

JUAN MANUEL JIMÉNEZ CARDOSO.+  
MA. TERESA GORRÁLEZ DE DE LA TORRE.++  
ELIZABETH MRVAKO MALDONADO.+++

## ULTRAESTRUCTURA MITOCONDRIAL DE ALGUNOS TEJIDOS

**N**ÚMEROSOS investigadores<sup>2,3,4,6,7,9,11</sup> han aportado información al conocimiento de las mitocondrias. Kolliker en 1880 fue el primero que las observó dentro de la célula. Estas estructuras no son visibles al microscopio con la tinción de hematoxilina eosina, es necesario tñirlas con técnicas supravitales empleando verde Janus B y otros colorantes.

Por la importancia que tienen dentro de las funciones celulares, creímos conveniente dar a conocer

- + Jefe de la Sección de Microscopía Electrónica.  
C. H. "20 de Noviembre" I.S.S.S.T.E. México,  
D. F.
- ++ Médico Adscrito al Departamento de Patología.  
C. H. "20 de Noviembre" I.S.S.S.T.E. México,  
D. F.
- +++ Técnica de Microscopía Electrónica.  
C. H. "20 de Noviembre" I.S.S.S.T.E. México,  
D. F.

su morfología en células de algunos tejidos estudiados por nosotros.

### MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo estudiamos biopsias de riñón, páncreas, hígado y glándulas suprarrenales de humanos, una porción se fijó en solución de formol al 10% para el estudio histológico de rutina, el fragmento más pequeño de tejido se fijó en solución de tetróxido de osmio, fue procesado por la técnica habitual utilizada por nosotros para su observación al microscopio electrónico Á E I 801 y Akashi 50. En el laboratorio de bioquímica de la Facultad de Medicina nos fue proporcionado ultracentrifugados de mitocondrias intactas aisladas de tejido hepático, se hicieron frotis en rejillas de cobre con una capa fina de formvar y fueron contrastadas con

ácido fosfotúngstico para ser observadas también al microscopio electrónico.

#### RESULTADOS

La estructura básica de las mitocondrias se encontró formada por dos membranas, la externa y la interna como de 60 Å de espesor cada una y entre ellas un espacio como de 80 Å. La membrana limitante interna presentó invaginaciones lo que constituye las crestas mitocondriales lo que le da un as-

pecto de anaqueles; el espacio comprendido entre las membranas externa e interna se le da el nombre de cámara externa, es clara porque deja pasar haz de electrones.

A la matriz mitocondrial se le da el nombre de cámara interna, es finamente granular, contiene un líquido que es el sitio de unión para cationes bivalentes como el Mg y el Ca.

La forma y tamaño de las mitocondrias fue variable, alargadas como las que presentan las células epiteliales del túbulo renal (Figs. No. 1 y 2) y las

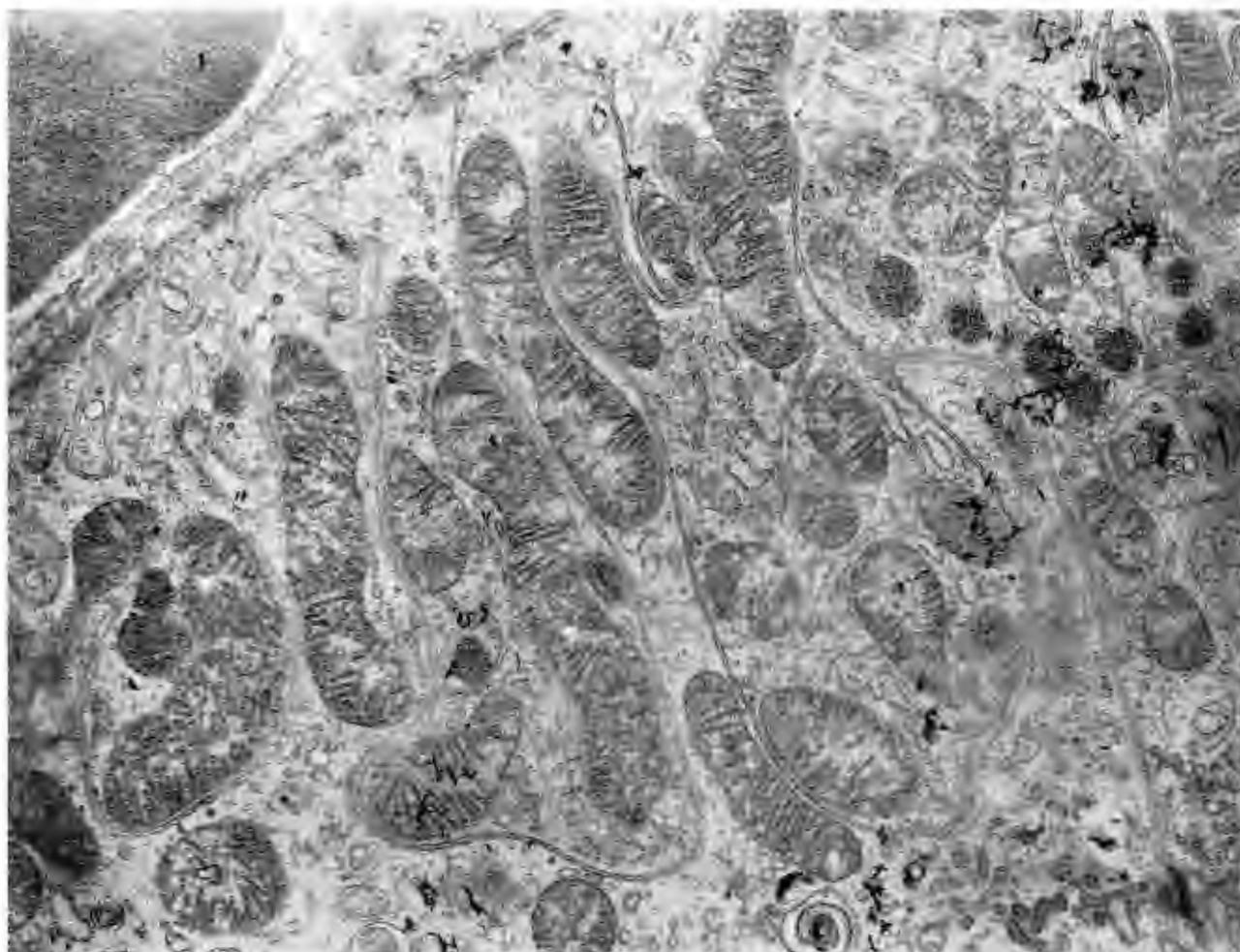


Fig. 1. Porción de célula epitelial del túbulo proximal renal con mitocondrias alargadas, las crestas son transversales, atraviesan toda la mitocondria, están asociadas con múltiples invaginaciones de la membrana plasmática. 7,000 x.



Fig. 2. A mayor aumento se observan las mitocondrias alargadas, con la matriz finamente granular. 25,000 x.

pancreáticas (Fig. No. 3) sus crestas se extendieron a través de toda la mitocondria. Esféricas u ovoides como las de los hepatocitos (Fig. No. 4) cuyas crestas se disponen aproximadamente a la mitad del camino.

En general las mitocondrias estuvieron asociadas con abundante R.E.R. y se encontraron cerca del sitio de abastecimiento del sustrato, donde el citoplasma requiere más ATP, y siguieron al eje mayor de la célula.

En las células fasciculares de la corteza suprarrenal algunas mitocondrias presentaron forma de raqueta (Fig. No. 5) o esféricas (Fig. No. 6) sus crestas con aspecto tubular. Se caracterizaron por su asociación con vacuolas de lípidos y abundante

retículo endoplásmico liso, comúnmente este tipo de morfología es de células productoras de hormonas asteroideas.

Los frotis de mitocondrias íntegras obtenidas por centrifugación de células hepáticas (Fig. No. 7) tuvieron forma ovoidea, la membrana limitante externa y sus crestas visibles.

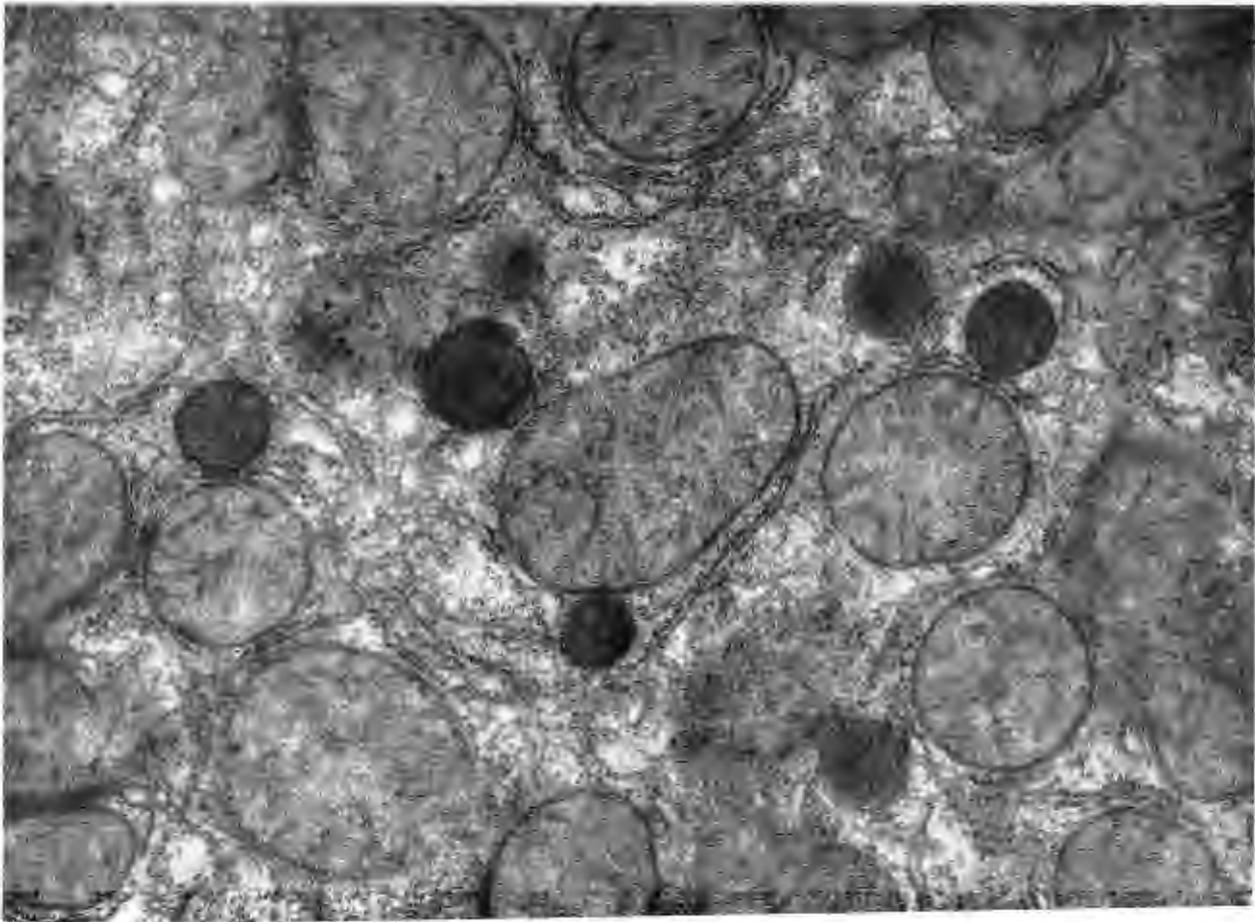
#### COMENTARIO Y RESUMEN

Desde el punto de vista fisiológico se puede considerar a la mitocondria como una máquina bioquímica<sup>12,13</sup>, por medio de las cuales la energía contenida en los alimentos a través del ciclo de Krebs, con su cadena respiratoria (aeróbica) más el fosfa-



Fig. 3. Mitocondrias de una célula de la exocrina del páncreas, son alargadas con las crestas transversales a través de toda la mitocondria, con doble membrana y se encuentran entre abundante R.E.R. 25,000 x.

Fig. 4. Porción de una célula hepática con mitocondrias esféricas u ovoides cuyas crestas se disponen aproximadamente a la mitad del camino. 10,000 x.



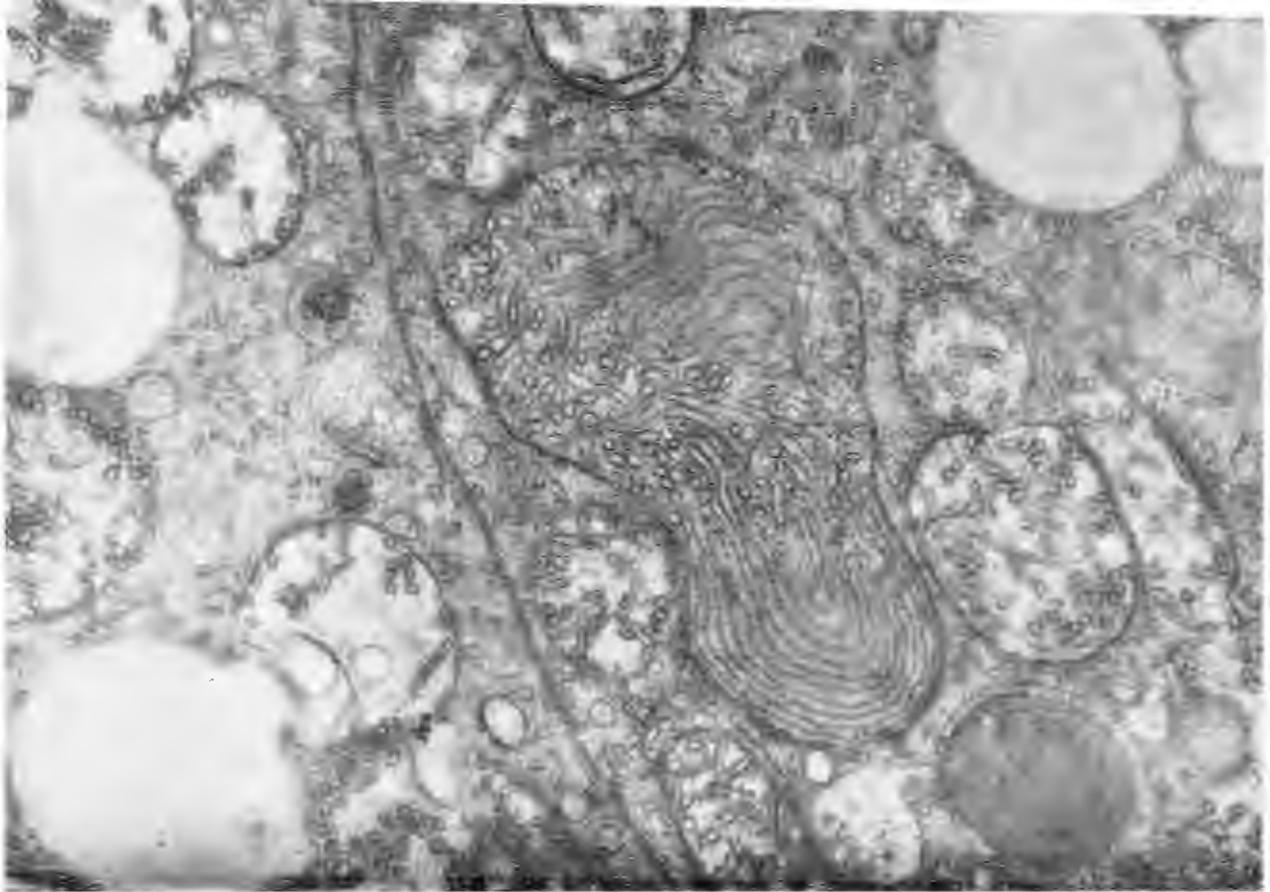
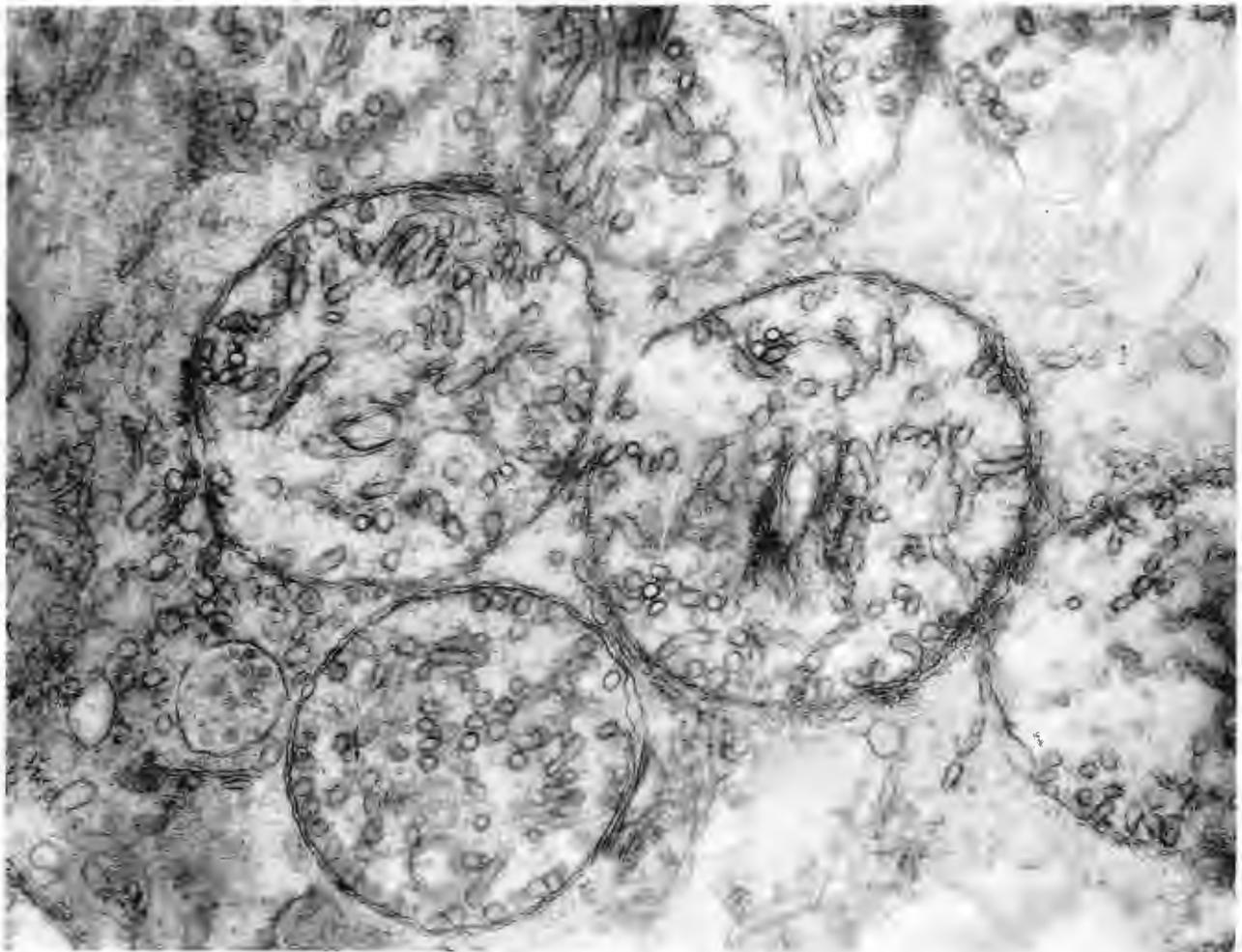


Fig. 5. Célula de la corteza suprarrenal se observa una mitocondria en forma de raqueta, se encuentran vacuolas de lípidos y R.E.L. 16,000 x.

Fig. 6. Porción de una célula de la corteza suprarrenal con mitocondrias redondas, las mitocondrias tienen aspecto tubular; por fuera hay abundante R.E.L. 20,000 x.



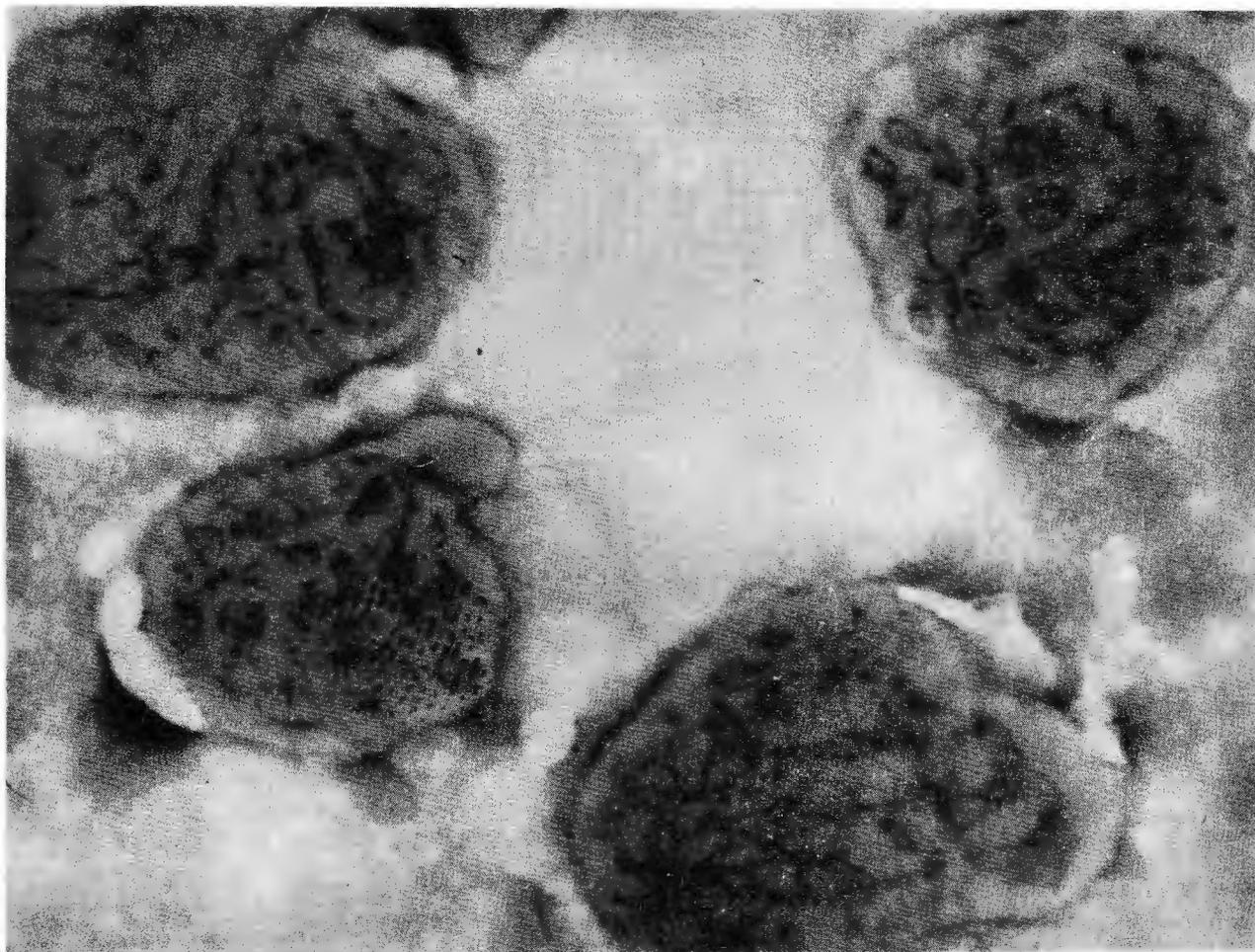


Fig. 7. Frotis de mitocondrias íntegras de células hepáticas, tienen forma ovoidal, la membrana limitante externa y sus crestas. 16,000 x.

to y el ADP dan sus productos finales que son el ATP, el CO<sub>2</sub> y el agua.

Actualmente se sabe que una mitocondria posee más de 70 enzimas<sup>14,16</sup> y coenzimas que trabajan de manera ordenada, además de numerosos cofactores, vitaminas y metales que cooperan en las funciones mitocondriales. La forma, tamaño y número de las mitocondrias está en relación con la función de la célula, su estructura y topografía nos sirven para explicar una serie de procesos energéticos intracelulares.

La detección y localización de las enzimas mitocondriales se ha hecho por ruptura y suspensiones

de mitocondrias. Las mitocondrias pueden presentar cambios de volumen por permeabilidad de su membrana, lo cual se asocia a las reacciones oxidativas<sup>8,18</sup>.

Creemos que tenemos un nuevo mundo para la exploración y seguir estudiando la ultraestructura de la mitocondria y de otros organitos celulares, pero es necesario la colaboración de bioquímicos, fisiólogos, farmacólogos, clínicos, para poder obtener una correlación entre la estructura y la función celular. A este nivel el histólogo necesita conocer bioquímica para poder hacer interpretaciones adecuadas<sup>5,10</sup>.

# ULTRAESTRUCTURA MITOCONDRIAL DE ALGUNOS TEJIDOS

## REFERENCIAS

1. Christensen, A.: **The fine structure of testicular interstitial cells in guinea pigs.** *J. Cell. Biol.* 26:911, 1965.
2. De Robertis.: **Biología celular.** Ed. "El Ateneo", México, D.F. 6a. Ed., 1965. Cap. 11 pp. 222-246.
3. Ghidoni, J.; Thomas, H.: **Conneciton between a mitochondrion and endoplasmio reticulum in liver.** *Experientia.* 25:632, 1969.
4. Giese, C.: **Fisiología celular.** Ed. Interamericana, S. A. 3a. Ed. pp. 109-113, 108, 110, 120, 288, 346.
5. Hall, D.; Palmer, J.: **Mitochondrial research today.** *Nature.* 221:717, 1969.
6. Ham, A.: **Tratado de Histología.** Ed. Interamericana, S. A. México, D.F. 5a. Ed. pp. 128-131.
7. Harman, J.; Kitiyakara, A.: **Studies on mitochondria. VI. The relationship between the structure, osmotic reactivity and ATPase activity of mitochondria frompigeon skeletal muscle.** *Exptl. Cell. Research.* 8:411, 1955.
8. Harman, J.; O'Hegarty, M.: **Differentiation of types of mitochondrial swelling.** *Exp. Mol. Path.* 1:513, 1962.
9. Hunter, F. Jr.; Davis, J.; Carlat, L.: **The stability of oxidative and phosphorylative systems in mitochondria under anaerobic conditions.** *Biochim. et Biophys. Acta.* 20:237, 1956.
10. Jiménez, J. M.; Ambrosius, K.; Mravko, E.; Leuze, E.: **Ultraestructura celular normal de algunos tejidos humanos.** *Rev. Med. del ISSSTE.* 3:147, 1968.
11. Kältenbach, J.; Harman, J.: **Studies on mitochondria. VII. The relationship between the control of structure and the dinitrophenol stimulation of adenosinetriphosphatase in liver mitochondria.** *Exptl. Cell Research.* 8:435, 1955.
12. Laguna, J.: **Bioquímica.** Ed. La Prensa Médica Mexicana. 1a. Ed. México, D. F. Cap. 7 pp. 114.
13. Lehninger, A.: **The mitochondrion.** Ed. W. A. Benjamin Inc. New York. Cap. 2 pp. 16-38, Cap. 10 pp. 205, 1965.
14. Stempak J.: **Serial section analysis of mitochondrial form and membrane relationships in the neonatal rat liver cell.** *J. Ultrastruct. Res.* 18:619, 1967.
15. Stoeckenius, W.: **Morphological observations on mitochondria and related structures.** *Ann. New York Acad. Sc.* 137:641, 1966.
16. Tapley, D.; Kimberg, D.; Buchanan, J.: **The mitochondrion.** *New Engl. J. Med.* 276:1182, 1967.
17. Volk, T.: **Mitochondrial tubular membrane interconnections in the rat adrenal cortex.** *Lab. Inves.* 25:349, 1971.
18. Wlodawer, P.; Parsons, D.; Williams, G.; Wojtczak, L.: **Morphological changes in isolated rat liver mitochondria during swelling and contraction.** *Biochim. et Biophys. Acta.* 128:34, 1966.