

Remodelado Histológico en Aneurismas Fusiformes en Ratas Wistar tratadas con Wrapping de Algodón y Politetrafluoroetileno

Matias Baldoncini^{1,2}, Alvaro Campero^{3,4}, Matias Costa⁵, Michael T. Lawton⁶, Robert F. Spetzler⁶

¹Laboratorio de Neuroanatomía Microquirúrgica (LaNeMic) Segunda Cátedra de Anatomía, Universidad de Buenos Aires.

²Servicio de Neurocirugía, Hospital Petrona V. de Cordero, San Fernando, Buenos Aires.

³Servicio de Neurocirugía, Hospital Padilla, Tucumán, Argentina.

⁴LINT, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

⁵Cerebrovascular Neurosurgery Department, Swedish Neuroscience Institute, Seattle, Washington, USA

⁶Division of Neurological Surgery, Barrow Neurological Institute, St. Joseph's Hospital and Medical center, Phoenix, Arizona, USA

RESUMEN

Introducción: El tratamiento microquirúrgico para los aneurismas intracraneales es el clipado, sin embargo, algunos aneurismas deben ser resueltos mediante wrapping. El objetivo del trabajo es analizar los cambios histológicos en aneurismas fusiformes en ratas luego del wrapping con algodón natural y politetrafluoroetileno.

Materiales y Método: Se trabajó con 12 Ratas Wistar divididas en 3 grupos. Luego de la anestesia se expusieron ambas arterias carótidas comunes, realizándose un aneurisma fusiforme en cada vaso. Se realizó wrapping a las carótidas derechas, grupo 1 con membrana de politetrafluoroetileno, grupo 2 con algodón natural y grupo 3 empleando combinación de ambos materiales. Los animales fueron sacrificados a los 45 días postoperatorios, para luego procesar las muestras y análisis histológico vascular.

Resultados: En el grupo 1 no se evidenciaron modificaciones estructurales, en el grupo 2 se destacó la presencia de células gigantes multinucleadas, inflamación, con infiltrado linfoplasmocitario. En el grupo 3 fue similar al grupo 2 con el agregado de metaplasia condroide y calcificaciones en capa media. Las arterias carótidas izquierdas (control) no presentaron cambios histológicos y a nivel muscular, aumento del tejido conectivo entre las fibras musculares y fibroblastos en el grupo 2.

Discusión: Existen publicaciones sobre la técnica de wrapping con materiales autólogos o heterólogos. Sin embargo, no existen análisis experimentales de los efectos microestructurales producidos en las arterias tras la creación y tratamiento de un aneurisma fusiforme.

Conclusiones: La combinación más efectiva para reforzar la pared del aneurisma y evitar la reacción inflamatoria circundante es la utilización de algodón natural y politetrafluoroetileno.

Palabras clave: Wrapping, Aneurisma Fusiforme, Cambios Histológicos, Microcirugía

ABSTRACT

Introduction: The microsurgical treatment for intracranial aneurysms is clipping, however, some aneurysms must be resolved by wrapping. The objective of the work is to analyze the histological changes in fusiform aneurysms in rats after wrapping with natural cotton and polytetrafluoroethylene.

Materials and Method: We worked with 12 Wistar rats divided into 3 groups. After anesthesia, both common carotid arteries were exposed, making a fusiform aneurysm in each vessel. Right carotid wrapping was performed, group 1 with a polytetrafluoroethylene membrane, group 2 with natural cotton, and group 3 using a combination of both materials. The animals were sacrificed 45 days after surgery, to process the specimens and vascular histological analysis.

Results: In group 1 there were no structural modifications, in group 2 the presence of multinucleated giant cells, inflammation, with lymphoplasmacytic infiltrate stood out. In group 3 it was similar to group 2 with the addition of chondroid metaplasia and calcifications in the middle layer. The left carotid arteries (control) did not present histological changes and at the muscle level, increased connective tissue between muscle fibers and fibroblasts in group 2.

Discussion: There are publications on the wrapping technique with autologous or heterologous materials. However, there are no experimental analyzes of the microstructural effects produced in the arteries after the creation and treatment of a fusiform aneurysm.

Conclusions: The most effective combination to reinforce the wall of the aneurysm and avoid the surrounding inflammatory reaction is the use of natural cotton and polytetrafluoroethylene.

Key words: Wrapping, Fusiform Aneurysm, Histological Changes, Microsurgery

INTRODUCCIÓN

El tratamiento microquirúrgico para los aneurismas intracraneales es el clipado completo del cuello para bloquear la entrada de sangre al saco aneurismático. Sin embargo, algunos aneurismas no pueden tratarse con esta

técnica debido a su tamaño, forma o ubicación y requieren otros procedimientos para su resolución. Este es el caso de los aneurismas fusiformes, que pueden ser tratados de forma endovascular o mediante técnicas de refuerzo o envoltura microquirúrgica (wrapping).

Desde que Dott¹ en 1931 realizó el primer tratamiento directo de un aneurisma intracraneal envolviéndolo con músculo autólogo, se han utilizado diferentes materiales de envoltura para estos aneurismas complejos no pasibles de clipado directo. Los materiales más utilizados son

Matias Baldoncini

drbaldoncini@matias@gmail.com

Recibido: Marzo de 2021. Aceptado: Abril de 2021.

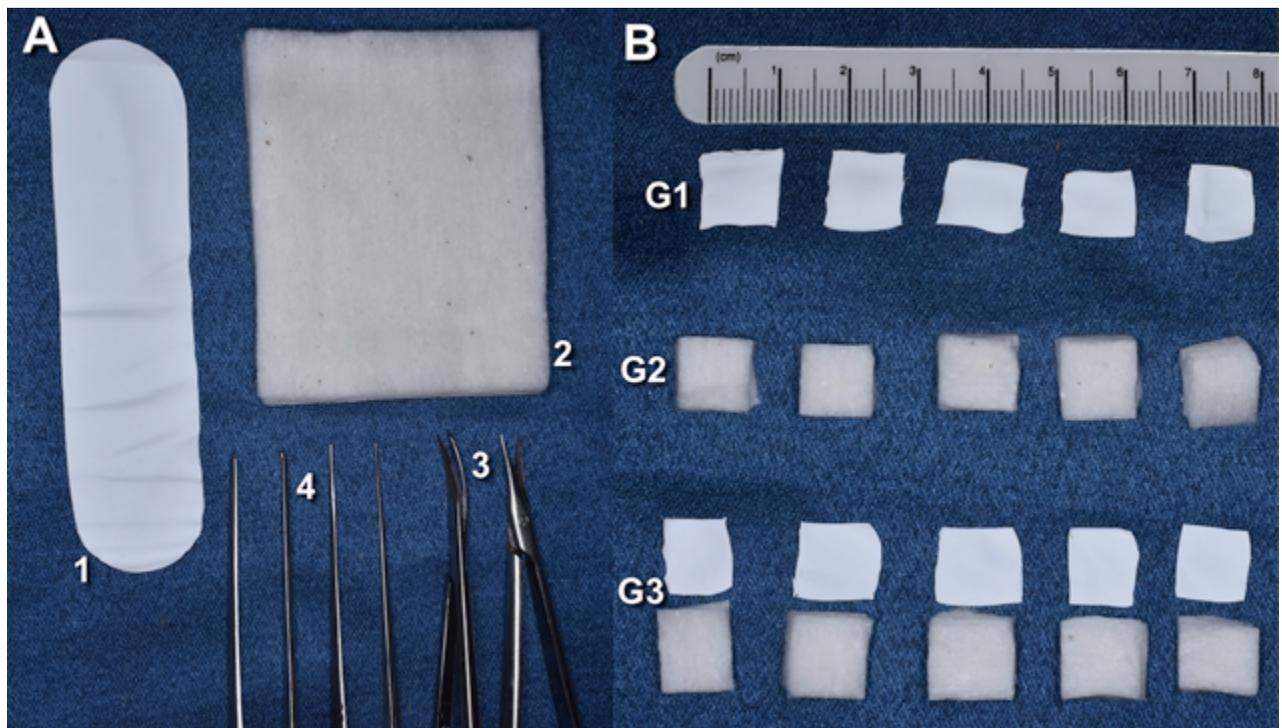


Figura 1. A) Materiales utilizados en este estudio: una hoja de politetrafluoroetileno (1); una plancha de 1mm de espesor de algodón natural (2) microtijeras rectas y curvas (3) pinzas de microcirugía con dientes y sin dientes (4). B) Demostración del material preparado antes de la esterilización para cada grupo: piezas de 10mm x 10mm de PTFE para grupo 1 (G1), segmentos de algodón natural de 10mm x 10mm para grupo 2 (G2) y la combinación de ambos en el grupo 3 (G3).

gasa de muselina,² algodón natural, plásticos, cianoacrilato, músculo o fascia³, adhesivos de fibrina y membrana de politetrafluoroetileno (Gore-Tex - WL Gore & Associates, Inc.)⁴. Sin embargo, no existe literatura que analice de forma experimental los efectos microestructurales producidos en las arterias y estructuras vecinas tras la creación y tratamiento de un aneurisma fusiforme con técnica de wrapping.

El objetivo del siguiente estudio experimental en Ratas Wistar es examinar los cambios histológicos en aneurismas fusiformes carotídeos y tejido circundante tras la envoltura aneurismática con diferentes materiales, entre ellos, algodón natural y membrana de politetrafluoroetileno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos fueron realizados en el Laboratorio del Bioterio Central de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. El Comité de Ética de la Facultad de Farmacia y Bioquímica del Instituto de Ciencias Médicas aprobó el trabajo experimental (Cudap nro. 35788/19, Resolución Nro 2379). Los procedimientos fueron realizados de acuerdo a los standards de cuidados descriptos por la "International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals" escrito por el Council for International Organizations of Medi-

cal Sciences (CIOMS) y por el International Council for Laboratory Animal Science (ICLAS), Ginebra 2012.

Se emplearon dos materiales para la realización del wrapping: Algodón Natural y politetrafluoroetileno (Gore-tex) membrane (PFT) (Expanded polytetrafluoroethylene, Gore Medical, W.L. Gore & Associates, Inc.)

Se trabajó con 12 Ratas Wistar, con un peso promedio entre 300-350g. Fueron divididas en 3 grupos, cada grupo compuesto por 4 ratas; 2 hembras y 2 machos en cada uno. La inducción de la anestesia fue realizada por personal autorizado del Laboratorio Central con inyección intraperitoneal de Ketamina 10mg/100g y Xilacina 1mg/100g. Todas las cirugías se llevaron a cabo bajo condiciones estériles.

El instrumental quirúrgico utilizado fue: microtijeras rectas y curvas, pinzas de disección delicadas de varios tamaños, hoja N° 11 de bisturí y suturas de nylon 4/0 (Fig. 1). Todos los procedimientos quirúrgicos se realizaron bajo visualización directa a través de un microscopio quirúrgico NEWTON®, adaptado a laboratorio. Las cirugías se registraron con una cámara BlackMagic Micro-Cinema Camera®.

Técnica quirúrgica

Luego de la inducción de la anestesia, los animales se colocaron en una camilla especialmente adaptada para la ci-

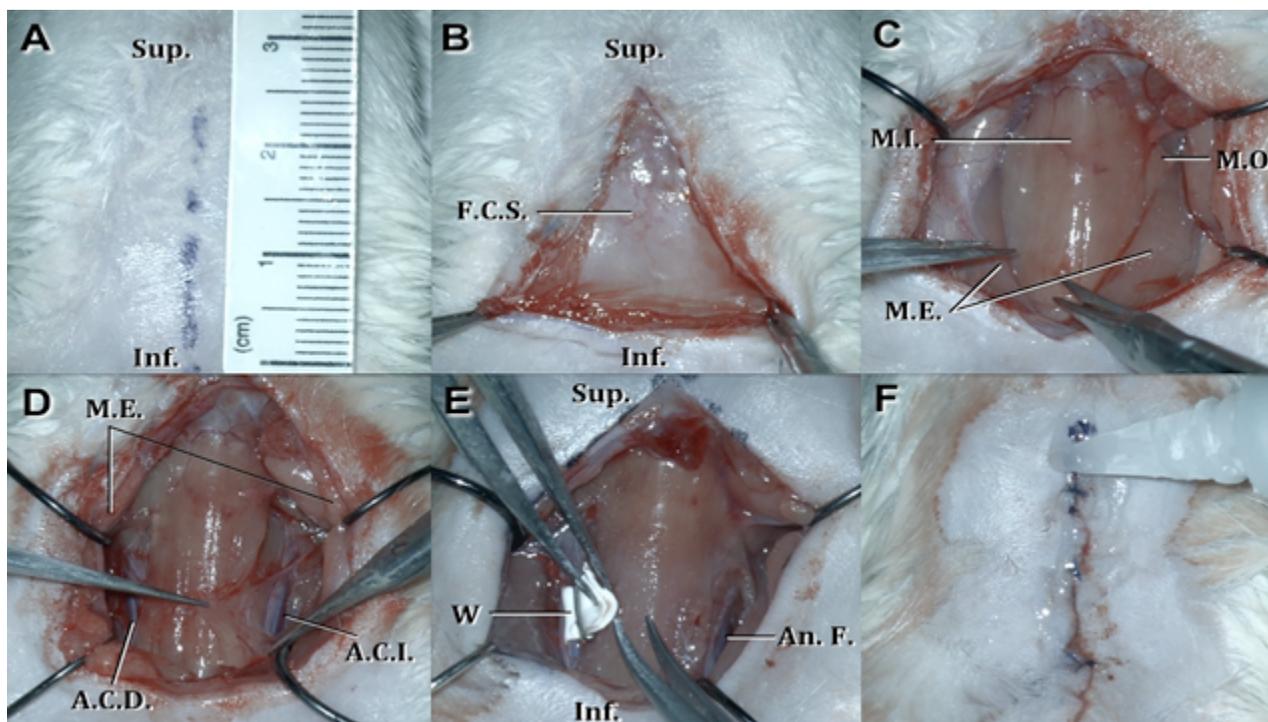


Figura 2. A) La incisión en piel de 2,5cm aproximadamente se realizó desde la escotadura esternal a la sínfisis mandibular. B) Luego del primer paso, se expone la fascia cervical superficial (F.C.S.) y el músculo platismo se observa por debajo de la piel. C) Con disección aguda de la fascia cervical superficial en la línea media se exponen los músculos infrahioides (M.I.); el músculo esternomastoideo (M.E.) y músculo omohioideo (M.O.) lateralmente. D) Con el uso de retractores laterales se expuso el triángulo carotídeo bilateral, el nervio vago y la vena yugular interna. E) A modo de ejemplo se muestra un Wrapping (W) con politetrafluoroetileno del grupo 1, con una hoja de 10mm x 10mm rodeando en 3600. Con la colocación de un hemoclip se fija la membrana. F) Los tejidos son aproximados con 3 o cuatro puntos simples de seda 3.0 y reforzado con gotas de cianocrilato. Sup: Superior; Inf: Inferior; F.C.S: Fascia cervical superficial; M.I.: Músculos infrahioides; M.O.: Músculo omohioideo; M.E.: Músculo esternomastoideo; A.C.D: Arteria carótida derecha, A.C.I.: Arteria carótida izquierda

rugía de ratas; en decúbito supino con un amarre cefálico alrededor de los dientes. El pelaje se eliminó con una rasuradora en la cara anterior de la región cervical. La asepsia se realizó con clorexidina y alcohol. Se comenzó con una incisión en piel desde la escotadura esternal hasta la sínfisis mandibular (Figura 2). Se expuso la fascia cervical superficial y se visualizaron el músculo platismo y las glándulas submandibulares debajo de la piel. La disección aguda de la fascia cervical en la línea media expuso el músculo esternohioideo, que es el punto de referencia en la línea media.⁵ Con disección roma se separó la fascia cervical media, que se encuentra entre los músculos infrahioides y el músculo esternomastoideo.⁵ El músculo digástrico se encuentra en el lado craneal del músculo esternohioideo, es necesario utilizar retractores laterales para exponer este último. El espacio delimitado por el músculo esternohioideo, esternomastoideo y el músculo digástrico es el triángulo carotídeo (Fig. 2). El músculo omohioideo recubre la vaina carotídea en el lado craneal, por lo que hay que disecarlo y cortarlo para exponer la arteria carótida común, el nervio neumogástrico y la vena yugular.

Una vez expuestas ambas carótidas comunes, se individualizan del resto de las estructuras, especialmente nervio

neumogástrico y vena yugular. Se topica una gota periarterial de cloruro de calcio (CaCl_2) solución 0,05M/100ml (0,5M $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, graduación analítica, pH 6,9) en un segmento de 4mm de ambas arterias carótidas comunes con el objetivo de generar un aneurisma fusiforme.^{6,7,8} Luego de 15 minutos de la colocación de cloruro calcio, se realiza lavado de la zona con solución fisiológica de ambas carótidas. Finalmente se realizó la envoltura (wrapping) solo de las arterias carótidas derechas, dejando como testigo las carótidas comunes izquierdas.

Técnica de Wrapping

Grupo 1: Se realizó wrapping en 3600 con politetrafluoroetileno esterilizado con técnica Sterrad⁹ en las arterias carótidas comunes derechas en 4 ratas Wistar. Se colocó un hemoclip para asegurar el algodón natural, se retiraron los bordes sobrantes con microtijeras (Figura 3A y 3B).

Grupo 2: En este grupo el wrapping con algodón natural en 3600 fue realizado, con una membrana de 10mm x 10mm rodeando la arteria carotida común de 4 ratas Wistar. Un hemoclip asegurando los extremos fue colocado finalmente. (Figura 3C and 3D).

Grupo 3: La combinación de algodón natural y membra-

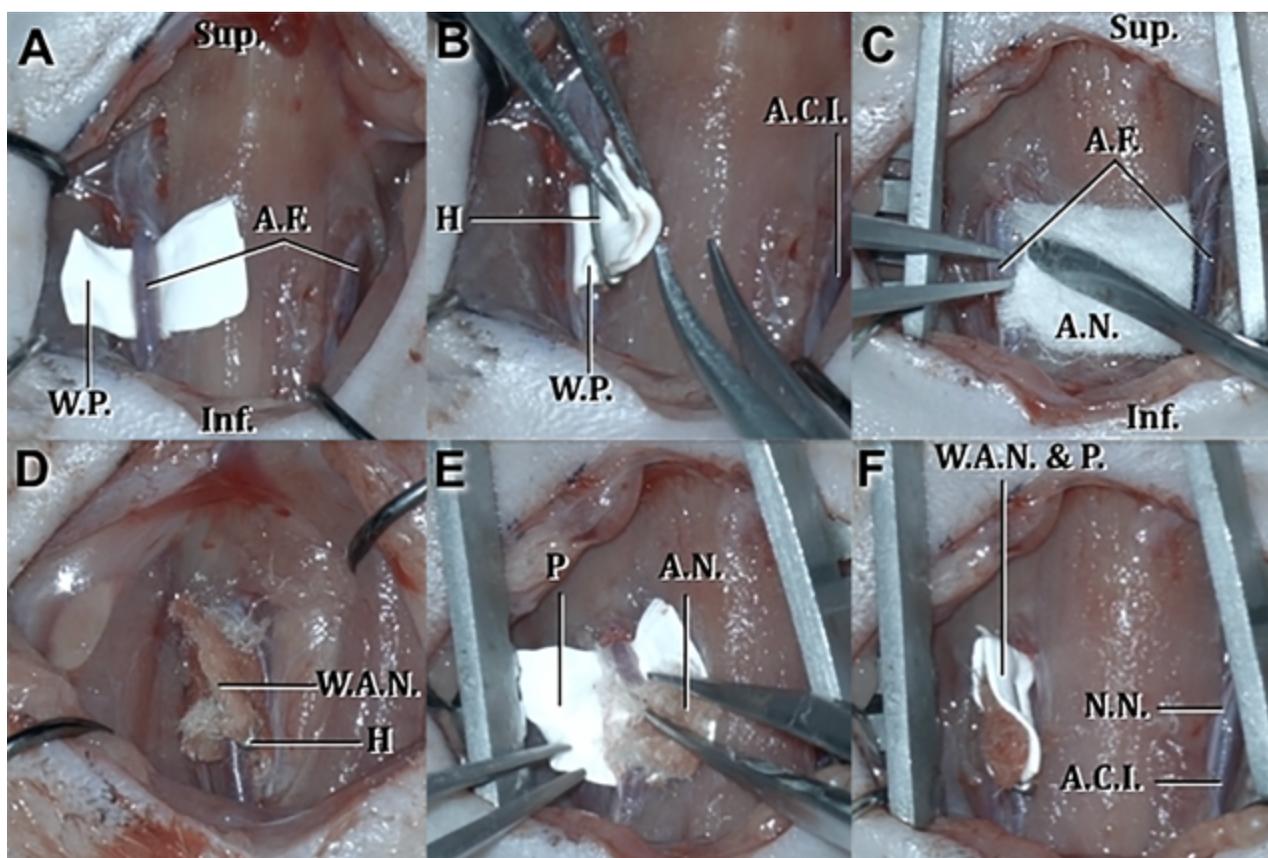


Figura 3. Técnica de wrapping realizada en los 3 grupos. Ambas arterias carótidas comunes fueron disecadas y se les aplicó CaCl₂ en un segmento de 4mm. A-B. Grupo 1: Wrapping con membrana de politetrafluoroetileno, asegurada con hemoclip. C-D. Grupo 2: Una delgada capa de algodón natural, rodeando la arteria carótida común derecha. Un hemoclip asegura los bordes y el excedente se removió con microtijeras. E-F. Grupo 3: Wrapping con algodón, el cual es cubierto en 3600 con politetrafluoroetileno, asegurado finalmente con un hemoclip de titanio. Sup: Superior; Inf: Inferior; A.F: Aneurisma fusiforme; W.P: Wrapping politetrafluoroetileno; H: Hemoclip; A.C.I: Arteria carótida izquierda; A.N: Algodón natural; W.A.N: Wrapping algodón natural; P: politetrafluoroetileno; W.E.N.&P: Wrapping algodón natural y politetrafluoroetileno; N.N: Nervio neumogástrico.

na de politetrafluoroetileno se utilizó en 4 ratas Wistar. Primero se colocó el algodón natural alrededor de la arteria carótida común, como se indicó anteriormente y luego la capa de membrana de politetrafluoroetileno alrededor del algodón natural. Con un hemoclip se fijaron ambos materiales (Figura 3E y 3F).

Las arterias carótidas comunes izquierdas no fueron tratadas luego de la formación del aneurisma fusiforme, estos vasos quedaron como control. De esta manera, cada rata Wistar presentó su propio elemento anatómico de control, reduciendo el número de animales a utilizar. Los tejidos fueron cerrados en un solo plano superficial utilizando puntos separados de seda 3-0 y gotas de cianocrilato. No se utilizaron antibióticos ni anticoagulantes. Los animales se mantuvieron en el bioterio en condiciones estándar a 21°C y ciclos día-noche de 12 horas con acceso libre de agua y comida en medioambiente calmo. El manejo postoperatorio del dolor se controló con tramadol subcutáneo (5mg/Kg) y control diario de la herida por parte del personal autorizado del bioterio.

Los animales fueron sacrificados en el bioterio a los 45

días postoperatorios de acuerdo al protocolo de la Universidad de Buenos Aires con CO₂ inhalado en cámara. Se realizó una incisión en el mismo lugar donde fueron intervenidas. Se retiraron las arterias carótidas comunes izquierdas (control) junto con el músculo esternomastoideo, colocándolos en un tubo de vidrio con formol buffer al 10%. Del lado derecho se procedió el mismo modo, tras retirar el segmento de arteria carótida común, se retiró el hemoclip que aseguraba el material del wrapping y fueron colocadas individualmente en tubos con formol buffer al 10% junto con el segmento de músculo esternomastoideo correspondiente.

Todas las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Anatomía Patológica del Hospital Petrona V. de Cordeiro para su procesamiento y análisis histopatológico. Las muestras fueron procesadas y coloreadas con Hematoxilina y Eosina, obteniendo cortes transversales de las arterias carótidas comunes y músculo de 3 micrones de espesor. Las muestras fueron analizadas y obtenidas las imágenes con Microscopio Óptico.

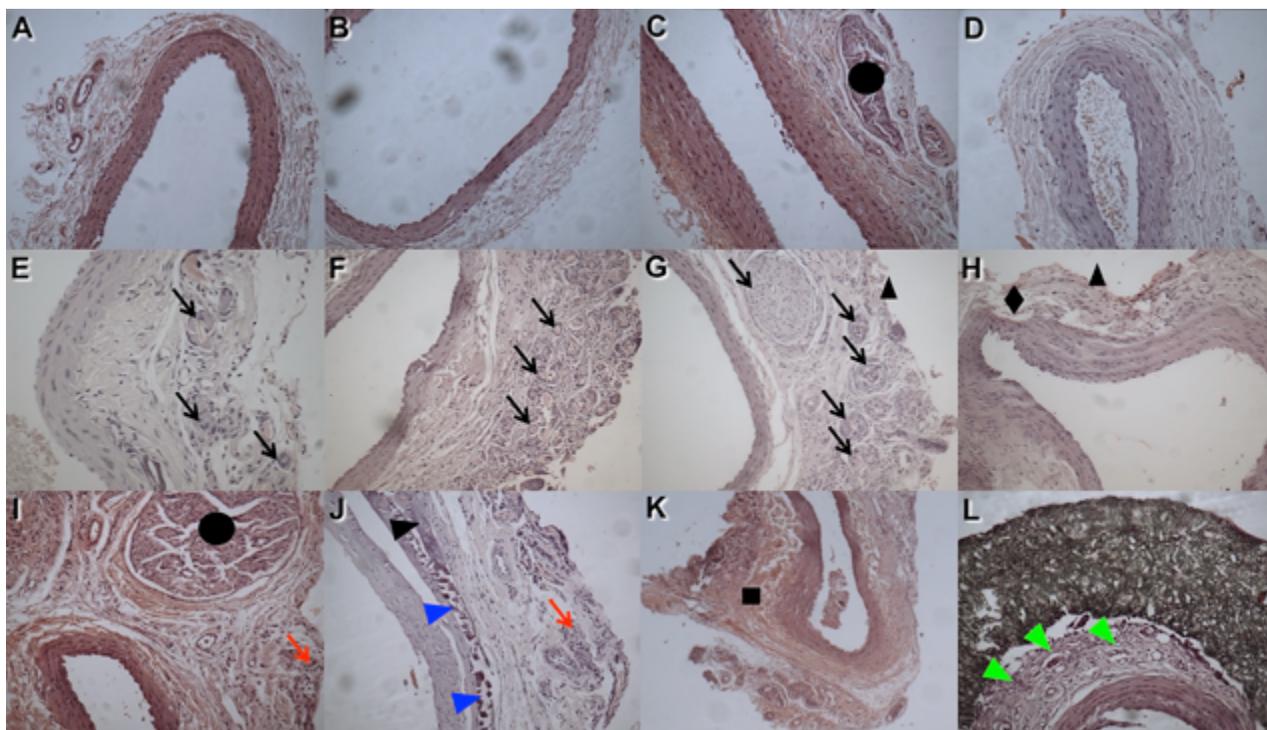


Figura 4. A-B-C-D Grupo 1: Endotelio, lámina basal y capa conjuntiva subendotelial se observan estructuras conservadas dentro de los parámetros normales. Fibras musculares lisas, elásticas y colágenas se observan con morfología y proporción conservadas dentro de los parámetros normales. En la adventicia se observan fibroblastos y fibras colágenas en morfología y proporción conservadas dentro de los parámetros normales. Filete nervioso en círculo negro. E-F-G-H Grupo 2: Células gigantes multinucleadas distribuidas en capa media y adventicia, rodeando las fibras de algodón (flechas Negras, fotos E, F y G). Intenso proceso inflamatorio crónico con infiltrado linfoplasmocitario y hemosiderofagos (triángulo negro). Calcificaciones (rombo negro). I-J-K-L Grupo 3: Se observaron Células gigantes multinucleadas distribuidas en capa media y adventicia (flechas rojas), Calcificaciones (triángulos azules), Metaplasia condroide (triángulo negro), Reacción gigantocelear de tipo cuerpo extraño (triángulos verdes), Filete nervioso (círculo negro), infiltrado linfoplasmocitario y hemosiderofagos (cuadrado negro)

RESULTADOS

Tras el procesamiento de todas las muestras se obtuvieron los siguientes resultados:

Grupo 1 Wrapping con Politetrafluoroetileno: A nivel de las tres capas de las arterias carótidas se observaron estructuras conservadas dentro de los parámetros normales. Fibras musculares lisas, elásticas y colágenas se observan con morfología y proporción conservadas dentro de los parámetros normales. En la adventicia se observan escasos fibroblastos y fibras colágenas. (Fig. 4 A-B-C-D)

Grupo 2 Wrapping con Algodón Natural: Se evidenciaron la presencia de células gigantes multinucleadas en capa media y adventicia, rodeando fibras de algodón. Presencia de elementos de inflamación, con infiltrado linfoplasmocitario. (Fig. 4 E-F-G-H)

Grupo 3 Wrapping con Algodón Natural y Politetrafluoroetileno: En este grupo resalta la presencia de células gigantes multinucleadas en capa media y adventicia. En un animal se encontró metaplasia condroide y calcificaciones en capa media. Reacción gigantocelear de tipo cuerpo extraño inmediatamente adyacente a fibras de algodón, entre otros hallazgos se destaca la presencia de infiltrado linfoplasmocitario y hemosiderofagos. (Fig. 4 I-J-K-L)

Carótidas Izquierdas: En los tres grupos los hallazgos fueron similares, conservando las estructuras normales. Endotelio, lámina basal y capa conjuntiva subendotelial se observan estructuras conservadas dentro de los parámetros normales. Capa media con fibras musculares lisas, elásticas y colágenas de morfología y proporción conservadas. Adventicia con presencia de fibroblastos y fibras colágenas en morfología y proporción normales en los tres grupos. (Fig. 5 A-B-C)

Músculo Esternomastoideo Derecho: Se analizaron las imágenes histológicas del segmento muscular en contacto con el wrapping de los tres grupos. Se destaca la presencia de aumento del tejido conectivo entre las fibras musculares y fibroblastos en el grupo 2, de algodón natural. (Fig. 5 D-E-F)

DISCUSIÓN

La respuesta inflamatoria es un proceso tisular formado por una serie de fenómenos moleculares, celulares y vasculares con un objetivo defensivo frente a agresiones físicas, biológicas y químicas. Esta respuesta se puede dividir en 2 etapas: la etapa inicial, en la cual las modificaciones vasculares facilitan la transferencia de moléculas de

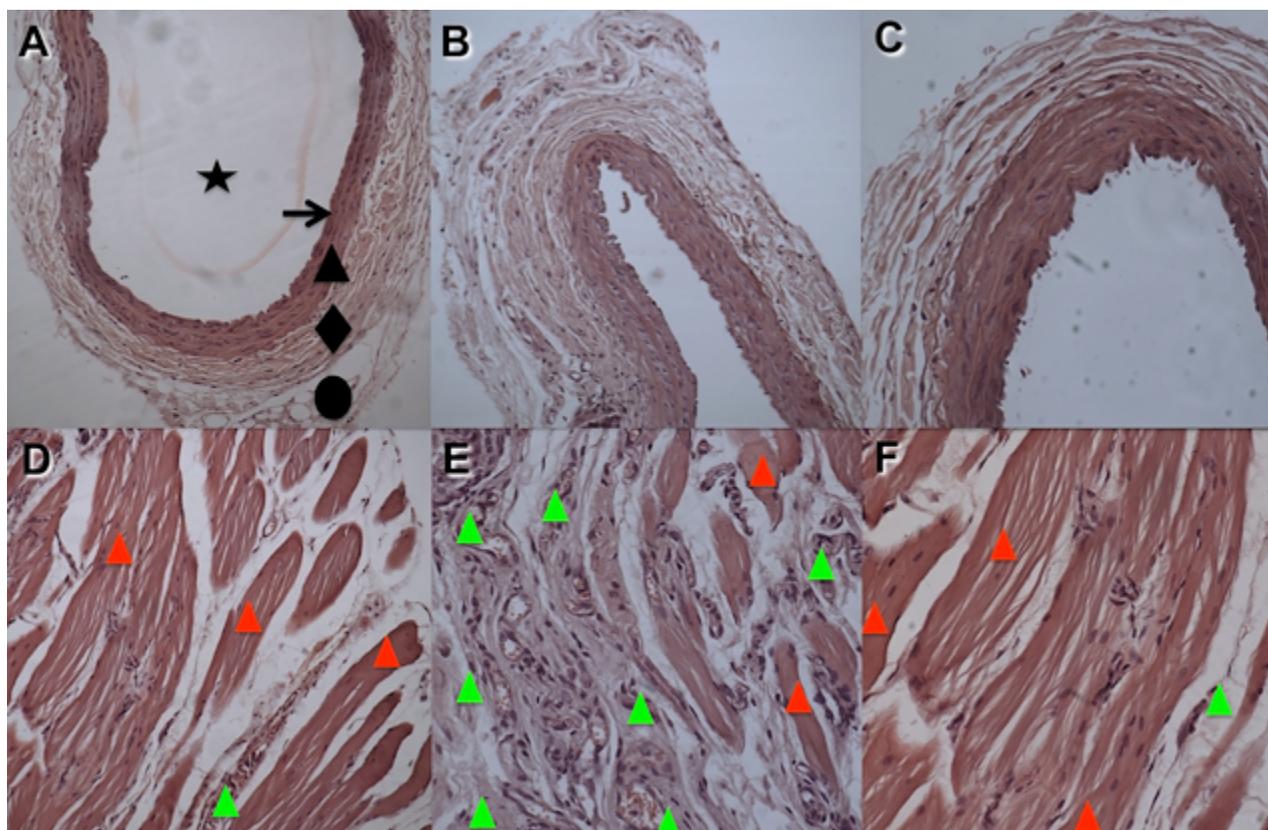


Figura 5. A-B-C. Carótidas izquierdas representativas de los grupos 1, 2 y 3 respectivamente. Luz del vaso (estrella), Endotelio (flecha), Túnica media (triángulo), Adventicia (rombo) y Tejido adiposo (círculo). En las arterias carótidas comunes izquierdas de control, en los tres grupos se encontraron características normales a nivel de sus tres capas (intima, media y adventicia). D-E-F. Muestras de músculo esternomastoideo derecho en contacto con el wrapping del grupo 1, 2 y 3 respectivamente. Fibras musculares estriadas (triángulos rojos) – Tejido conectivo, fibroblastos y capilares (triángulo verde).

la sangre al sitio inflamatorio, estas moléculas son inmunoglobulinas, factores del complemento, etc.¹⁰ La segunda etapa se basa en la migración de células inmunológicas como basófilos, neutrófilos, monocitos y macrófagos, linfocitos T y B y eosinófilos, que se reclutan en el sitio de la herida a los 2-4 días. Durante la fase intermedia de la reacción de reparación, los fibroblastos reclutados depositan una nueva matriz extracelular en el sitio de la herida que inicialmente está enriquecida en colágeno tipo III y, por tanto, en fibras de colágeno más finas. Al mismo tiempo, el coágulo de fibrina se elimina mediante una combinación de proteólisis extracelular y fagocitosis. Los fibroblastos se convierten progresivamente en la producción de colágeno más grueso y rígido que se enriquece en colágeno tipo I y las fibras temporales enriquecidas con colágeno III, más delgadas, se renuevan, dando lugar a una matriz definitiva más fuerte (de 5 días a semanas). Toda esta respuesta inflamatoria dura entre 2 y 4 semanas. Posteriormente, se desarrolla fibrosis y remodelación de cicatrices. Por eso decidimos realizar la eutanasia a los 45 días del postoperatorio, para asegurarnos de que se han desarrollado todos los procesos inflamatorios.

Esta respuesta inflamatoria se evalúa en el estudio histológico muscular, que representa la inflamación circun-

dante producida por los diferentes materiales de envoltura. Los resultados de estos estudios muestran que el algodón natural produce una respuesta inflamatoria en las estructuras vecinas, lo cual es consistente con la literatura previa.¹⁰

Sin embargo, en el grupo 3 no se muestra respuesta inflamatoria muscular. La membrana de politetrafluoroetileno aísla al algodón de las estructuras circundantes. Creemos que la combinación de estos dos materiales se puede utilizar de forma segura en aneurismas fusiformes, el algodón natural asegura la respuesta inflamatoria en la pared de la arteria para reforzar su pared y la membrana de Goretex evita el desarrollo de cerebritis, neuritis o granulomas en el parénquima cerebral circundante producido por el contacto del algodón natural.

Una de las limitaciones del presente estudio es que se utilizaron los principales vasos extracraneales de ratas en lugar de los vasos intracraneales. Existen diferencias de especie y diferencias en la inflamación resultante entre los vasos de tipo muscular intracraneal y los de tipo elástico extracraneales¹⁰. Las arterias intracraneales se diferencian de las extracraneales en que tienen una adventicia más delgada sin tejido conectivo circundante. Sin embargo, el alcance y la intensidad de la inflamación y los efectos so-

bre las paredes vasculares y el tejido circundante pueden compararse entre los materiales de prueba y los estudios publicados anteriormente, que comparten la misma limitación.

CONCLUSIÓN

Numerosos estudios evalúan la técnica de wrapping, analizando los diferentes materiales autólogos, como músculo o fascia, etc. y material no biológico como algodón o GoreTex. Sin embargo, no existe literatura que analice de forma experimental los efectos microestructurales producidos en las arterias y estructuras vecinas tras la creación

y tratamiento de un aneurisma fusiforme.

La técnica de wrapping introduce elementos de reparación extraluminal que desencadenan una respuesta inflamatoria local en estructuras vasculares y vecinas. Esta respuesta inflamatoria juega un papel importante ya que la cicatriz fibrótica estabiliza la pared vascular y evita que el aneurisma se rompa en el futuro; sin embargo, cuando el proceso inflamatorio se extiende a estructuras adyacentes, pueden ocurrir complicaciones neurológicas. Según nuestro modelo experimental, la combinación más efectiva para reforzar la pared del aneurisma y evitar la reacción inflamatoria circundante es la utilización de algodón natural y politetrafluoroetileno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dott N. Intracranial aneurysms: cerebral arterio-radiography: Surgical treatment. *Edinb Med J* 1933; 40: 219-234.
2. Yoon MA, Kim E, Kwon B-J, Kim JE, Kang H-S, Park JH, et al. Muslinoma and muslin-induced foreign body inflammatory reactions after surgical clipping and wrapping for intracranial aneurysms: imaging findings and clinical features. *J Neurosurg* 2010; 112:640-647.
3. Bederson JB, Zabramski JM, Spetzler RF. Treatment of fusiform intracranial aneurysms by circumferential wrapping with clip reinforcement. *J Neurosurg* 1992; 77:478-480.
4. Safavi-Abbasi S, Moron F, Sun H, Oppenlander ME, Kalani MYS, Mulholland CB, et al. Techniques and long-term outcomes of cotton-clipping and cotton-augmentation strategies for management of cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 2016; 125:1-10.
5. Mikami T, Suzuki H, Ukai R, Komatsu K, Kimura Y, Akiyama Y, et al. Surgical anatomy of rats for the training of microvascular anastomosis. *World Neurosurgery* 2018; 120: E1310-E1318.
6. Gertz SD, Kurgan A, Eisenberg D. Aneurysm of the rabbit common carotid artery induced by periarterial application of calcium chloride in vivo. *J Clin Invest* 1988; 81: 649-656.
7. Freestone T, Turner RJ, Higman DJ, Lever MJ, Powell JT. Influence of hypercholesterolemia and adventitial inflammation on the development of aortic aneurysm in rabbits. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997; 17: 10-7.
8. Chiou AC, Chiu B, Pearce WH. Murine aortic aneurysm produced by periarterial application of calcium chloride. *J Surg Res* 2001; 99: 371-6.
9. Jacobs P, Kowatsch R. Sterrad sterilization system: a new technology for instrument sterilization. *Endosc Surg Technol* 1993; 1(1): 57-58.
10. Herrera O, Kawamura S, Yasui N, Yoshida Y. Histological changes in the rat common carotid artery induced by aneurysmal wrapping and coating materials. *Neurol Med Chir* 1999; 39: 134-140.

COMENTARIO

Los autores han realizado un estudio experimental en las carótidas comunes de ratas Wistar con la finalidad de investigar los cambios histológicos que se producen al realizar wrapping con distintos materiales. Para ello dividieron la muestra de 12 ratas en tres grupos y en aneurismas fusiformes creados. Han utilizado membrana de politetrafluoroetileno en el grupo 1, algodón natural en el grupo 2 y ambos materiales en el grupo 3. Como conclusión encontraron que la utilización de algodón natural y politetrafluoroetileno es la más efectiva por los cambios generados. Como mencionan los autores, el trabajo presenta limitaciones en cuanto a que los cambios descritos son en arterias extracraneanas y no intracraneanas, dada las características diferentes de ambos vasos. Tampoco queda claro a nivel macroscópico si hubo algún cambio en la luz del vaso, aunque describen claramente los cambios producidos en la pared arterial.

Felicito a los autores por el trabajo de laboratorio realizado a nivel experimental, sin embargo, debe quedar claro también que un aneurisma tratado con wrapping solamente debe considerarse insuficientemente tratado, y tiene riesgo de sangrado en el postoperatorio cercano o alejado.^{1,2} En casos en que un aneurisma cerebral no pueda ser correctamente excluido mediante clipado, o reconstrucción con técnica de múltiples clips, deben considerarse otras opciones según las características del aneurisma y la experiencia del equipo tratante, mediante bypass cerebral y trapping, o considerarse la vía endovascular. En casos de aneurismas tipo blíster, el wrapping circunferencial asociado al clipado puede ser efectivo dado que refuerza la pared arterial y permite el ajuste de las ramas del clip en forma más segura.³

Francisco A. Mannarà
Hospital Juan A. Fernández. Buenos Aires, Argentina

BIBLIOGRAFÍA

1. Sakamoto S, Ikawa F, Kawamoto H, Ohbayashi N, Inagawa T. Subsequent rupture after clip on wrap method for ruptured dissecting aneurysm of the distal middle cerebral artery: a case report and review of the literature. *Hiroshima J Med Sci*. 2003;52(1):15-9.

2. Perrini P, Montemurro N, Caniglia M, Lazzarotti G, Benedetto N. Wrapping of intracranial aneurysms: Single-center series and systematic review of the literature. *Br J Neurosurg.* 2015;29(6):785-91.
3. Safavi Abbasi S, Morón F, Sun H, Wilson C, Frock B, Oppenlander M, et al. Techniques and Outcomes of Gore-Tex Clip-Wrapping of Ruptured and Unruptured Cerebral Aneurysms. *World Neurosurgery* 2016 ; 90: 281-90.

COMENTARIO

Los autores presentan un interesante trabajo de investigación sobre los resultados histológicos del tratamiento quirúrgico de aneurismas fusiformes experimentales con Técnica de wrapping comparando la utilización de algodón y Politetrafluoroetileno (Gore-Tex - WL Gore & Associates, Inc.). Para esto utilizaron 12 ratas Wistar divididas en tres grupos de 4 animales en los que quirúrgicamente originaron un aneurisma fusiforme mediante la topicación directa de la arteria carótida con cloruro de calcio. Sobre estos aneurismas se realizó un wrapping a 360° con diferentes materiales: en el grupo 1 se utilizó politetrafluoroetileno estéril, en el segundo una membrana de algodón y en el tercero una capa de algodón rodeada externamente por una capa de politetrafluoroetileno. En todos los casos las prótesis se mantuvieron en posición mediante un hemoclip.

Los animales se sacrificaron 45 días después de la cirugía y las carótidas, rodeadas por el músculo esternocleidomastoideo (ECM), se enviaron a anatomía patológica. En el grupo 1 no se detectaron cambios histológicos de importancia mientras que, tanto en el 2 como en el 3, se encontraron células gigantes multinucleadas en capa media y adventicia rodeando las fibras de algodón y elementos de inflamación con infiltrado linfoplasmocitario. La diferencia entre ambos grupos fue que la utilización de una capa de politetrafluoroetileno por fuera del algodón mantuvo los cambios inflamatorios sólo a nivel de la pared de la carótida no afectando las estructuras circundantes.

Si bien existen trabajos experimentales previos sobre los cambios generados por la aplicación de algodón alrededor de arterias carótidas caninas^{1,2}, tal como reportan los autores, no existen análisis experimentales previos sobre los efectos microestructurales producidos en las arterias tras la creación y tratamiento de un aneurisma fusiforme con algodón o politetrafluoroetileno.

La necesidad de llevar a cabo un trabajo de investigación como el realizado por los autores había sido justamente marcada el año pasado en un excelente artículo de revisión sobre el tema por Baldoncini et al.³

El tratamiento de aneurismas con características estructurales que complican el clipado, como en el caso de aneurismas fusiformes, blíster, displásicos o arterioscleróticos, sigue siendo un tema de debate. Todavía no existe una técnica segura y eficaz que pueda aplicarse a todos los casos por lo que cada aneurisma tiene que ser analizado de manera individual. Para su tratamiento es importante contar con una batería diferenciada de terapéuticas desde las endovasculares a las microquirúrgicas.

El Wrapping es una de éstas, si bien su aplicación sigue siendo discutible sea en cuanto a su real eficacia^{4,5} como en relación con las posibles complicaciones dependiendo del material utilizado. Como reportan los autores, el algodón puede asociarse a una respuesta inflamatoria excesiva a cuerpo extraño determinando aracnoiditis adhesivas, abscesos estériles, neuropatías ópticas y estrechamiento de los vasos madre.^{6,7}

Sin embargo, puede ser útil en la solución de algunos casos complejos y una de las posibilidades de evitar estas complicaciones es justamente la combinación de algodón y politetrafluoroetileno. Este prolijo trabajo brinda más evidencia científica para justificar la utilización de esta técnica en aneurisma no abordable por técnicas convencionales.

Matteo M. Baccanelli
Hospital Italiano de Buenos Aires

BIBLIOGRAFÍA

1. Ebina K, Iwabuchi T, Suzuki S: A clinico-experimental study on various wrapping materials of cerebral aneurysms. *Acta Neurochir* 1984; 72:61-71.
2. Sachs E Jr: The Fate of Muscle and Cotton Wrapped about Intracranial Carotid Arteries and Aneurysms; *Acta Neurochir* 1972; 26, 121-137.
3. Baldoncini M, Wahjoepramono EJ, Wahjoepramono POP, et al.: Wrapping Technique in Fusiform Aneurysms, *Neurol Sci Neurosurg* 2020; 2:1, 1-6.
4. Fujiwara S, Fujii K, Nishio S, Fukui M: Long term results of wrapping of intracranial ruptured aneurysms. *Acta Neurochir* 1990; 103:27-29.
5. Safavi-Abbasi S, Moron F, Sun H, Oppenlander ME, Kalani MYS, et al.: Techniques and long-term outcomes of cotton-clipping and cotton-augmentation strategies for management of cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 2016; 125:1-10.
6. Yoon MA, Kim E, Kwon B-J, Kim JE, Kang H-S, et al.: Muslinoma and muslin induced foreign body inflammatory reactions after surgical clipping and wrapping for intracranial aneurysms: imaging findings and clinical features. *J Neurosurg* 2010; 112: 640-647.
7. Beitzke M, Leber KA, Deutschmann H, Gattringer T, Poltrum B et al.: Cerebrovascular complications and granuloma formation after wrapping

or coating of intracranial aneurysms with cotton gauze and human fibrin adhesives: Results from a single-center patient series over a 5-year period. *J Neurosurg* 2013; 119:1009-1014.