV y V metacarpianos (foto 2). Antes de discutir el significado de las anteriores definiciones se considera importante realizar una descripción del esqueleto, haciendo énfasis en la anomalía presentada.

### Análisis morfológico

Si bien las estructuras óseas del miembro superior derecho pueden catalogarse como normales, las del izquierdo presentan características especiales, que son importantes de anotar: como puede observarse en la foto 2, la reducción antes mencionada se ve más acentuada por la gracilidad de los huesos, la cual no sólo es aparente puesto que al comparar las carillas articulares del omóplato, clavícula, cúbito y radio, éstas son de menor tamaño; así como también las marcas de inserción muscular como en el omóplato el trapecio y el deltoides, en la clavícula el esternocleidomastoideo, en el cúbito el braquial anterior y el tríceps braquial, en el radio el bíceps braquial y el supinador largo.

Al comparar los valores métricos de los huesos, los resultados muestran que existe una menor longitud en los elementos óseos del lado izquierdo, con excepción del diámetro transversal subsigmoideo del cúbito y de la longitud máxima de la clavícula que son iguales en ambos miembros (tabla 1). Es importante mencionar que las mayores diferencias se encuentran en la longitud máxima del húmero, cúbito y radio, longitud fisiológica del cúbito y radio, altura máxima del omóplato y perímetro mínimo del húmero, pudiéndose considerar a las demás diferencias dentro de una asimetría normal.

Además de lo antes señalado el cúbito y radio izquierdos presentan las siguientes características especiales: mientras que la epífisis proximal del cúbito es normal, la distal es de menor tamaño, se encuentra aplanada en dirección externointerna y la apófisis estiloides está poco desarrollada, la carilla articular para el radio es muy pequeña y situada sobre la parte inferior de la epífisis y no lateroexterna como es normal, esto sugiere que el cúbito ocupaba una posición anormal, es decir, que estaba sobre la epífisis distal del radio; este último tiene una superficie articular proximal de menor tamaño y la tuberosidad bicipital tiene forma irregular, la epífisis distal es pequeña, de forma oval, aplanada en sentido anteroposterior y la apófisis estiloides del radio al igual que la del cúbito es rudimentaria. Las superficies articulares para los carpos presentan una sola excavación anteroposterior que coincide perfectamente con la carilla para el semilunar, y probablemente parte del

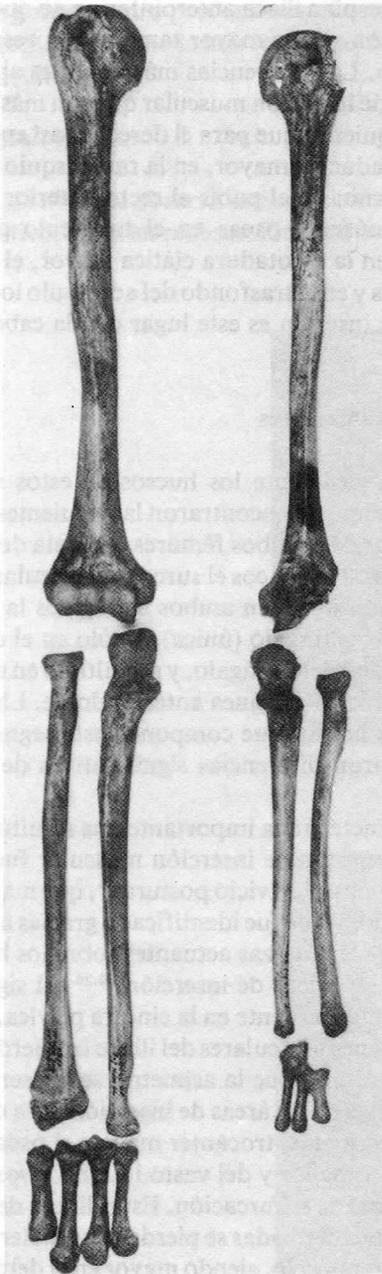


Fig. 2. Miembros superiores del esqueleto correspondiente al entierro No. 66. Obsérvese su asimetría.

piramidal, que se encuentran fusionados, de ahí que sólo presente una carilla articular. La superficie articular para el cúbito es alargada y dirigida hacia arriba, lo que corrobora la articulación defectuosa del cúbito y el radio antes mencionada (foto 2).

Los huesos del carpo izquierdo en su mayoría están fusionados y forman una unidad, fue posible determinarlos por la posición anatómica que guardan con respecto a la articulaciones involucradas y son: semilunar, piramidal, hueso grande, hueso ganchoso y trapezoide. El trapezio, escafoides y pisiforme desafortunadamente no fueron localizados durante la exploración del entierro, por tanto se carece de información sobre su morfología, sin embargo, la existencia de carillas articulares para los mismos hace suponer su existencia en vida del sujeto.

Los metacarpianos izquierdos I, II y III se encuentran fusionados entre si a nivel de sus extremos proximales, uniéndose a su vez con la masa de los carpos. El I se encuentra unido al II a través de un puente óseo que abarca parte de su extremo proximal y del tercio superior de la diáfisis; la carilla superior de este metacarpiano que se articula con el trapezio es anormal en tamaño y forma. Debe señalarse que los tres metacarpianos son hipoplásicos, rectos, no se marca la concavidad normal y sin pulgar oponible, como se puede apreciar en la radiografía de la foto 3.

Las falanges de ambas manos faltan; sin embargo, el hecho de que las estructuras óseas de la mano derecha sean normales, hace suponer que sus falanges también lo hayan sido; en cambio, las de la mano izquierda pudieran haber tenido problemas de diferenciación (adactilia), ya que las epífisis de los metacarpos existentes se encuentran completamente aplanadas, sin formar una verdadera cabeza articular. Desafortunadamente estas dos últimas aseveraciones no pueden afirmarse categóricamente por falta de las falanges de ambas manos.

### Caja torácica

En las vértebras se observaron ligeros cambios en las carillas articulares superiores e inferiores indicadores de una ligera escoliosis, con doble curva que abarca desde la 7a. cervical a la 2a. dorsal, después se hace izquierda a partir de la 3a. dorsal hasta la 8a. A partir de la 9a. dorsal se presenta un aplanamiento simétrico hacia abajo y en las lumbares hacia la parte anterior de los cuerpos, lo que hace notar una ligera lordosis. Asimismo se observó que la apófisis espinosa de la 7a. cervical tiene una desviación del eje longitudinal hacia el lado derecho. Por último, no se encontró alguna variante anatómica normal de las descritas por Jaen.<sup>16</sup> En cuanto a las 24 costillas no muestran algún cambio notable en su morfología.

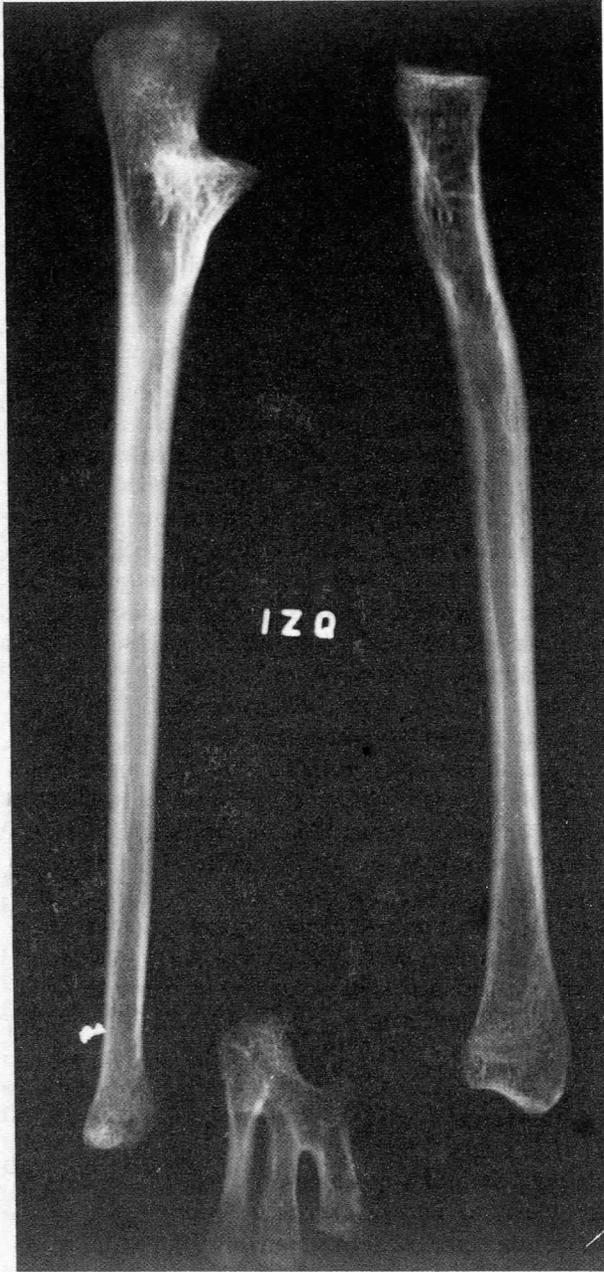


Fig. 3. Radiografía que ilustra la fusión de los metacarpios izquierdos.

### Cintura pélvica

Los iliacos sólo presentan cambios a nivel del acetábulo del lado izquierdo, en donde el punto de unión ileopúbica y de la ceja cotiloidea pierde su forma esférica y se prolonga ligeramente hacia arriba, en direc-

ción de la espina iliaca anteroinferior, lo que hace que esta porción sea de mayor tamaño con respecto a su homólogo. Las diferencias más notables aparecen en las líneas de inserción muscular que son más marcadas para el izquierdo que para el derecho, así en el isquion el crural, aductor mayor, en la rama isquio púbrica, el recto interno; en el pubis el recto anterior del abdomen, el músculo psoas en el tubérculo del mismo nombre, en la escotadura ciática mayor, el piramidal de la pelvis y en el trasfondo del acetábulo los ligamentos que se insertan en este lugar con la cabeza del fémur.

### Miembros inferiores

Morfológicamente los huesos de estos segmentos son normales y se encontraron las siguientes variantes anatómicas,<sup>9</sup> en ambos fémures la faceta de Allen y la placa, en ambos iliacos el surco preauricular y la faceta iliaca accesoria, en ambos astrágalos la superficie inferior del astrágalo (única), y sólo en el derecho la faceta medial del astrágalo, y por último en ambos calcáneos la faceta calcánea anterior doble. La osteometría de los huesos que componen este segmento óseo no mostraron diferencias significativas de asimetría (tabla 1).

Una característica importante que resultó del análisis de las marcas de inserción muscular fue la detección de un posible "vicio postural", que más tarde será discutido, y que fue identificado gracias a la reconstrucción de las fuerzas actuantes sobre los huesos por medio de las líneas de inserción,<sup>10,28</sup> así siguiendo lo descrito anteriormente en la cintura pélvica, en donde las inserciones musculares del iliaco izquierdo son más robustas, resulta que la asimetría se conserva para el fémur a nivel de las áreas de inserción para el músculo glúteo menor en el trocánter mayor, el psoasiliaco en el trocánter menor y del vasto interno y vaso externo para la rama de trifurcación. Estas líneas de inserción muscular tan marcadas se pierden y se invierten a nivel del agujero nutricio, siendo mayor en el derecho, donde se forma una verdadera pilastra (índice pilástrico de 104.0); probablemente la causa de ello radica en una mayor acción muscular de la porción corta del bíceps, del segundo abductor y de la porción distal del abductor mayor. Esta relación se conserva para la tibia a nivel de los músculos semimembranoso, sóleo y del extensor propio del dedo gordo. Lo mismo pasa con el peroné a nivel del peroneo lateral largo en su porción proximal y del ligamento peroneo astragaliano posterior. Por último el canal para el flexor pro-

pio del dedo gordo es más profundo en el astrágalo y calcáneo derecho, así como la marca de inserción de el tendón de Aquiles.

### Análisis radiológico

En las Rx de tibias se observa una aposición de tejido subperióstico, sin gran reabsorción ósea de la cavi-

dad medular, por lo que ésta aparece ligeramente adelgazada sin llegar a niveles patológicos; sin embargo, en la tibia izquierda hacia la mitad de su diáfisis existe un estrangulamiento del canal medular (foto 4). Ninguno de los huesos presentó líneas de Harris, a excepción del radio izquierdo hipoplásico, en donde se llegan a observar algunas líneas hacia el tercio superior de la diáfisis, a nivel de la corredera bicipital (foto 5).

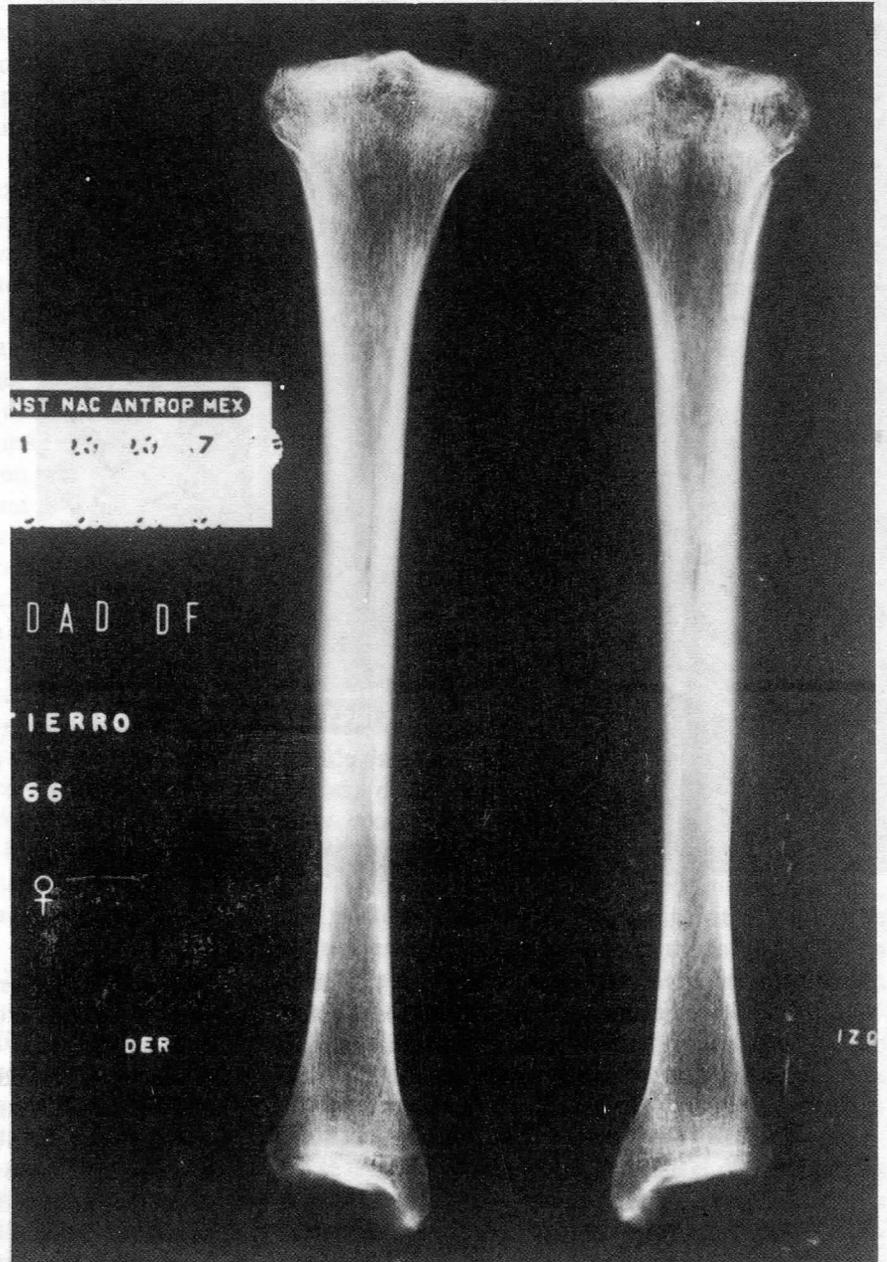


Fig. 4. Radiografía que muestra el estrangulamiento del canal médular en la tibia izquierda.

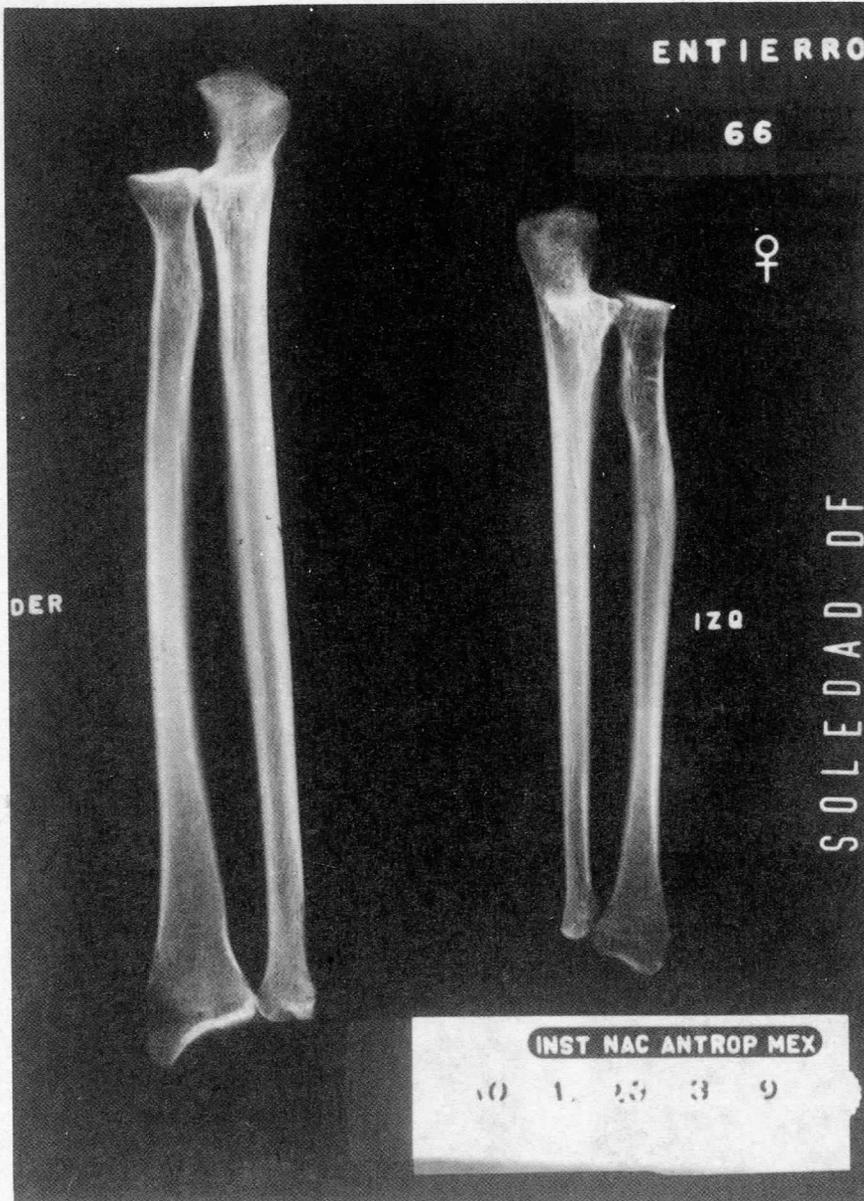


Fig. 5. Radiografía de ambos huesos del antebrazo, obsérvese la presencia de líneas de Harris, del izquierdo.

Por último, es importante hacer notar que aparentemente el tejido trabecular en todos los huesos es abierto, es decir, con trabéculas grandes pero bien definidas, por lo que no se pierde la arquitectura interna normal del hueso.

#### DISCUSION

Llama la atención que al realizar la descripción de la anomalía se le haya definido como una hemidisplasia,

por tanto es conveniente primero definir estos términos para con ello circunscribir el defecto a uno o varios diagnósticos con un grado de veracidad aceptable. el término displasia es una definición genética que se refiere a cualquier "perturbación del proceso de diferenciación celular"<sup>12</sup> o también del desarrollo,<sup>20</sup> cuyo resultado provoca una anomalía en el desarrollo tisular, por tanto, las displasias son heterogéneas y de etiología diferente, ya que pueden ser producidas por factores genéticos o por

factores ambientales que actúan sobre un substrato genético vulnerable; por lo general a este tipo de padecimientos se les clasifica de acuerdo a la entidad tisular afectada, así en el presente caso se estaría hablando de una displasia ósea. Cuando la displasia afecta a una sola entidad de una estructura bilateral (p. ej. extremidades superiores, ventrículos y aurículas cardiacas, pulmones, etc.), se le antepone el prefijo Hemi (mitad), especificando después la entidad afectada. Por tanto, para el presente caso se habla de una hemidisplasia ósea del miembro superior izquierdo, quedando con ello entendido, la existencia de una perturbación en el proceso del desarrollo celular en alguna región o toda la extremidad superior izquierda.

También se empleó la palabra hipoplasia para referirse al empequeñecimiento que se observó en el radio y cúbito; este término significa la existencia de una deficiencia en el desarrollo<sup>20,34</sup> de su órgano o tejido, causado por la disminución del número de sus células, lo que permite apreciar un órgano o tejido más pequeño de lo que debería de ser. Es importante distinguir esta definición de la hipotrofia,<sup>20,34</sup> la cual al igual que la anterior significa empequeñecimiento de un órgano o tejido, sin embargo, ésta es debida a una disminución del volumen de las células más no de su cantidad, lo cual es clásico que suceda en periodos de desnutrición, en donde se produce una disminución del tejido graso y muscular de los individuos con la consecuente disminución de peso; esta reducción se explica principalmente no por la disminución del número total de células, sino por la pérdida de citoplasma.

En el esqueleto de interés es claro que se está hablando de una hipoplasia, puesto que el empequeñecimiento del cúbito y radio es consecuencia de una falta de crecimiento celular, la que determinó una disminución de su tamaño en sus tres dimensiones, como se pudo comprobar por el análisis osteométrico. Ya que las características físicas y biológicas que presenta el hueso,<sup>11</sup> hacen imposible que una disminución en el protoplasma de las células óseas explique su reducción.

En sentido estricto el desarrollo hipoplásico abarcó tanto a los carpianos como a los metacarpianos, sin embargo, generalmente se prefiere anteponer el nombre hipoplásico al elemento óseo más representativo, de cualquier forma, técnicamente la anomalía se tendría que definir como hipoplasia de radio, cúbito, carpianos y metacarpianos; se podría suponer que también las falanges de la mano estuvieron afectadas, sin embargo, el no haber sido localizadas al momento de la excavación, hace imposible esta afirmación.

Tomando en cuenta lo anterior, la definición general que se ha dado a la patología es adecuada; pero de ninguna manera constituye un diagnóstico de la misma, ya que estas definiciones resultan generales y sólo son aplicadas a falta de diagnóstico o bien cuando este resulta impreciso. Para realizar un diagnóstico con un buen grado de veracidad es necesario tomar en cuenta una serie de consideraciones teóricas que han resultado de los estudios en genética y medicina.

Como se sabe la gran mayoría de los defectos morfológicos<sup>22</sup> se observan desde el nacimiento, ya sean de tipo genético como las genopatías, que como su nombre lo indica son defectos que afectan a un gen en particular, pudiendo ser de tipo autosómico dominante, recesivo o ligado a X<sup>2 3 5</sup> y cromosopatías que afectan a los cromosomas, y cuyos defectos involucran generalmente a grupos de genes, siendo de tipo numérico o estructural;<sup>31</sup> y por último a los defectos provocados por agentes teratógenos que pueden ser de tipo físico como los rayos X, químicos como la talidomida, y biológicos como los citomegalovirus.<sup>6</sup> Todos ellos originan en los individuos afectados, una serie de manifestaciones morfológicas y fisiológicas particulares, que han posibilitado la clasificación de síndromes clínicos, para cada una de las entidades.

Si bien en la jerga médica un síndrome particular se encuentra reportado como una entidad tipo, el diagnóstico a veces no resulta ser tan evidente, puesto que es importante manejar el concepto de penetrabilidad, es decir, el grado de expresión de las manifestaciones de un síndrome puesto que varían de individuo a individuo, por lo que no debe esperarse encontrar todas las particularidades clínicas del mismo. Esto se explica por los complejos procesos de regulación genética en donde las interacciones entre genes son indispensables, ocasionando con ello efectos pleiotrópicos muy conocidos en evolución<sup>29</sup> y que actúan sobre substratos genéticos diferentes.

Es un hecho que la llamada penetrabilidad genética, o el grado de sensibilidad del *pool* genético a la acción de un teratógeno, hacen que el diagnóstico de una anomalía a través de un análisis morfológico no sea sencillo, a pesar de contar con el individuo "completo" en el momento de realizarlo, por lo que se tiene que recurrir a diversos exámenes de laboratorio para su clasificación definitiva. Esta situación se complica al tratar de identificar una anomalía de este tipo cuando se trata de un sujeto que vivió en el pasado y cuyos únicos restos con los que se cuenta son sus huesos; ya que muchas de las veces están rotos, incompletos o faltan, como en el presente caso. Los análisis de labora-

torio son restringidos y en la mayoría de los casos no son concluyentes, y a excepción del material momificado se carece del tejido blando. Sin embargo, esto no quiere decir que sea imposible realizar un diagnóstico con un buen grado de certidumbre, ya que manejando adecuadamente las evidencias morfológicas, así como las radiológicas y sin olvidar los fenómenos biológicos que se manifiestan en la morfogénesis, crecimiento y desarrollo del cuerpo humano, permite interpretar el defecto, esto es, para proceder al diagnóstico es necesario observar al mismo en sentido dinámico, en donde complejos procesos biológicos en vida del sujeto originaron la entidad que se nos parece ahora inerte, por tanto resulta imprescindible su analogía con los casos clínicos reportados en la literatura.

Se conoce que los defectos congénitos del radio ocurren con mayor frecuencia (1:30 000 individuos nacidos vivos), que los del cúbito (1:100 000) no necesariamente el defecto puede afectar a ambos huesos, sin embargo, siempre que el cúbito es el afectado, el radio presenta mayores anomalías. Se ha observado que no siempre que el cúbito o radio o ambos están afectados, la anomalía abarca a las estructuras óseas de la mano y muñeca, aunque, es preciso señalar que se ha reportado hipoplasia de cúbito y radio asociada con sindactilia (falta de diferenciación de dos o más dedos), braquidactilia (mano corta), polidactilia (existencia de más de cinco dedos), y en ocasiones con sinostosis (fusión ósea) de todos o algunos carpianos y metacarpianos.<sup>34</sup> Sin embargo, una entidad patológica definida que pueda ser aplicada al caso que aquí se reporta no existe en la literatura.

Es evidente que, la posibilidad de diagnosticar el esqueleto de interés exclusivamente por comparaciones morfoscópias entre diferentes padecimientos, resulta poco práctica, puesto que existe casi un centenar de anomalías congénitas que pueden dar el cuadro morfológico anteriormente descrito. Por tanto, para diagnosticar esta anomalía congénita lo más conveniente es empezar por las evidencias indirectas que proporciona la historia natural de la enfermedad, ya que ellos pueden ser la clave para descartar varias posibilidades.

Así uno de los datos más importantes que se debe de tomar en cuenta es la edad a la que murió el sujeto, ya que la mayoría de las genopatías ó cromosomopatías a las que se han asociado anomalías similares a la descrita, presentan graves defectos cardiacos, los cuales reducen drásticamente su esperanza de vida, en donde los casos más afortunados sin tratamiento apenas llegan a la pubertad. En el caso que se reporta debe de to-

marse en cuenta que se trata de un individuo adulto, ello a pesar de las precarias condiciones de vida existentes en la colonia, y la inexistencia de conocimientos médicos y medios técnicos, para poder prolongar la vida de sujetos con alteraciones cardiacas.

Esta situación explicaría el hecho de que los hallazgos de malformaciones congénitas sean escasos y aparentemente la frecuencia de enfermedades de este tipo sea menor que en la actualidad (si bien, esto es cierto para las anomalías de origen genético, no resulta tanto a las causadas por agentes teratógenos, pues a excepción de ciertos agentes biológicos, en la actualidad los de tipo físico y químico se han incrementado considerablemente).

El segundo aspecto se refiere a la talla, ya que casi todas las displasias óseas de tipo genético afectan la talla final, produciendo talla baja con diversos grados de alteración en su proporción corporal.<sup>26</sup> Para el defecto que nos interesa es importante hacer notar que si bien la mujer afectada presenta talla baja para los parámetros actuales de crecimiento,<sup>27</sup> no es así para la época colonial, en donde la talla media según Marquez,<sup>21</sup> era de 1.47 m. para el sexo femenino, por lo tanto, se tendrían que descartar todos los padecimientos que sí la producen.

El tercer factor a considerar es el sexo del individuo, puesto que al tratarse de una mujer, descarta de principio cualquier genopatía de tipo recesivo ligado al sexo, aumentando significativamente el que se trate de una anomalía de tipo autosómico. Aquí conviene anotar que casi todas las anomalías que implican hipoplasia de cúbito y radio presentan un patrón de herencia autosómico dominante. A pesar de lo anterior no se podría eliminar la posibilidad de que el defecto se deba a un tipo de herencia dominante ligado al sexo, aunque es importante mencionar que esta forma de transmisión hereditaria si bien es común en grupos poblacionales con costumbres endogámicas, resulta muy raro en poblaciones exogámicas y en la mayoría de las veces se deben a mutaciones de novo.

Si bien las tres características anteriores son las principales que deben de tomarse en cuenta no puede dejarse de lado cualquier otro indicio que proceda del análisis morfológico de los huesos. Es aquí cuando resulta trascendente la identificación del vicio postural, cuyo inicio puede observarse desde el acetábulo izquierdo, el cual como se había descrito está ligeramente engrandecido, esto coincide perfectamente con la formación de la faceta de Allen y la placa, las cuales a pesar de que también están presentes en el iliaco derecho, éstas son más pequeñas y menos marcadas,

además de la reconstrucción de las fuerzas actuantes en los huesos de ambas extremidades inferiores, en acuerdo al mapa de inserción muscular descrito anteriormente, permiten inferir, que en vida la mujer afectada posiblemente tuvo una preferencia a tomar la posición clásica de la mujer indígena a moler en el metate, o sea, en posición de rodillas con los muslos apoyados contra las piernas y los pies ya sea apoyados sobre las puntas o estos girados hacia afuera. Si bien ésta es la posición general que se adopta para realizar dicha actividad, las diferencias en las líneas de inserción muscular permiten establecer una variación de ella, es decir, que las rodillas estuvieron separadas, con el peso del cuerpo apoyado sobre el glúteo derecho y con el pie derecho girado hacia afuera.

Es evidente que la mujer de nuestro interés no pudo haber desarrollado la labor de moler en el metate, sin embargo, pudo haber adoptado dicha posición para otra actividad, como por ejemplo el de vendedora de algún producto, que la obligara a adoptar una posición parecida a la que presentan las mujeres indígenas actuales, popularmente conocidas como "Marías", o bien al pedir limosna. De cualquier forma, es claro que estas dos actividades son puras suposiciones sin que haya forma de comprobarlas, lo que es importante es que el análisis biomecánico pone en evidencia que esta posición fue adoptada, por lo que se debe de considerar que existía un grado aceptable de coordinación muscular, situación que no sucede con varios padecimientos que afectan severamente esta última y se acompañan con anomalías esqueléticas parecidas.

En resumen, tomando en cuenta todo lo anteriormente descrito, para diagnosticar la anomalía congénita que se reporta, las posibles enfermedades tienen que presentar las siguientes condiciones: a) no debe afectar grandemente la esperanza de vida puesto que estamos hablando de un individuo adulto, b) no debe afectar la talla final, puesto que en el presente caso, ésta no fue afectada, c) si el problema es de etiología genética, lo más probable es que se trate de una entidad autosómica dominante, o bien con menos probabilidad dominante ligado al sexo, y d) la enfermedad no le impidió adoptar una posición específica, indicativo que existía cierta coordinación motora.

Tomando en cuenta estas condiciones, el diagnóstico se podría reducir a tres posibles patologías:

1. Síndrome de bandas amnióticas: esta afección es clasificada dentro de los agentes teratógenos de tipo mecánico, se caracteriza por la ruptura de la membrana fetal (amnios y corion), que provoca constricción local del fluido amniótico y que aparece al nacimiento como una serie de bandas amnióticas o anillos fibrosos. Se ha demostrado que esta acción teratógena en sus casos más graves ha provocado amputaciones de alguna o varias extremidades del cuerpo, aunque, en casos menos severos cuando la acción mecánica ocurre después de formada la extremidad o cuando se haya en formación, se presentan fenómenos de reducción del tamaño general o parcial del miembro afectado, con diversos grados de malformación ósea, en los que se incluyen lesiones parecidas a las descritas en el presente caso.<sup>23</sup> Es importante mencionar que este fenómeno se da indistintamente en hombres o mujeres, no presenta algún patrón hereditario, por lo que su etiología no es genética, no afecta la esperanza de vida del individuo y a excepción de la reducción y deformidades presentes, los individuos son perfectamente normales en cuanto a dimensiones corporales, inteligencia y coordinación muscular.
2. Síndrome Holt-Oram. Se trata de una patología descrita por Holt y Oram en 1960, cuyo patrón de herencia es autosómico dominante. Se caracteriza porque los individuos afectados cursan con malformaciones cardíacas y severas anormalidades esqueléticas, principalmente de alguna extremidad superior incluyendo en ello procesos de hipoplasia, sinostosis de uno o varios huesos y hasta amputaciones. En cuanto a otros tejidos se han reportado diversos grados de anormalidades musculares, neurológicas y afecciones cardíacas. Esto último, es importante para determinar la esperanza de vida, ya que, se han reportado familias completas afectadas, lo que evidencia que en determinadas circunstancias existen individuos que no solamente pueden llegar a la edad adulta sino también reproducirse.<sup>1 13 19</sup> En el presente trabajo sería importante considerar que el individuo no tuviera expresadas estas anomalías o afecciones en grados extremos. Desafortunadamente las evidencias óseas con las que se cuenta no permiten establecer un diagnóstico definitivo a favor de esta anomalía.
3. Síndrome de aglosia-adactilia: Se trata de una patología que se caracteriza principalmente por la ausencia de la lengua, o bien que ésta este poco desarrollada o sólo se encuentre normal en alguna parte; se han asociado diversas malformaciones esqueléticas, tales como: labio y paladar hendido, hipoplasia de mandíbula, dentición irregular y malformaciones en las manos incluyendo braquidacti-

lia, sindactilia, sinostosis, hipoplasia de algún hueso del miembro superior. Aunque esta anomalía es rara y generalmente los afectados mueren a temprana edad, existen casos de individuos adultos. La etiología aún no se determina, sin embargo, puede afirmarse que su origen no muestra algún patrón de herencia conocido.<sup>7,9,25,30,32</sup> Al igual que lo descrito para el síndrome Holt-Oram, este defecto si bien no puede descartarse el cien por ciento, resulta poco probable, en razón de la rara frecuencia de aparición, y que la mayoría de los casos mueren a temprana edad. De cualquier forma, al no poder analizar el cráneo imposibilita la detección de malformaciones en mandíbula y maxilar.

Se podría seguir describiendo otros padecimientos conocidos, pero menos probables como: la anemia de Fanconi, trisomía 18, síndrome de Oiller, síndrome de Klippel-Feil, síndrome de Lange, etc.;<sup>33,34</sup> puesto que no cumplen con los requisitos anteriormente señalados, quedando por lo tanto sólo las tres entidades anteriormente ya mencionadas, siendo el síndrome de bandas amnióticas la patología con mayor probabilidad de ser la responsable de la anomalía que se reporta.

## CONCLUSIONES

A partir de este ejemplo es importante mencionar que el estudio de anomalías como la descrita son necesarios, puesto que ayudan entre otras cosas a incrementar el conocimiento sobre la variabilidad de nuestra población en el pasado. También es de resaltar el hecho de que la descripción, interpretación y diagnóstico de la afección debe ser cuidadosa y sobre todo al tratarse de una entidad de tipo congénito, las analogías con los casos clínicos son indispensables, pues es a través no sólo del mayor o menor acercamiento morfológico de la entidad con casos contemporáneos, sino también tomar en cuenta el total de la historia natural del padecimiento, la cual puede ser la clave para discernir entre diferentes patologías. Así en el presente caso el hecho de que la mujer haya vivido en una sociedad de escasos conocimientos médicos y avances técnicos, descarta en gran medida todo tipo de afecciones cuya sobrevida se debe a esos conocimientos, quedando sólo aquellos que no afectan esa esperanza de vida o bien en algunos casos en que las deformidades les permitan llegar a una etapa adulta, por ejemplo el síndrome de Holt-Oram y el de aglosia adactilia.

Por último, es importante señalar que si bien existe la posibilidad de poder diagnosticar enfermedades de tipo congénito en restos óseos, es necesario establecerlas con cautela, puesto que la falta de elementos esqueléticos, que éstos se encuentren rotos, incompletos o que por diversos factores naturales del continente en donde se hayan encontrado hubiesen destruido evidencias importantes, dificultando considerablemente una clasificación definitiva. Así, en caso de no estar seguro el cien por ciento, pueden establecerse una o dos clasificaciones alternas, aunque su probabilidad sea menor. Por tanto, es indispensable la participación de científicos de otras especialidades, que puedan auxiliar y aportar su conocimiento para la resolución de problemas como el presente.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ashby D.W., Chadha J.S. y Henderson C.B. 1969. Associated skeletal and cardiac abnormalities: The Holt-Oram syndrome. *Quart Journal Medicine*. vol. 38. p. 267.
2. Canún S.S. 1988. Trastornos ligados al cromosoma X. En: *Genética clínica. Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias*. Guízar-Vázquez J. (ed.). Manual Moderno, México. p. 349-364.
3. Carnevale A. 1988. Trastornos autosómicos dominantes. En *Genética Clínica. Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias*. Guízar-Vázquez J. (ed.) Manual Moderno, México. p. 319-329.
4. Comas J. 1976. *Manual de antropología Física*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 357-418.
5. Cortez CH.R. y Guízar-Vázquez J. 1988. Trastornos autosómicos recesivos. En: *Genética Clínica. Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias*. Guízar-Vázquez J. (ed.). Manual Moderno, México. p. 330-348.
6. Espinosa L.G. y Guízar-Vázquez J. 1988. Horizontes embrionarios y teratogénesis. En: *Genética Clínica. Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias*. Guízar-Vázquez J. (ed.). Manual Moderno, México. p.125-131.
7. Farrington R.K. 1947. Aglossia congenita: Report of a case without other congenital malformations. *North Caroline Medical Journal*. vol.8. p. 24.
8. Finnegan M. 1978. Non-metrics variation of the infracranial skeleton. *Journal Anatomy*. Vol. 125, p.23-37. England.
9. Fulford G.E. 1956. Aglossia congenita. *Archives Disease Childhood*. vol. 31. p. 400.
10. Hainaut K. 1976. *Introducción a la biomecánica*. Editorial JIMS, Barcelona, España. p. 77-203.
11. Herring G.M. 1972. The organic matrix of bone. En: *The biochemistry and physiology of bone*. Bourne G.H. (ed). Academic Press, New York, San Francisco, London, U.S.A. vol. I p. 127-190.
12. Herrmann J., Gilbert E.F. y Optiz J.M. 1975. Dysplasia, malformations and cancer, specially with respect to the Wiedemann-Beckwith Syndrome. En *Regulation of cell proliferation and differentiation*. Nichols W.W. y Murphy D.G. (eds). Plenum Press, New York, U.S.A. vol. I, P. 1-64.

13. Holmes L.B. 1965. Congenital heart disease and upper extremity deformities. A report of two families. *New England Journal Medicine*. vol. 272. p. 437.
14. Holt M, Oram S. 1965. Familial heart disease with skeletal malformations. *British Heart Journal*. vol. 22. p.236.
15. Hooton E.A. 1947. *Up from the ape*. Macmillan Co. U.S.A.
16. Jaen E. M. T. 1974. Variedades anatómicas en vértebras de la colección de Tlatelolco. En: *Anales del INAH*. México. 71-82.
17. Jiménez L.J.C., Romero S.J. y Saucedo A.G. 1984. Las exploraciones en el templo de la Santa Cruz y Soledad de Nuestra Señora, México, D.F. *Investigaciones recientes en el Area Maya. XVII mesa Redonda: Memorias*. Sociedad Mexicana de Antropología, México. 411-418.
18. Krogman W.M.C. 1962. *The human skeleton in forensic medicine*. Springfield Thomas, U.S.A. p. 18-111.
19. Lewis K.B. 1965. The upper limb-cardiovascular syndrome. *J.A.M.A.* vol. 193. p. 1080.
20. Luige S., Gianangelo P. 1978. *Diccionario Médico*. Editorial Taide, Barcelona, España. p. 353.
21. Márquez M.L. 1984. *Sociedad colonial y enfermedad*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Colección científica No. 136, México. p. 58.
22. McKusick V.A. 1972. *Hereditary disorders of connective tissue*. The C.V. Mosby, Co. St. Louis, U.S.A. p. 740-856.
23. Moore K.L. 1989. *Before we are born. Basic embryology and birth defects*. W.B. Saunders Co. Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo. U.S.A. p. 123-129.
24. Pearson K. 1898. Mathematical contribution to the theory of evolution. V. On the reconstruction of the stature of prehistoric races. *Philophic Translation Royal Society*. Vol. 192. p. 169-267.
25. Pettersson G. 1961. Aglossia congenita with bony fusion of the jaws: Report of one case. *Acta chir. scandinav*. vol. 122. p. 93.
26. Ramírez G.V. y Guizar-Vázquez J. 1988. Alteraciones en el crecimiento y desarrollo. En: *Genética Clínica. Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias*. Guizar-Vázquez J. (ed.). Manual Moderno, México. p. 376-396.
27. Ramos G.R. 1976. Somatometría pediátrica. *Archivos de Investigación Médica*. Vol.6 suplemento 1. p. 83-396.
28. Rodin E., Simon S.R., Rose R.M. y Paul I. 1981. *Biomecánica práctica en ortopedia*. Editorial Limusa, México.
29. Rosales-López A y Guizar-Vázquez J. J. 1988. Genética y evolución. En: *Genética Clínica. Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias*. Guizar-Vázquez J. (ed.). Manual Moderno, México. p. 474-499.
30. Rosenthal R. 1932. Aglossia congenita. *American Journal Disease Children*. vol. 44. p. 383.
31. Salamanca G.F. 1988. Aspectos citogenéticos de la herencia. En: *Genética Clínica. Diagnóstico y manejo de las enfermedades hereditarias*. Guizar-Vázquez J. (ed.). Manual Moderno, México. p. 72-87.
32. Sinclair J.C. y McKay J. 1945. Median harelip, cleft palate and glossal agenesis. *Anat. Rec*. Vol. 91. p. 155.
33. Spranger J.W., Langer L.O. y Wiederman H. R. 1974 *Bone dysplasias. An atlas of constitutional disorders of skeletal development*. W.B. Saunders Co. Philadelphia, U.S.A.
34. Warkany J. 1971. *Congenital malformation*. Year Book Medical Publisher Inc. U.S.A.

## **Caracterización morfoscópica de una muestra del clásico, del Valle de México**

*Josefina Bautista Martínez*

**PALABRAS CLAVE:** Caracteres morfoscópicos; época prehispánica; periodo clásico temprano

### **RESUMEN**

El presente estudio trata de caracterizar morfoscópicamente a una muestra del Valle de México, ubicado cronológicamente dentro del clásico temprano. Se valoraron los caracteres morfoscópicos más comunes del cráneo y del esqueleto procraneal para determinar las similitudes o diferencias por sexo y lado entre los esqueletos revisados. Debido a lo reducido de la muestra, no fue posible hacer un tratamiento estadístico amplio, por lo que sólo se reportan porcentajes.

## **Morphoscopic characterization of an specimen from the Classic Period, from the Valley of Mexico**

**KEY WORDS:** Morphoscopic characters; Prehispanic Period

### **ABSTRACT**

Early Classic Period The purpose of this paper is to characterize, from the morphoscopic point of view, an specimen chronologically situated in the Early Classic Period, found in the Valley of Mexico.

In order to determine the difference and similarities of sex and side among the studied skeletons, an evaluation of the most common morphoscopic characteristics of the cranium and post cranial skeleton was performed. Due to the small number of samples it was not possible to present a broad statistical study. Therefore we only report percentages.

### **INTRODUCCION**

El objetivo del presente estudio es dar a conocer los resultados del análisis morfoscópico de una serie de esqueletos, procedentes de los trabajos de rescate arqueológico efectuados al iniciar la construcción de los edificios de BANCOMER S.A. en avenida Universidad 1200, D.F., del mes de mayo al de diciembre del año de 1977. Estos sujetos vivieron durante una época

de la que no se tiene un conocimiento amplio, sobre todo a nivel antropofísico. Además se mencionan las diferencias y semejanzas encontradas con otros grupos estudiados por varios autores.

La cronología de estos restos fue obtenida por dos métodos, uno es el conocido como hidratación de la obsidiana, el cual fue realizado en el Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia (García-Barcena Joaquín. Informe sobre la

lítica del rescate del Banco de Comercio. Oficio no. 401-13-195. 25 de julio de 1979) y el otro método fue por Carbono 14 (análisis efectuado en los Laboratorios de la Universidad de Austin, Texas). Ambos fechamientos ubican al grupo entre 100 y 300 años d.C. es decir, dentro del horizonte cultural del clásico temprano. Esta cronología fue corroborada por la tipología de la cerámica asociada a los esqueletos.

## MATERIAL Y METODOS

El estado de conservación de los esqueletos por lo general es regular, lo que hizo que la muestra se restringiera, ya que los esqueletos no cuentan con el 100% de sus elementos; por lo tanto, el número de sujetos manejados varía según el carácter a observar.

De la excavación arqueológica se obtuvieron 55 entierros con un total de 64 individuos, de los cuales para el presente trabajo únicamente se tomó en cuenta a los sujetos adultos, es decir 52 individuos, que se distribuyen por edad y sexo como se muestra en el cuadro 1.

La definición de los rasgos morfoscópicos y de los no métricos o discontinuos aún no está bien delimitada; sin embargo, es posible decir que la diferencia entre ellos consiste en la forma de registro, ya que en los caracteres no métricos o discontinuos se cuantifica el grado de expresión, en cambio, en los morfoscópicos lo que se registra es la forma de expresión (El Najjar y Mc Williams, 1978:119-120).

El criterio de selección de los rasgos lo marcó las condiciones del material. Se consideraron aquellos rasgos que han sido utilizados por varios autores, como Finnenga y Faust (1974) en esqueleto postcraneal, Lagunas (1967) en mandíbulas, Olivier (1969) en el cráneo y en el esqueleto postcraneal, Mansilla (1980) y Pompea y Padilla (1975) para el esqueleto postcraneal,

Sánchez (1971) en el cráneo y esqueleto postcraneal y Serrano (1974) en tibias.

El registro de los caracteres morfoscópicos se llevó a cabo en base a su presencia, ausencia, forma y lado, según el caso. Las variantes bilaterales de la mandíbula únicamente se registraron del lado derecho, ya que Lagunas (1967:114) menciona que no hay diferencias significativas por lado. En los demás huesos, cuando se trató de caracteres bilaterales, siempre se tuvo en cuenta ambos lados.

Por lo reducido de la muestra, como ya se mencionó, no fue posible hacer un tratamiento estadístico amplio, por lo que sólo se elaboraron porcentajes.

## CARACTERES MORFOSCOPICOS CONSIDERADOS Y RESULTADOS

### CRANEO

El cráneo es el segmento óseo más estudiado desde diversos puntos de vista, se han hecho estudios métricos, epigenéticos y morfoscópicos de él. Sin embargo, en este caso, el estudio se restringe al análisis de los caracteres morfoscópicos, y de éstos, sólo se examinan dos de ellos: forma del arco alveolar del maxilar y la forma del límite inferior de la abertura nasal (Olivier, 1969:165-167), por considerar que estas partes son las menos afectadas por el estado de conservación de los esqueletos.

*Forma del arco alveolar del maxilar.* El arco del maxilar puede presentar diversas formas, distinguiéndose las siguientes:

- parbólica (con los extremos divergentes)
- hiperbólica (con los extremos paralelos)
- elíptica (si los extremos tienden a unirse)
- semicircular (en forma de U inversa).

La observación de este carácter se llevó a cabo en 26 cráneos, 14 masculinos y 12 femeninos. La forma hiperbólica es la más frecuente en ambos sexos, ya que 10 masculinos (71.42) y 10 femeninos (83.33%) la presentan.

*Forma del límite inferior de la abertura nasal.* La forma del límite inferior de la abertura nasal en última instancia es el reflejo del índice nasal, puesto que en aquellos sujetos con nariz angosta, como los blancos, la abertura nasal tiene forma de una flecha, unas de corazones al revés, debido a la forma de la espina nasal que separa en dos partes el borde inferior. En aquellos casos con nariz ancha, la abertura se hace elipsoidal, casi circular, porque la espina es de menor

Cuadro 1. Distribución por edad y sexo de los 52 esqueletos de adultos obtenidos en la excavación de 55 entierros

Grupo de edad	Masculino	Femenino	Indeterminable	Total
Adulto joven	11	17	—	28
Adulto medio	10	5	—	15
Adulto avanzado	—	3	—	3
Senil	1	—	—	1
Adulto	2*	—	3**	5
TOTALES	24	25	3	52

\*no se pudo determinar grupo de edad.

\*\*no se pudo determinar grupo de edad ni sexo.

tamaño y separa más los dos márgenes inferiores. En los blancos el margen inferior es afilado y bien definido en dos márgenes, teniendo una fosa prenasal pequeña entre ellos. En melanodermos, el límite inferior prácticamente desaparece y no hay demarcación entre el piso de la fosa nasal y del mismo proceso alveolar: el margen transversal es sustituido por un canal prenasal, pasando del piso hacia atrás; y algunas veces es dado el nombre de canal simio, en relación evidente con el prognatismo (Olivier, 1969:167).

La forma del borde inferior de la abertura nasal se cuantificó en 25 cráneos, 18 masculinos y 7 femeninos. La forma de una flecha, es decir, la presencia de la fosa prenasal que separa en dos al borde inferior predominó en ambos sexos; está presente en 10 masculinos (66.66%) y 6 femeninos (95.23%).

## MANDIBULA

Los caracteres morfoscópicos de este elemento óseo valorados en el presente estudio son los siguientes: forma del perfil mentoniano, posición del agujero mentoniano, dirección de la abertura del agujero mentoniano, forma del borde alveolar, forma de la apófisis coronoides, forma de la escotadura sigmoidea y forma y desarrollo de la espina de Spix.

Los esquemas que ilustran estos rasgos y la técnica de obtención fueron tomados de Lagunas (1867:32-51) (figuras 1,2,3,4 y 5).

*Formas del perfil mentoniano.* La característica se registró en 26 mandíbulas, 14 masculinas y 12 femeninas. En las masculinas predominan la forma 2 (4 casos) y la 6 y 8 con igual número de casos, o sea 3 cada una. En los sujetos femeninos son más frecuentes la forma 1 (4 casos) y la forma 2 (3 casos). En ambos casos no hay mandíbulas de forma 3, ni de forma 6 en los femeninos.

*Posición del agujero mentoniano.* Este rasgo se observó en 28 mandíbulas, 13 masculinas y 15 femeninas. En las mandíbulas masculinas la posición más frecuente del agujero mentoniano está a nivel segundo premolar (86.80%), ya sea en su parte anterior, posterior o exactamente a su nivel. En las mandíbulas femeninas no sucede lo mismo, solamente el 53.33% (8 casos) se encuentran en el borde anterior y posterior del segundo premolar, siguiéndole el tipo 7 con un total de 5 mandíbulas (33.33%).

*Dirección de la abertura del agujero mentoniano.* Este carácter se cuantificó en 28 mandíbulas, 14 masculinas y 14 femeninas. Los resultados obtenidos ponen en evidencia el predominio en ambos sexos del ti-

po 4 (dirección postero-superior), ya que 11 mandíbulas masculinas (68.57%) y 13 femeninas (92.85%) lo presentan.

Forma del borde alveolar. Fueron observadas 28 mandíbulas, 14 masculinas y 14 femeninas. La serie masculina presenta una alta incidencia de la forma 3, ya que 7 (50.0%) la presentan; mientras que, en la muestra femenina es más frecuente la forma 1, presente en la mitad de los sujetos. No hay mandíbulas masculinas o femeninas que presenten las formas 2 y 4.

*Forma de la apófisis coronoides.* Esta característica se apreció en 24 mandíbulas, 11 masculinas y 13 femeninas. Las mandíbulas masculinas en su mayoría son de forma 3, ya que 7 de ellas las presentan (63.63%): dos son de apófisis estrecha y cinco de apófisis ancha. En las mandíbulas femeninas también hay predominio de la forma 3, ya que 10 de ellas (76.92) tienen esta forma: siete con apófisis ancha y tres con apófisis media.

*Forma de la escotadura sigmoidea.* Se cuantificó el rasgo en 23 mandíbulas, 11 masculinas y 12 femeninas, donde se nota un predominio a presentar la mayor profundidad en la parte media de la escotadura: 7 masculinas (83.33%) y 10 femeninas (83.33%).

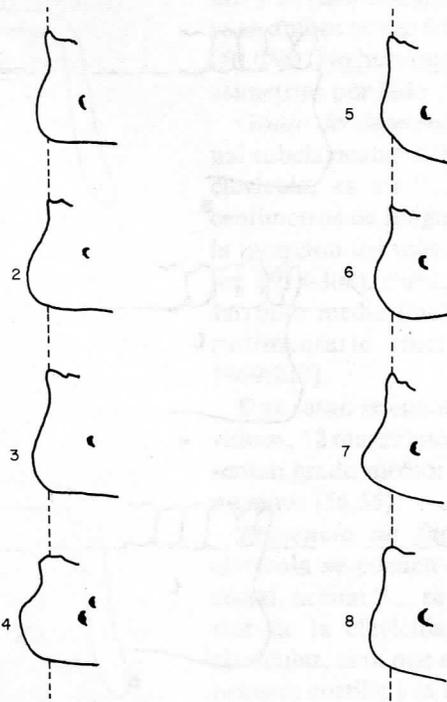
*Forma y desarrollo de la espina de Spix.* La forma y desarrollo de la espina de Spix, se valoró en 20 mandíbulas, 10 masculinas y 10 femeninas. En las dos series estudiadas, se tiene que la forma 1 es la más frecuente en ambos sexos, por estar presente en 5 masculinas (50.0%) y 4 femeninas (40.0%) En cuanto al desarrollo considerado como escaso es muy notorio en la serie femenina, ya que siete de un total de diez lo presentan; mientras que, en la serie masculina no hay predominio notable por algún grado, ya que casi se distribuyen por igual en los tres grados: 3 en el grado 2, 4 en el grado 3 y 3 en el grado 4.

## CLAVICULA

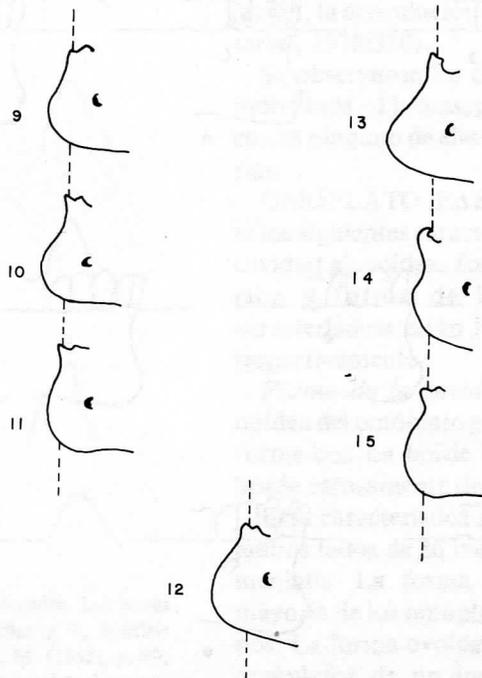
En la clavícula se tomaron en consideración tres caracteres morfoscópicos: grado del desarrollo del tubérculo conoide y del canal subclavicular y la presencia de facetas supernumerarias.

*Grado del desarrollo del tubérculo conoide.* El tubérculo conoide se localiza en la cara inferior de la clavícula, está sobre una superficie rugosa en la cual se inserta el ligamento conoide. Este tubérculo se clasifica como ausente, pequeño, medio o bien marcado.

La observación de este carácter se realizó bilateralmente en las clavículas de 21 individuos, 11 masculi-



**Fig. 1.** Los diversos tipos del perfil mentoniano encontrados en las mandíbulas estudiadas, utilizados para ambos sexos. Sin escala. Tomadas de Lagunas 1967:32-33.



**Fig. 1. (Continuación)**

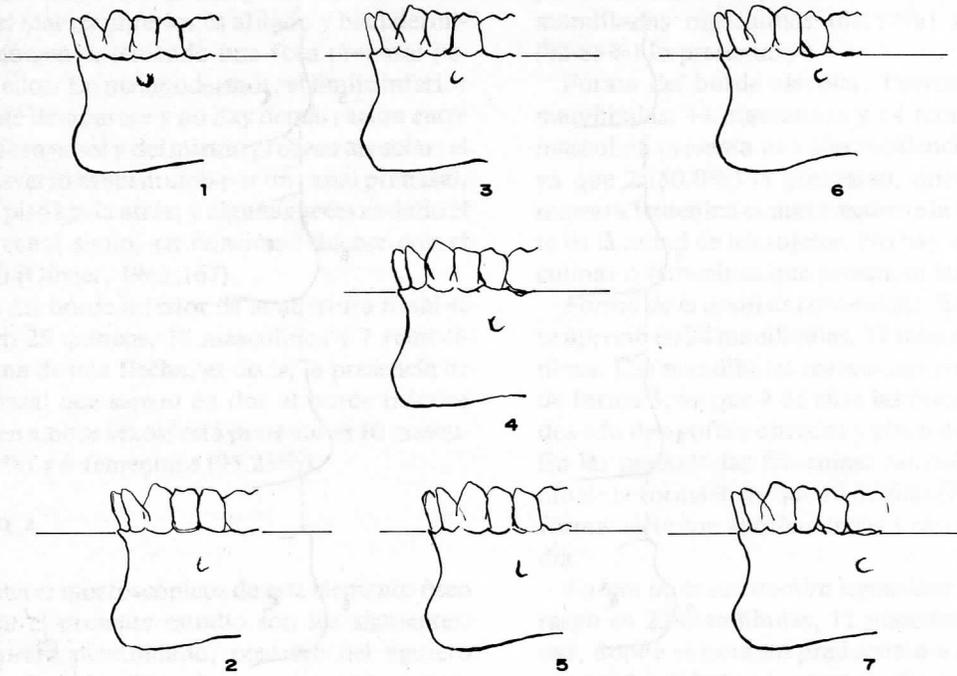


Fig. 2. Posición del agujero mentoniano con respecto al diente o dientes a cuyo nivel se abre.

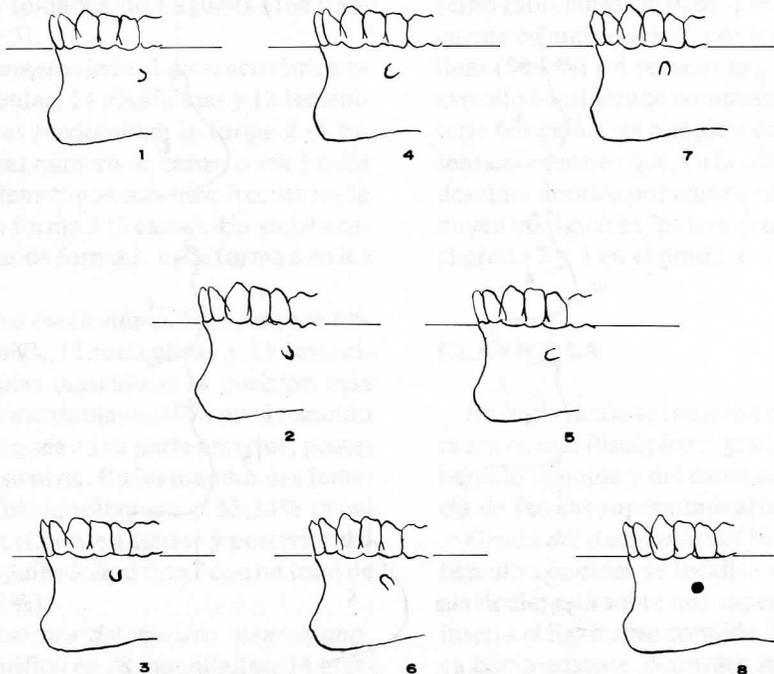


Fig. 3. Distintas direcciones de la abertura del agujero mentoniano.

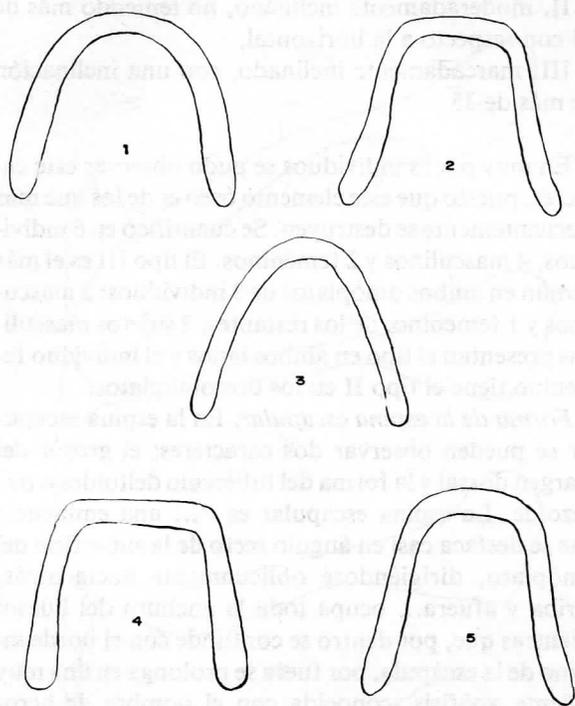


Fig. 4. Formas del borde alveolar. (Lagunas 1967).

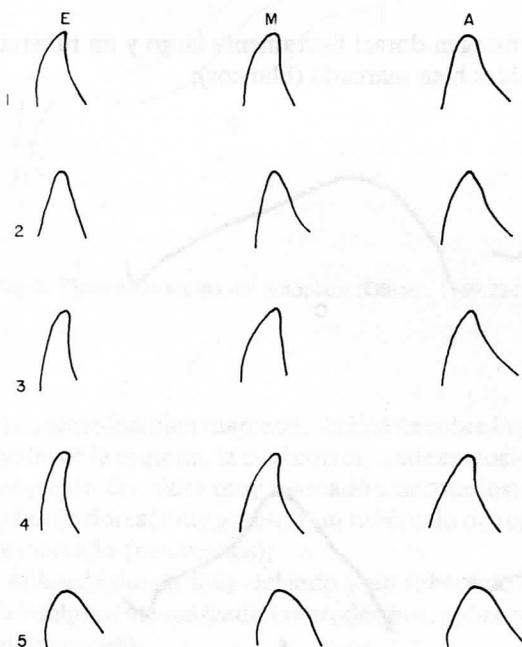


Fig. 5. Formas de las apófisis coronoideas consideradas. Las letras indican E, apófisis estrechas, M, apófisis medias y A, apófisis anchas. Esquemas tomados de Albuquerque, R. M. (1952), p. 89, excepto la forma 5 que agrega Lagunas. (Sin escala). Lagunas 1967:45.

nos y 10 femeninos. El grado medio es el más frecuente en ambos sexos: 6 masculinas (54.54%) y 5 mujeres (50.0%). No hubo ausencia del tubérculo conoide, ni asimetrías por lado.

**Grado del desarrollo del canal subclavicular.** El canal subclavicular está situado en la cara inferior de la clavícula, es un "...canal longitudinal de muchos centímetros de longitud, a veces poco marcado, para la inserción del músculo subclavio" (Testut y Latarjet: 1978-308). Pueden distinguirse tres grados de desarrollo: medio (incluyendo el marcado), pequeño y rudimentario (incluyendo el ausente) (Olivier, 1969:217).

Este rasgo se cuantificó en las clavículas de 21 individuos, 12 masculinos y 9 femeninos. La mayoría presentan grado medio: 16 masculinos (66.66%) y 10 femeninos (56.55%).

**Presencia de facetas supernumerarias.** En la clavícula se pueden distinguir dos facetas: la faceta costal, la cual "... se encuentra a veces en la cara inferior de la clavícula, al lado del ligamento costo-clavicular, cara que está destinada a articularse con la primera costilla y la faceta coronoideas, la cual está situada en la cara inferior de la clavícula, a nivel de los ligamentos conoide y trapezoide; existe a veces una carilla similar colocada en la base de la apófisis coracoides. En este caso la clavícula y la apófisis coracoides están unidas entre sí por una verdadera articulación, la articulación coracoclavicular" (Testut y Latarjet, 1978:310).

Se observaron las clavículas de ambos lados de 21 individuos, 11 masculinos y 10 femeninos, de los cuales ninguno de ellos presenta facetas supernumerarias.

**OMOPLATO.** En el omóplato se tomaron en cuenta los siguientes caracteres morfoscópico: forma de la cavidad glenoidea, forma y dirección del borde superior y forma de la espina escapular. Estas características están ilustradas en las figuras 6, 7 y 8 respectivamente.

**Forma de la cavidad glenoidea.** La cavidad glenoidea del omóplato puede presentar dos formas: piriforme con un borde bien marcado, u ovoide con el borde escasamente desarrollado o ausente.

Esta característica se observó en los omóplatos de ambos lados de 26 individuos, 16 masculinos y 10 femeninos. La forma piriforme está presente en la mayoría de los omóplatos: 15 masculinos y 10 femeninos. La forma ovoide solamente se localiza en ambos omóplatos de un individuo masculino. No se encontraron diferencias laterales.

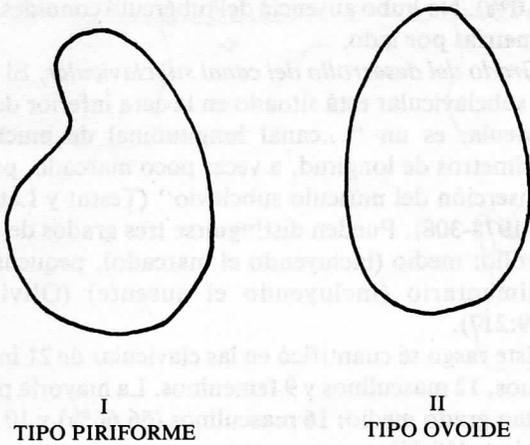


Fig. 6. Formas del contorno de la cavidad glenoidea (Olivier, 1969:221)

**Forma y dirección del borde superior.** La forma y dirección del borde superior del omóplato puede presentar las siguientes variedades (Olivier, 1969:222):

I. forma horizontal, o muy cerca de,

- II. moderadamente inclinado, no teniendo más de 35 con respecto a la horizontal,
- III. marcadamente inclinado, con una inclinación de más de 35.

En muy pocos individuos se pudo observar este carácter, puesto que este elemento óseo es de los que más frecuentemente se destruyen. Se cuantificó en 6 individuos, 4 masculinos y 2 femeninos. El tipo III es el más común en ambos omóplatos de 3 individuos: 2 masculinos y 1 femenino; de los restantes, 2 sujetos masculinos presentan el tipo en ambos lados y el individuo femenino tiene el tipo II en los dos omóplatos.

**Forma de la espina escapular.** En la espina escapular se pueden observar dos caracteres: el grosor del margen dorsal y la forma del tubérculo deltoides o trapezoide. La espina escapular es "... una eminencia que se destaca casi en ángulo recto de la superficie del omóplato, dirigiéndose oblicuamente hacia atrás, arriba y afuera... ocupa toda la anchura del hueso; mientras que, por dentro se confunde con el borde interno de la escápula, por fuera se prolonga en una muy saliente apófisis, conocida con el nombre de acromion" (Testut y Latarjet, 1978:311).

Vallois (Cfr. Olivier, 1969:224) propone 4 tipos:

- 1) margen dorsal ligeramente largo y un tubérculo deltoides bien marcado (blancos);

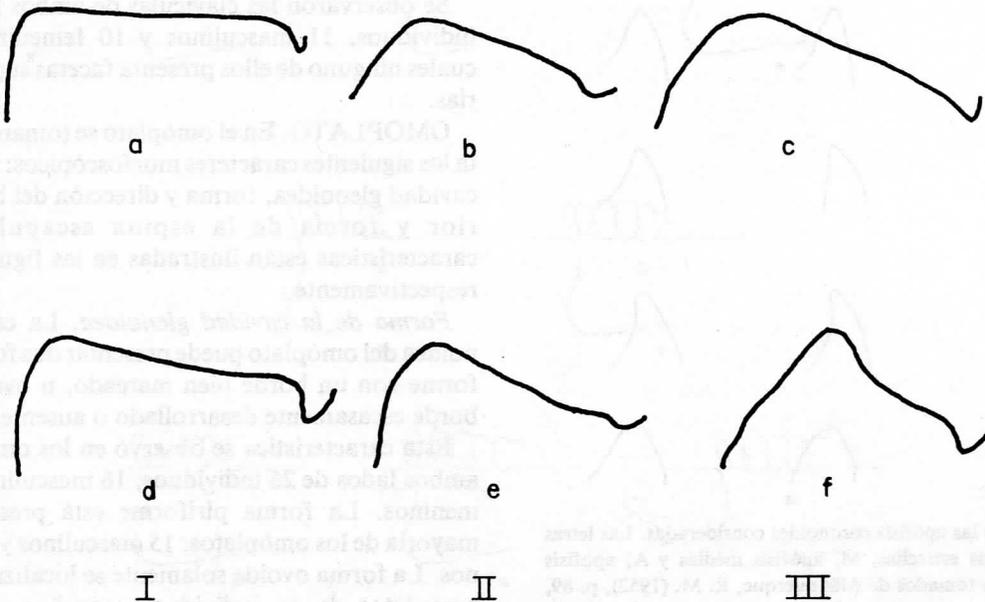


Fig. 7. Tipos del borde superior (Olivier, 1969:223).

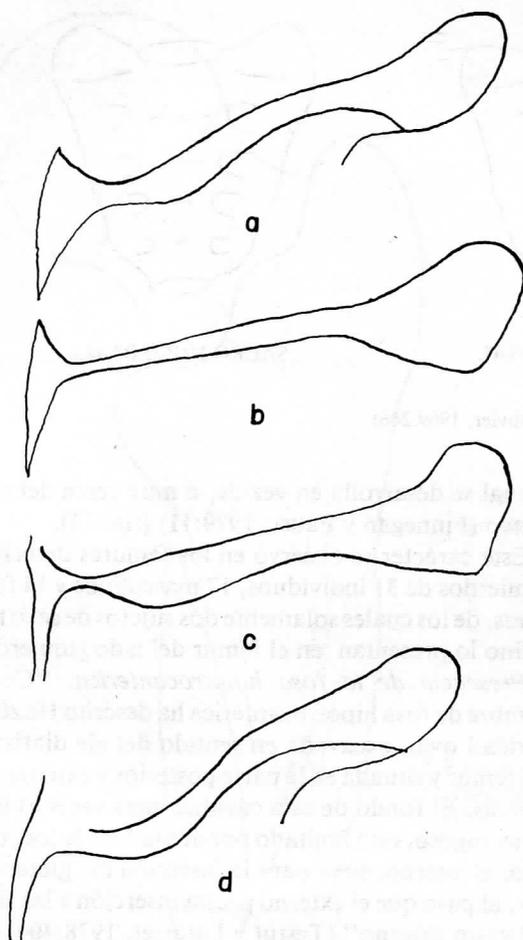


Fig. 8. Tipos de la espina del omóplato (Olivier, 1969:224).

2) concavidad bien marcada, inclinada sobre la parte media de la esquina, la cual corresponde en posición al tubérculo deltoides muy marcado (melanesios);

3) borde dorsal muy grueso y un tubérculo deltoides muy marcado (melanesios);

y 4) borde dorsal muy delgado y un tubérculo deltoides débilmente marcado (xantodermos, sobre todo en vietnameses).

Cada uno de los cuatro tipos tiene dos variantes: rectos o cóncavo.

Se cuantificó en 12 sujetos, 6 masculinos y 6 femeninos. La forma 1 está presente en las clavículas de 5

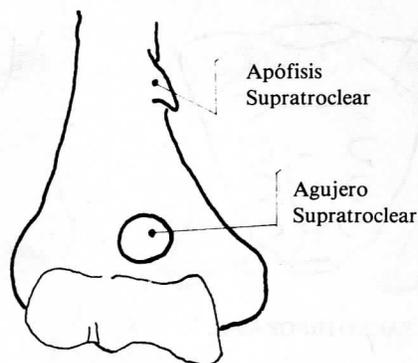


Fig. 9. Húmero (Olivier, 1969:230)

hombres y de 3 mujeres. La forma 2, la presentan 2 mujeres.

## HUMERO

En el húmero se observaron los siguientes caracteres: apófisis supratroclear y agujero supratroclear.

*Apófisis supratroclear.* Esta apófisis, algunas veces es llamada apófisis supraepitroclear o supraepicondilar media; es una pequeña excrescencia o proceso óseo, el cual se forma por arriba del canal supraepicondilar cerca del epicóndilo medial. Es una pequeña proyección antero-medial e inclinada hacia abajo. Puede variar en longitud de 2 a 7 mm (Finnegan y Faust, 1979:10) (fig. 9).

Se realizó la observación de esta característica en los húmeros derechos e izquierdos de 32 individuos, 18 masculinos y 14 femeninos, de los cuales ninguno presenta dicho rasgo.

*Agujero supratroclear.* Este agujero a veces es llamado agujero olecraneano; es una abertura que comunica al olécranon y a la fosa troclear. Puede ser pequeño, medio o largo en cuanto a tamaño (Comas, 1976:403) (fig. 9).

Este carácter se observó en 32 sujetos, 18 masculinos y 14 femeninos. El agujero supratroclear está presente en los húmeros del lado derecho de 2 sujetos femeninos y en 3 húmeros izquierdos, 2 masculinos y 1 femenino. Debido a lo reducido de la muestra, no se puede hacer ningún análisis de los datos, aunque si cabe anotar que el agujero supratroclear no es un rasgo frecuente en la serie analizada.

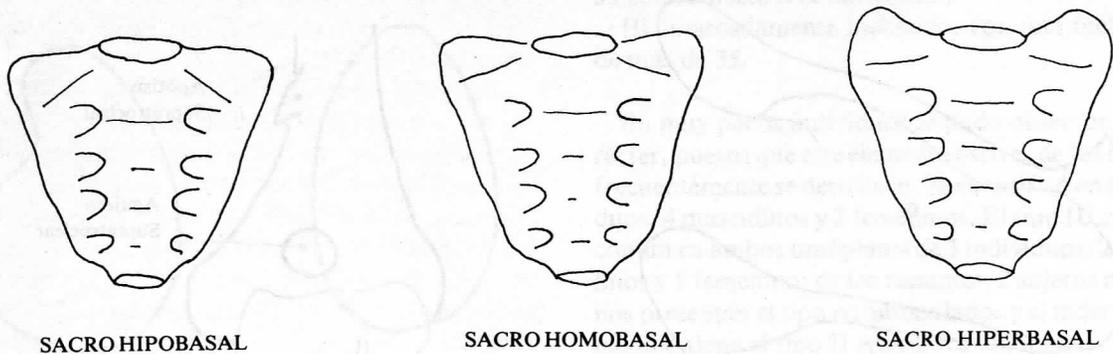


Fig. 10. Basalidad del sacro (Olivier, 1969:246)

## SACRO

En el sacro se observó la basalidad. Esta se refiere a la posición de la línea interalar, localizada entre los ángulos superior y exterior de las dos alas y la superficie superior de la primera vértebra sacra. Se han definido tres tipos (Olivier, 1969:245) (fig. 10):

1. Sacro hipobasal, cuando la superficie superior de la primera vértebra sacra está por debajo de las alas del sacro;
2. Sacro homobasal, cuando la superficie superior de la primera vértebra sacra está a nivel de las alas del sacro;
3. Sacro hiperbasal, cuando las alas se elevan sobre la superficie superior de la primera vértebra sacra.

La basalidad del sacro se cuantificó en 17 elementos óseos, 9 masculinos y 8 femeninos. La serie masculina tiende a ser hipobasal (4 sacros) e hiperbasal (3 sacros); mientras que, en los femeninos es más frecuente el tipo homobasal (4 sacros) y el tipo hipobasal (3 casos).

## FEMUR

En el fémur se observaron los siguientes caracteres: presencia del tercer trocánter y de la fosa hipotrocantérica.

*Presencia del tercer trocánter.* Algunas veces un tubérculo redondeado puede encontrarse en el borde superior de la cresta glútea. Cuando está presente, su morfología es muy semejante a la del trocánter menor; puede ser: redondo o en forma de tuberosidad cónica;

el cual se desarrolla en vez de, o muy cerca del canal glúteo (Finnegan y Faust, 1979:11) (fig. 11).

Este carácter se observó en los fémures derechos e izquierdos de 31 individuos, 17 masculinos y 14 femeninos, de los cuales solamente dos sujetos de sexo masculino lo presentan en el fémur del lado izquierdo.

*Presencia de la fosa hipotrocantérica.* "Con el nombre de fosa hipotrocantérica ha descrito Huzé una cavidad oval, excavada en sentido del eje diafisario del fémur y situada en la parte posterior y externa de la diáfisis. El fondo de esta cavidad unas veces es liso y otras rugoso, está limitado por dos lados, de los cuales uno, el interno, sirve para la inserción del glúteo mayor, al paso que el externo presta inserción a las fibras del vasto externo" (Testut y Latarjet, 1978:404). Varios autores han definido formas de clasificación, pero Finnegan y Faust (1979:10) proponen la clasificación de presente o ausente, y es ésta la que se adoptó para realizar el presente trabajo.

Se hicieron las observaciones para cuantificar la presencia de este carácter en los fémures derechos e izquierdos de 31 sujetos, 17 masculinos y 14 femeninos. Solamente un sujeto de sexo masculino lo presenta en el fémur del lado izquierdo.

## TIBIA

En la tibia se observó la presencia de facetas supernumerarias, tipo y grado. Para clasificarlas se tomaron los tipos propuestos por Olivier (Cfr. Serrano, 1974:242). Los esquemas fueron tomados de Serrano (1974:242).

Se analizaron las tibias derechas e izquierdas de 31 individuos. Diez elementos óseos presentan faceta supernumeraria: 3 tibias (2 derechas y 1 izquierda) mas-

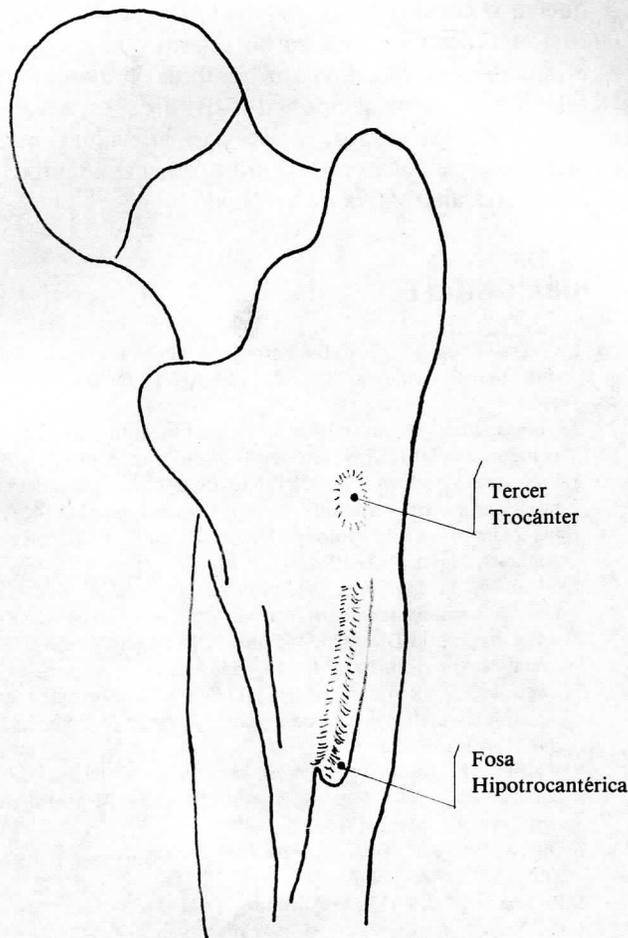


Fig. 11. Fémur (Finnegan y Faust, 1974:9)

culinas muestran el tipo distal ligero; 3 tibias (2 derechas y 1 izquierda) presentan el tipo medial ligero: 2 masculinos y 1 femenina; 2 tibias (derecha e izquierda) de un sujeto femenino tienen el tipo lateral ligero y las 2 tibias de un sujeto femenino presentan carilla anterior bien definida. Por lo pequeño de la muestra no se puede inferir el predominio de un tipo, menos aun el decir que es un rasgo característico del grupo en estudio; sin embargo, cabe hacer notar que existe un alto porcentaje de ausencia del rasgo, tanto en hombres como en mujeres.

### ASTRAGALO

En este hueso se observó la presencia de facetas supernumerarias. Olivier (1969:277-278) menciona que

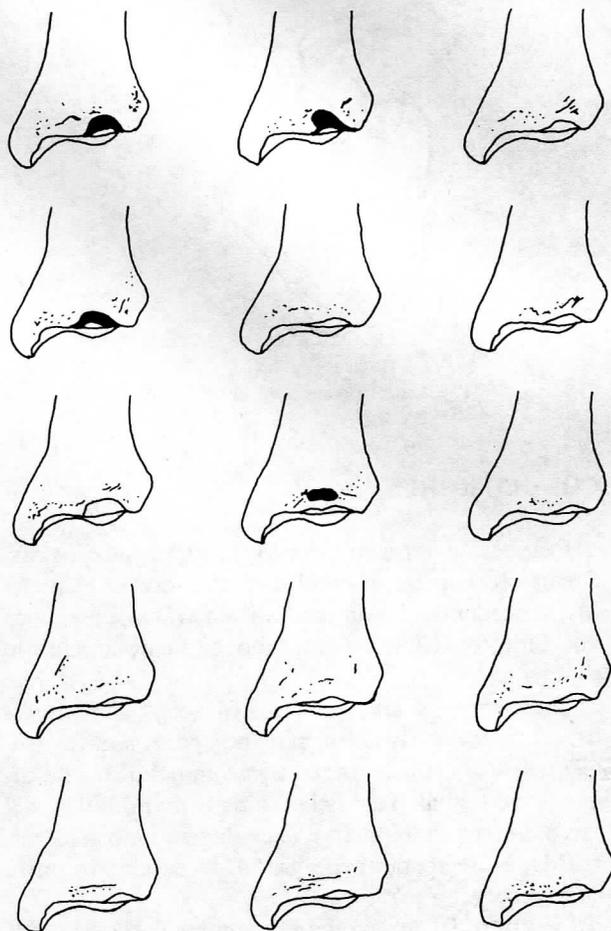


Fig. 12. Tipos de facetas articulares suplementarias en el extremo distal de la tibia. Las áreas sombreadas indican una depresión superpuesta a la faceta. (Serrano, 1974:343).

la posición en cuclillas, ocasiona la formación de facetas, complementarias a aquéllas formadas sobre el borde anterior de la superficie articular inferior de la tibia. Como en el caso de la tibia, hay cuatro posibilidades: una faceta lateral, una faceta medial, una medial y lateral combinadas y, la ausencia de facetas. Cuando están presentes estas facetas, se encuentran en una pronación anterior de los bordes de la tróclea (fig. 13).

Se revisaron los huesos de 31 individuos, 17 masculinos y 14 femeninos; poniendo mayor atención en los astrágalos de los sujetos cuyas tibias presentan faceta supernumeraria, para observar si había relación entre ambos elementos óseos, resultando que ninguno de los individuos examinados presentan faceta supernumeraria.

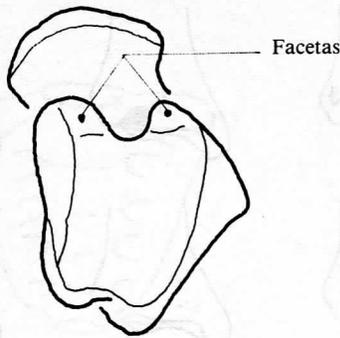


Fig. 13. Astrágalo (Olivier, 1979:128)

## CONCLUSIONES

Después de dar a conocer los resultados de los rasgos morfoscópicos evaluados en una serie de esqueletos, procedentes del sur del Valle de México, y asentados durante el Clásico Temprano, se puede concluir lo siguiente:

En la muestra analizada, los caracteres que muestran diferencias sexuales, por lo general son los elementos óseos considerados como marcadores de dimorfismo sexual. Tal es el caso de la mandíbula y del sacro, huesos en los cuales, la evaluación mostró desigualdades de forma o de grado de desarrollo entre hombres y mujeres.

Al realizar las comparaciones con los datos de otros autores (Genovés 1958, Lagunas 1967, Olivier 1969, Sánchez 1971, Serrano 1974, Pompa y Padilla 1975, y Civera 1980), los resultados indican mayor similitud con grupos prehispánicos, y en cambio, las divergencias son marcadas, o son pocos los caracteres en los cuales se asemejan, con los de los materiales de la época virreinal o con grupos contemporáneos. Estas diferencias, quizás se deban a la separación de tiempo y espacio y a las mezclas y migraciones de poblaciones, tan frecuentes en la actualidad.

Por último, a pesar de haber evaluado una serie pequeña, se considera que los caracteres morfoscópicos fueron útiles para analizarla, puesto que señalaron afinidades y diferencias entre hombres y mujeres y con relación a otros grupos de distintos espacios y cronología. Asimismo, es necesaria la evaluación de estos rasgos en otras series para confirmar su utilidad como otra alternativa de análisis.

## BIBLIOGRAFIA

1. Civera, C. Magali. Estudio Antropofísico de las clavículas de una población colonial. Tesis de la ENAH del INAH. México. 1980.
2. Comas, Juan. Manual de Antropología Física. Instituto de Investigaciones Históricas. Sección Antropológica, México. 1976.
3. Finnegan, M. y M.A. Faust. "Bibliography of human and non-human nonmetric variation". *Research reports*, number 14, Department of Anthropology. University of Massachusetts, Amherst, Mass. USA. 1974.
4. Genovés, T. Santiago. "Estudio de los restos óseos de Coixtlahuaca, Estado de Oaxaca, México". *Misellanea Paul Rivet*, Octagenario Dicata. I: 455-488. XXXI Congreso Internacional de Americanistas. México. 1958.
5. Lagunas, R. Zaid. Estudio métrico y morfológico de mandíbulas prehispánicas de México. Tesis de la ENAH del INAH. México. 1967.
6. Mansilla, L. Josefina. "Algunas características del esqueleto postcranial". *XVI Mesa Redonda, Sociedad Mexicana de Antropología*. México. 1980. pp. 45-52.
7. Olivier, Georges. *Practical Anthropology*. Charles C. Thomas, Pub. USA. 1969.
8. Pompa y Padilla, José Antonio. "Algunas características morfo-métricas del material óseo prehispánico de Tecualilla, Nayarit". *Antropología Física, Lingüística, Códices. XIII Mesa Redonda, Sociedad Mexicana de Antropología*. México. 1975. pp. 89-96.
9. Sánchez, S. Patricia. Cuicuilco, estudio osteológico de la población prehispánica. Tesis de la ENAH del INAH. México. 1971.
10. Serrano, S. Carlos. La incidencia de la osteoartritis en algunas poblaciones prehispánicas de México. Tesis de la ENAH del INAH. México. 1966.
11. Testut, L. y A. Latarjet. *Tratado de Anatomía Humana*. Tomo I. Edit. Salvat Barcelona, España. 1978.