

# TÉCNICAS DE ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO DE PARTES BLANDAS DE ESPECÍMENES MOMIFICADOS

**Pedro L. FERNÁNDEZ**

**Jordi ESTEBAN**

**Montserrat TORTOSA**

**Elena RULL**

**Lucila FRESNO**

**Eva FERNÁNDEZ**

Depto. de Anatomía Patológica  
Hospital Clínico y Facultad de Medicina  
(Barcelona)

**Enrique GERSZTEN**

**Marvin J. ALLISON**

Dept. of Pathology  
Medical College of Virginia  
(Richmond, Virginia)

## INTRODUCCIÓN

Aunque se ha dicho que el propio Virchow se sintió atraído y tuvo la oportunidad de estudiar algunas momias egipcias, el pionero del estudio sistemático de los tejidos blandos momificados con microscopía óptica fue sin duda sir Armand Ruffer a comienzos de este siglo. Era un microbiólogo inglés que tras marchar a Egipto por razones de salud comenzó a interesarse por el estudio histológico de las momias, llegando a desarrollar un método de reblandecimiento por rehidratación de los tejidos momificados que todavía se utiliza (solución de Ruffer). Ruffer consiguió de esta manera describir gran cantidad de hallazgos paleopatológicos que incluyeron, entre otros, la arteriosclerosis, bilharziasis y lesiones cutáneas (1,2).

Aunque existe una atención intermitente a esta rama de la Paleopatología en épocas intermedias, será por los años sesenta cuando se comienza de nuevo a mostrar un creciente interés por el estudio de tejidos blandos momificados, destacando los estudios de SANDISON (3) y, más recientemente, los de GERSZTEN, ALLISON y ARRIAZA sobre momias andinas (4,5,6), FORNACIARI sobre momias del Renacimiento (7), RODRÍGUEZ en momias de Canarias (8) y la gran expectación causada por el "hombre de hielo" del Tirolo (9).

Cabe señalar que la mayoría de los investigadores que se han dedicado a la histopatología de tejidos blandos de momias sean anatomopatólogos, lo que resulta lógico dada la semejanza del diagnóstico microscópico que se realiza de forma rutinaria en los hospitales y el que se puede llevar a cabo sobre tejidos momificados. En efecto, la única diferencia estriba en el proceso de desecación que estos últimos han sufrido y que les confiere un aspecto apergaminado o similar al cuero viejo. Por lo demás, veremos que la toma de muestras, el procesamiento técnico y la aproximación diagnóstica son similares a las que se llevan a cabo sobre biopsias recién extraídas de un sujeto vivo o de una necropsia.

Nuestros estudios de histopatología sobre tejidos blandos de momias se han realizado sobre sujetos procedentes de los desiertos del norte de Chile, en especial el valle de Arica, que sufrieron un proceso de momificación espontáneo y que datan de un intervalo de tiempo entre 1.000 años a.C. y 1.000 d.C.

\* \* \*

El primer paso para el tipo de estudio que nos ocupa, y una vez localizado el enterramiento y extraído el sujeto de estudio, es el cálculo de su data, para lo cual es imprescindible el uso de la técnica del C14, así como la información arqueológica. En muchos casos, las momias andinas se encuentran en el interior de fardos funerarios. Las momias así contenidas son susceptibles de estudio con tecnologías complejas que mantienen la integridad del fardo (RX, TAC, endoscopia), que también se pueden realizar tras el desembaraje. En el interior de estos envoltorios es frecuente encontrar interesantes artefactos con significado religioso y ritual (collares, tocados, plumas, alimentos, kits alucinógenos, etc.) y en algunos casos incluso instrumentos para el sacrificio del individuo (lazos) o animales. Hay varios casos descritos de momias con fetos intraútero con probable muerte intraparto y vasijas con placentas.

## MÉTODO DE ESTUDIO DE TEJIDOS BLANDOS

### 1. Estudio macroscópico

La inspección externa que precede a la apertura del cuerpo permite estudiar la piel (lesiones cutáneas, tatuajes), así como deformidades externas, y descartar artefactos pseudopatológicos derivados de la posición, manipulación o proceso de momificación. Conviene señalar en este momento la necesidad de proceder con el uso de guantes para cualquier contacto con los tejidos de la momia; fundamentalmente, para evitar la contaminación de los mismos con material genético exógeno que impida un adecuado estudio posterior con técnicas de biología molecular.

El estudio macroscópico incluye la apertura (disección) del cuerpo cuya técnica se adecuará al estado del sujeto, que en muchos casos está fragmentado o se fragmenta con facilidad, tiene pérdidas de sustancia, o se pretende exponer al público con la mínima manipulación posible. En estos últimos casos, el uso de técnicas de microbiopsia con agujas de "tru-cut" o equipos de endoscopia pueden resultar muy útiles. Tras la apertura de cavidades y la inspección de órganos *in situ*, se extraen los mismos. Estos últimos, debido a la deshidratación, no son siempre reconocibles fácilmente, ya que el color de los mismos es muy similar entre sí y parecido al cuero, estando muy aplanados y apergaminados. En este momento, el recuerdo anatómico y la experiencia en necropsias juegan un papel fundamental para la adecuada identificación y extracción de órganos. Éstos deben ser clasificados y almacenados en contenedores que protejan del medio ambiente y posteriormente estudiados con minuciosidad tanto ocularmente como con el uso de lupas e instrumentos de pequeño aumento. El estudio prosigue tras la toma de pequeños fragmentos ("biopsia") representativos de posibles lesiones o de un órgano macroscópicamente normal.

El estudio macroscópico de las cavidades y vísceras puede poner de relieve la existencia anomalías como hiperplasias, atrofas, neoplasias, depósitos (antracosis, cálculos, etc.) e incluso lesiones óseas, dado el escaso grosor de las partes blandas.

### 2. Rehidratación

Este proceso es crítico para la obtención de un material susceptible de estudio histopatológico, y consiste en reponer los fluidos perdidos por el tejido durante el proceso de momificación. Se consigue sumergiendo los fragmentos tisulares extraídos en solución de Ruffer, que es una mezcla agua, alcohol etílico, formol y carbonato de sodio (2). El tiempo de sumersión en este líquido es variable según el tipo de tejido, su estado y tamaño, y va desde minutos a horas, debiéndose comprobar esporádicamente su consistencia para descubrir el momento en que ésta es adecuada para continuar con el proceso. Una vez conseguido un estado de adecuada rehidratación, estos tejidos siguen el procesamiento histopatológico rutinario para tinciones histoquímicas de microscopía óptica o electrónica (transmisión o barrido). En el caso de la microscopía óptica, la tinción rutinaria es la de hematoxilina-eosina, aunque otras específicas para detectar determinados productos (PAS, tricrómico de Mason, plata metenamina, etc.), e incluso técnicas inmunohistoquímicas, son también posibles.

### 3. Estudio microscópico

#### 3.1. Microscopía óptica

El microscopio de luz nos permite sumergirnos en la intimidad de un tejido que ha permanecido estable en el tiempo gracias al proceso de momificación y que ha sufrido poco los rigores que la autólisis o muerte de los tejidos tras la detención del aporte nutricional. Esto no quiere decir que la morfología del tejido momificado esté tan perfectamente preservada como en los tejidos fijados con soluciones como el formol, pero sí que el estudio histopatológico es aún posible en muchos casos.

Lo primero que se observa microscópicamente es que los núcleos de las células han desaparecido prácticamente de una forma total en todos los tejidos. Esporádicamente puede detectarse alguno tras cuidadoso escrutinio, lo que habla de la posibilidad de contar con material genético en relativo buen estado en estos especímenes para estudios moleculares. En general, los órganos con escaso componente estromal como el hígado, páncreas y encéfalo muestran una arquitectura muy alterada o irreconocible, a lo que contribuye su alto componente enzimático o acuoso. Por el contrario, el corazón, pared del tubo digestivo, útero o músculo esquelético muestran una arquitectura mucho más preservada, en gran parte debido a su componente fibroso (colágeno) y muscular. Otros órganos que suelen conservar bien su morfología son el pulmón, riñón y tejido adiposo (Figs. 1, 2, 3 y 4). Esto nos ha permitido observar, entre otros hallazgos, lesiones cutáneas probablemente correspondientes a foliculitis o acné, depósitos pulmonares pigmentarios y nefrocalcinosis por oxalato cálcico; esta última, una enfermedad que puede ser de causa genética o estar asociada a otros procesos como la enfermedad de Crohn o la pancreatitis crónica (Figs. 5 y 6).

### 3.2. Microscopía electrónica

La microscopía electrónica es una técnica de estudio de imágenes a gran aumento que, en vez de utilizar la luz para generarlas, usa haces de electrones que atraviesan el espesor ("transmisión") o barren la superficie del tejido ("barrido" o *scanning*).

En el caso de la microscopía electrónica de transmisión (MET), el procesamiento del tejido es similar a la óptica; pero la necesidad de finísimas secciones histológicas obliga a variaciones en el procesamiento que incluyen fijación en glutaraldehído, aplicación de osmio y confección de bloques con resina que se cortan con cuchillas de vidrio para obtener grosores muy inferiores a las micras.

Para la microscopía electrónica de barrido (MEB) no se utilizan secciones, sino pequeños fragmentos cuya superficie es cubierta con un metal como el oro para que refleje los haces de electrones que serán recogidos y transformados en una imagen tridimensional.

Aunque estas técnicas, dada su gran resolución, requieren un meticuloso procesamiento y preservación del tejido, pueden aplicarse con éxito a tejidos momificados (10). Hemos podido comprobar cómo se identifica de forma satisfactoria la trama colágena del bazo normal o las estriaciones transversales de las miofibrillas musculares cardíacas; se descubren y reconocen esporas fúngicas en el músculo esquelético; son reconocibles estructuras vegetales en las heces, e incluso se puede reconocer con detalle la ultraestructura de algún linfocito aislado (5). La MEB nos ha permitido analizar las lesiones foliculares cutáneas de una momia andina, probablemente correspondientes a una foliculitis o acné, así como la estructura capilar y huevos de parásito en este tipo de muestras.

### 4. Otros estudios

El material obtenido por los anteriores procedimientos, además de aportar la información morfológica mencionada, es susceptible de ser estudiado por otras disciplinas capaces de generar una gran cantidad de datos, como son la microbiología, parasitología, bioquímica, biología molecular, paleonutrición, etc. En este sentido, es de destacar la preservación de material genético suficiente en muchos casos para llevar a cabo complejos análisis moleculares (11) que incluso pueden ayudar al diagnóstico morfológico de los tejidos.

Un ejemplo paradigmático de esto último es el diagnóstico diferencial llevado a cabo sobre una lesión tumoral en una momia del Renacimiento italiano gracias al análisis molecular que FORNACIARI *et al.* realizaron del oncogén ras, cuya anomalía confirmó el diagnóstico de adenocarcinoma colónico frente a la posibilidad de un tumor prostático (12,13).

Finalmente, el estudio de las heces es de incalculable valor para el análisis de las dietas de la antigüedad, así como para el estudio de parásitos e infecciones (14).

### NOTAS

- (1) RUFFER, M.A. *Brit Med J* 1909, 1:1005.
- (2) RUFFER, M.A. *Studies in the Paleopathology of Egypt*. Editorial Moodie R.L.. Univ. Chicago Press. 1921.
- (3) SANDISON, A.T. *The study of mummified and dried human tissues*. En Brothwell, D. y Higgs, E. (eds.). *Science in Archeology*. Editorial Thames and Hudson. Londres. 1963.
- (4) GERSZTEN, P.C. y MARTÍNEZ, A.J. The neuropathology of South American mummies. *Neurosurgery* 1995,36:756-761.
- (5) GERSZTEN, P.C.; GERSZTEN, E. y ALLISON, M.J. Ultrastructure of a well-preserved lymphocyte from a mummified human. *J Electron Microsc.* Tokio. 1997, 46:443-445.
- (6) AUFDERHEIDE, A.C.; MUÑOZ, I. y ARRIAZA, B. Seven Chinchorro mummies and the Prehistory of Northern Chile. *Am J Phys Anthropol*. 1993, 91:189-201.
- (7) FORNACIARI, G. Mummies of Italy. En E. Cockburn y T.A. Reyman (eds.). *Mummies, disease and ancient cultures*. Cambridge University Press. 1998.
- (8) RODRÍGUEZ MARTÍN, C.; GONZÁLEZ ANTÓN, R. y ESTÉVEZ GONZÁLEZ, F. *Cranial injuries in the Guanche population of Tenerife (Canary Islands): A biocultural interpretation*. En Davies, W.V. y Walker, R. (eds.). *Biological Anthropology and the study of Ancient Egypt*. British Museum Press. London. 130-135. 1993

- (9) HESS, M.W.; KLIMA, G. y PFALLER, K. *et al.* Histological investigation on the Tyrolean Ice Man. *Am J Phys Anthropol* 1998,106:521-532.
- (10) LEWIN, PK. Palaeo-electron microscopy of mummified tissue. *Nature* 1967,213:416-417.
- (11) PAABO, S. Ancient DNA: Extraction, characterization, molecular cloning, and enzymatic amplification. *Proc Natl Acad Sci* 1989,86:1939-1943.
- (12) FORNACIARI, G.; CASTAGNA, M. y NACCARATO, A.G. *et al.* Adenocarcinoma in the mummy of Ferrante I of Aragón, king of Naples. *Paleopathol Newsl* 1993,82:7-11.
- (13) MARCHETTI, A.; PELLEGRINI, S.; BEVILACQUA, G. y FORNACIARI, G. K-ras mutation in the tumour of Ferrante I of Aragón, king of Naples. *Lancet*.
- (14) ALLISON, M.J. *et al.* A case of hookworm infestation in a Precolumbian American. *Am J Phys Anthropol* 1974,41:103-106.

## ICONOGRAFÍA

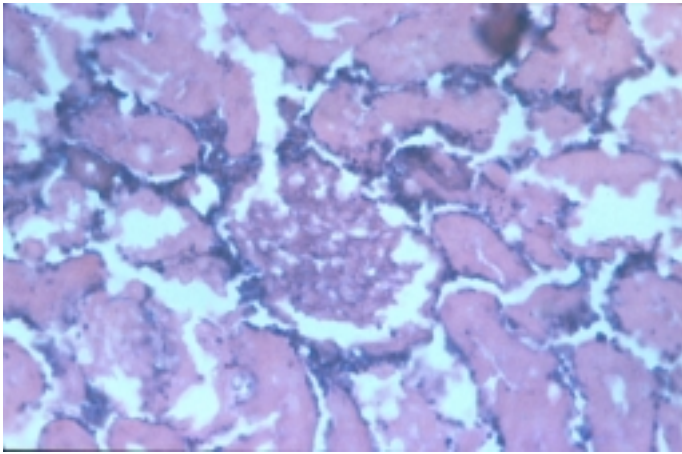


Fig. 1. Glomérulo renal normal momificado.  
Hematoxilina-eosina  $\times 200$ .

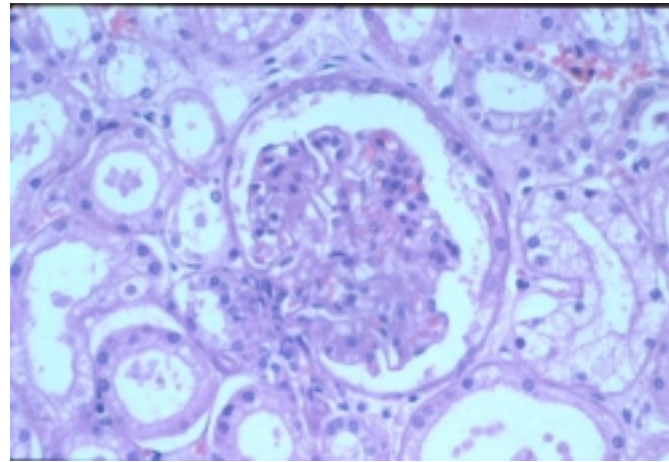


Fig. 2. Glomérulo renal normal de biopsia actual.  
Hematoxilina-eosina  $\times 200$ .

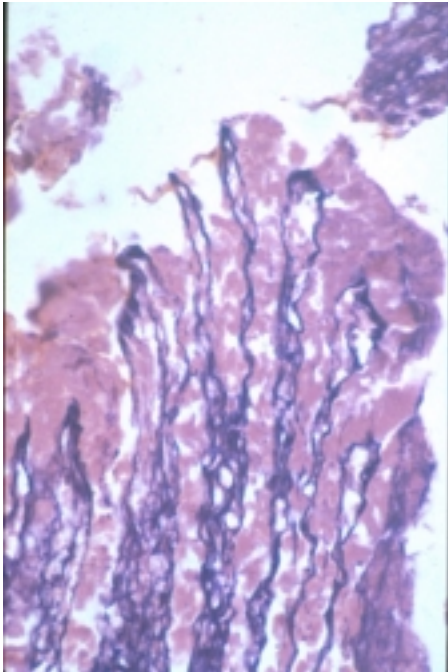


Fig. 3. Mucosa gástrica normal momificada.  
Hematoxilina-eosina  $\times 200$  ..

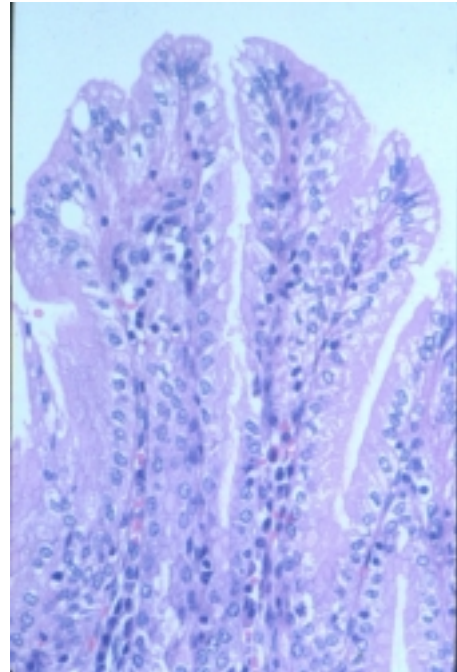


Fig. 4. Mucosa gástrica normal de biopsia actual.  
Hematoxilina-eosina  $\times 200$

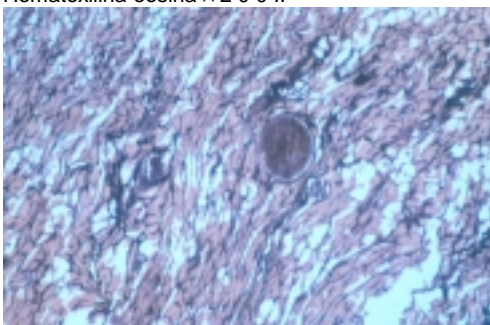


Fig. 5. Riñón momificado con cálculo intratubular de oxalato. Hematoxilina-eosina  $\times 100$ .

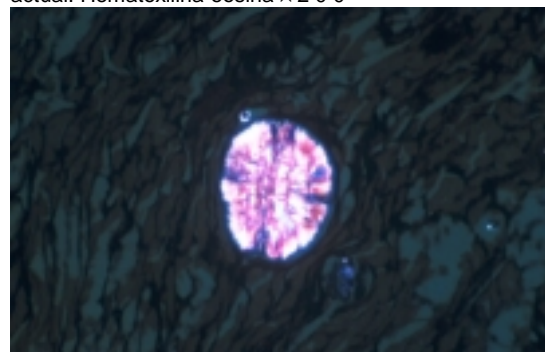


Fig. 6. Polarización de la sección histológica de figura 5.  $\times 200$  .

