

# Injerto vascular de aponeurosis con peritoneo en perros

Néstor Jaime García-Graz,\* José Luis Galindo-Ibarra,\*\* Gabriel García-Soto,\*\* Hugo Mejía-Arreguín,\*\*\* José Trejo-Suárez, & Miguel Ángel Ramírez-Salas&

## Resumen

**Introducción:** Los autoinjertos vasculares más utilizados son los de venas o arterias, sin embargo, en grandes vasos sólo se pueden emplear injertos sintéticos, los cuales poseen la desventaja de ser más trombogénicos. Nos propusimos evaluar la factibilidad y viabilidad de un injerto vascular autólogo en aorta, utilizando un modelo animal experimental.

**Material y métodos:** Se incluyeron siete perros. Bajo anestesia se abordó cavidad abdominal, se obtuvo una lámina de 6 cm<sup>2</sup> de tejido formado por peritoneo parietal y aponeurosis posterior del músculo recto anterior, con la cual se construyó un injerto tubular de 4 cm de largo; la parte interna la constituye el peritoneo. Seccionando una porción de 2 cm de la aorta, se realizó anastomosis término-terminal y se colocaron tres anillos de seda alrededor del injerto. No se presentaron problemas técnicos en la construcción del injerto. Los animales fueron observados por siete semanas para valorar clínicamente la viabilidad mediante datos de insuficiencia arterial.

**Resultados:** Ningún animal presentó evidencia clínica de insuficiencia vascular y la aortografía no mostró defectos de opacificación. Los animales fueron sacrificados para extirpar el injerto en busca de oclusión o aneurismas. Al seccionar los injertos, se encontraron permeables.

**Conclusiones:** Este injerto es de fácil construcción, resistente al flujo de la aorta, presenta buena permeabilidad y baja trombogenicidad, por lo que podría ser útil en diversos tipos de cirugía vascular. Son necesarias más investigaciones para determinar permeabilidad y cambios morfológicos.

**Palabras clave:** Injerto vascular, peritoneo, aponeurosis.

## Summary

**Background:** Vascular autografts are commonly used to repair damage to blood vessels; however, they can be used only with those vessels of small caliber. Although synthetic vascular grafts are good options, there may be a high likelihood of thrombus formation.

**Methods:** An experimental animal model was used in order to evaluate feasibility and viability of a vascular autograft. Under inhalatory anesthesia, seven mongrel dogs were operated. A 4-cm vascular autograft was created with the posterior rectus aponeurosis with subjacent peritoneum, leaving the second one as the internal sheath. A 2-cm-long portion of the abdominal aorta was removed and the vascular autograft was inserted by end-end surgical anastomosis. Animals were observed for 7 weeks, evaluating clinical data of vascular insufficiency (intensity of pulse, temperature and trophic changes of the legs). At the end of the experiment, aortography under fluoroscopic visualization was performed. Dogs were sacrificed and autograft removed in order to evaluate permeability.

**Results:** All dogs survived until the end of the procedure. Vascular autograft was easy to create. During surgery, no evidence of bleeding of the anastomosis or the graft suture was noted. At the end of the procedure, no clinical signs of vascular insufficiency were noted; radiographic evaluation of the autograft showed no dye leakage at any level. Autografts were removed and no signs of thrombus formation were noticed.

**Conclusions:** Feasibility of the vascular autograft was demonstrated with good permeability and no thrombogenicity.

**Key words:** Vascular autografts, peritoneum, aponeurosis.

## Introducción

Desde tiempos muy antiguos han sido transferidos prácticamente todos los tejidos y órganos del organismo de un sitio a otro. En el Sushruta Samhita, texto hindú escrito en sánscrito hace más de dos mil años, aparecen los primeros registros de las técnicas de autoinjerto.<sup>1</sup>

Un autoinjerto es el transplante quirúrgico de un órgano, tejido o células de una región del organismo a otra, realizada en el mismo individuo para reparar una lesión. La colocación de autoinjertos venosos para interposición a vasos de mediano calibre se conoce desde el informe de Huges,<sup>2</sup> quien describe 304 pacientes con lesiones arteriales intervenidos durante la guerra de

\* Cirujano general, Hospital General de Subzona con Unidad de Medicina Familiar 2, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad Constitución, Baja California Sur, México.

\*\* Cirujano general, Hospital General de Zona 76, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ecatepec, Estado de México, México.

\*\*\* Cirujano general, jefe de Departamento de Cirugía Experimental, Instituto Politécnico Nacional, México, D. F.

& Cirujano general, Hospital Xoco, Departamento del Distrito Federal. Profesor adjunto de la Especialidad en Cirugía General, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

### Solicitud de sobretiros:

Néstor Jaime García-Graz, Corregidora 249, 23600 Ciudad Constitución, Baja California Sur, México. E-mail: noden31@hotmail.com

Recibido para publicación: 07-05-2007

Aceptado para publicación: 23-08-2007

Corea; describe la reparación de 82 (31 %) de estos vasos mediante la aplicación de injertos de vena o arterias homólogas, disminuyendo el número de amputaciones.

En la actualidad, los autoinjertos más utilizados en humanos para reconstrucción vascular son los de venas o arterias de pequeño y mediano calibre. Para los grandes vasos como cava o aorta, existe el inconveniente que no hay otra vena o arteria de calibre y resistencia similar que pueda reemplazar el segmento dañado, de manera que solo se pueden utilizar injertos sintéticos como los de politetrafluoroetileno (PTFE) y de dacrón. Sin embargo, los injertos sintéticos en comparación con los autólogos poseen la desventaja de ser más trombogénicos, más susceptibles a la infección y pueden ser rechazados por el organismo por ser un cuerpo extraño; además, debido a su elevado costo impiden que sean utilizados en gran parte de la población.<sup>3</sup> Por lo anterior se justifica los trabajos de investigación orientados a la búsqueda de alternativas.

Debido a las limitaciones de los injertos sintéticos y con base en el conocimiento de la actividad anticoagulante de las células mesoteliales,<sup>4</sup> utilizando un modelo animal experimental nos propusimos evaluar la factibilidad y viabilidad de un injerto vascular. La primera mediante la construcción del injerto a partir de la vaina posterior del recto del abdomen y el peritoneo subyacente; y la segunda, a través de su resistencia y permeabilidad al implantarse en la aorta abdominal.

## Material y métodos

Se realizó un estudio experimental en la Unidad de Cirugía Experimental de la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional, con apego a las reglas de experimentación establecidas y previa autorización por el Comité de Ética, en siete perros adultos de raza mestiza y con peso entre 15 y 30 kilogramos. Los animales se mantuvieron alojados conjuntamen-

te, con alimento comercial administrado a libre demanda; fueron desparasitados con albendazol vía oral, se les aplicó vacuna antirrábica y se mantuvieron en observación durante diez días antes de ser sometidos al procedimiento quirúrgico. Un día antes de la cirugía fueron valorados por un médico veterinario para determinar que estaban sanos.

Previo rasurado del área abdominal, se les aplicó anestesia general balanceada con sevoflórano y fentanil con intubación orotraqueal y conexión a ventilador de la máquina de anestesia con una ventilación 10 ml/kg y monitorización continua de ritmo cardíaco; se administró una dosis profiláctica de heparina de 100 U/kg por vía subcutánea. Mediante incisión en la línea media se abordó cavidad abdominal, obteniendo una lámina de 6 cm<sup>2</sup> de tejido integrado por peritoneo parietal y aponeurosis posterior del músculo recto anterior del abdomen (figura 1). Dos miembros del equipo quirúrgico se dedicaron a trabajar con la lámina de tejido extraído, mientras que otros dos procedieron a diseccionar la aorta. Con el tejido obtenido se construyó un tubo de 4 cm de largo; la parte interna (íntima) o de contacto con el flujo sanguíneo se formó con el peritoneo (figura 2). Se utilizó una jeringa de plástico (Beckton and Dickson) como molde o soporte sobre el cual se fabricó el injerto, suturando longitudinalmente la lámina de aponeurosis y peritoneo con polipropileno 4-0 (Prolene, Ethicon, UK) mediante surgete continuo. El diámetro fue variable dependiendo del calibre de la aorta, catalogado por observación directa del cirujano como pequeña (para la cual se empleó una jeringa de insulina como soporte) o estándar (se utilizó una jeringa de 3 cm<sup>3</sup> que sirvió como soporte).

Posterior a la exposición y disección de la aorta abdominal infrarenal se realizó pinzamiento proximal y distal (clamp vascular), permitiendo un área de trabajo sobre la arteria de cuando menos 6 cm. Posteriormente se seccionó una porción de 2 cm de longitud con el propósito de acoplar el injerto de 4 cm de longitud, por ser la aorta un vaso sanguíneo cuya característica fundamental es su elasticidad y consiguiente retractibilidad.



**Figura 1.** Obtención de láminas posterior de aponeurosis de recto del abdomen con peritoneo subyacente.

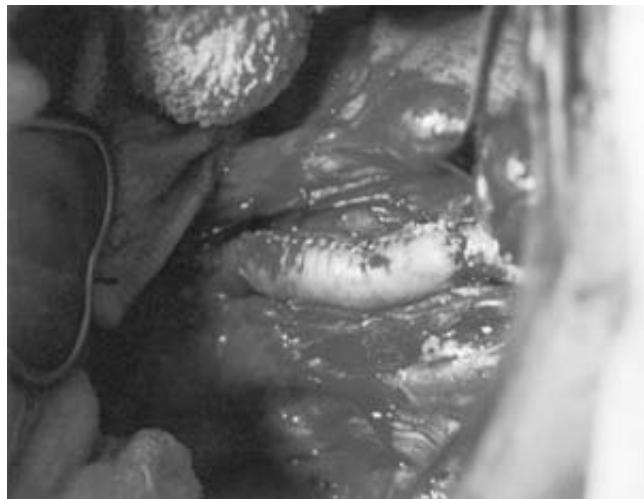


**Figura 2.** Construcción del injerto utilizando como molde una jeringa de plástico.

La anastomosis fue término-terminal y nos aseguramos que la sutura longitudinal con la que se realizó el injerto estuviera dirigida anteriormente; se empleó también surgete continuo y el mismo material de sutura (figura 3). Con el propósito de dar mayor soporte y evitar dilatación del injerto se colocaron alrededor tres anillos equidistantes con seda 3-0. Primero se procedió a retirar la pinza distal y después la proximal. Se verificó la resistencia y permeabilidad del injerto mediante observación y palpación de la pulsabilidad de la aorta distal. Por último, se verificó la hemostasia y se cerró la pared abdominal por planos.

Se mantuvo a los animales en observación continua durante el posoperatorio inmediato, y en ayuno por 24 horas administrando solución mixta (glucosa a 5 % y cloruro de sodio a 0.9 %) por vía intravenosa a razón de 20 ml/kg/día. Como analgésico se administró metamizol sódico a 10 mg/kg vía endovenosa cada ocho horas. Al segundo día se inició la alimentación oral y al ser tolerada ésta se suspendieron las soluciones parenterales.

Los animales se mantuvieron en observación por siete semanas, periodo en el que se valoró clínicamente la viabilidad del injerto mediante la palpación de la intensidad de los pulsos femorales, temperatura y coloración de extremidades inferiores, así como la presencia de marcha claudicante. Al terminar las siete semanas se realizó aortografía con control fluoroscópico, introduciendo por arteria femoral un catéter en dirección cefálica hasta el nivel donde comienza la aorta abdominal, se administró un bolo de 10 ml de medio de contraste (Conray). Se evaluó permeabilidad del injerto por opacificación de aorta abdominal, del injerto mismo y de arterias iliacas con sus ramas colaterales; se verificó ausencia de dilatación de arterias iliacas y de fuga de material de contraste a nivel de anastomosis y línea de sutura del injerto. Inmediatamente después del estudio radiográfico se sacrificaron los animales utilizando una sobredosis intraperitoneal de pentobarbital sódico.



**Figura 3.** Injerto funcional anastomosado a la aorta abdominal.

Mediante disección del cadáver, se extirpó el injerto seccionando la aorta abdominal 1 cm distal a cada una de las anastomosis. Se expuso a la luz el tejido extirpado a través de una incisión longitudinal para buscar aneurismas, trombos o disminución de la permeabilidad.

## Resultados

Todos los perros sobrevivieron al trasplante de injerto y hasta finalizar las siete semanas de seguimiento, cuando fueron sacrificados. Ninguno presentó problemas técnicos para la construcción del injerto, la cual se llevó a cabo en un tiempo aproximado de 25 minutos. La duración de la cirugía fue de tres horas y 50 minutos, sin complicaciones transoperatorias. La evaluación inicial transoperatoria de la viabilidad (resistencia y permeabilidad) del injerto fue adecuada en todos los animales. Ninguno tuvo sangrado de la anastomosis ni de la línea de sutura. Durante el periodo posterior a la cirugía, se demostró la viabilidad del injerto pues en ningún animal se observó evidencia clínica de insuficiencia vascular (baja intensidad de pulsos femorales, disminución de la temperatura ni cambios de coloración en extremidades). Las aortografías (figura 4) mostraron adecuada opacificación de la aorta abdominal, del injerto y arterias iliacas con sus colaterales; no existió fuga de medio de contraste a ningún nivel. Al seccionar los injertos se encontraban permeables al examen visual y no se encontraron trombos ni dilatación.



**Figura 4.** Aortografía a las siete semanas.

## Discusión

Las células mesoteliales y endoteliales tienen similitudes: se originan del mesodermo<sup>5</sup> y poseen un comportamiento parecido mostrando altos niveles de producción de prostacilinas, por lo tanto, las primeras son consideradas una alternativa para el cimiento de las células endoteliales sobre prótesis vasculares.<sup>6-13</sup> Se ha postulado que la cimentación de prótesis vasculares con células mesoteliales ofrece menor riesgo de trombosis que con otros tipos de injertos. Sparks y colaboradores<sup>14</sup> demostraron mayor permeabilidad de los injertos vasculares sintéticos cimentados con células mesoteliales, en comparación con un número significativo de oclusión en injertos sin cimentación.

El peritoneo formado por tejido fibroelástico y una monocapa de células mesoteliales, ofrece menor riesgo de trombosis que los injertos sintéticos, de acuerdo al estudio de Campbell y colaboradores,<sup>15</sup> quienes crearon tubos de peritoneo en animales injertándolos a la aorta o carótida; hallaron que los injertos continuaban permeables a los cuatro meses de colocación.

Otro factor importante que probablemente favoreció la permeabilidad de los injertos de nuestro trabajo, fue la baja resistencia y el alto flujo sanguíneo que presenta la aorta. Cekirdeksi y colaboradores<sup>16</sup> injertaron un tubo de peritoneo a la cava en dos grupos de 16 perros; en el grupo experimental se aumentó el flujo de la cava al realizar en el mismo tiempo quirúrgico una fistula arteriovenosa a nivel de vasos iliacos, mientras que en grupo control no se realizó la fistula; al final del experimento, la diferencia fue significativa: todos los animales del grupo control presentaron oclusión; en el grupo experimental, 15 de los 16 perros continuaron con permeabilidad del injerto hasta las cuatro semanas que duró el estudio.

En seres humanos se ha utilizado la colocación de parches de peritoneo para reparar venas como la hepática y la cava, con buenos resultados;<sup>17,18</sup> estas maniobras de intervención se basaron en los experimentos llevados a cabo por Ribbe y colaboradores<sup>19</sup> quienes demostraron que los injertos de peritoneo de 2.5 cm de longitud colocados en la vena cava de cerdos se mantuvieron permeables por un periodo de cuatro meses, a pesar de que no se hicieron intervenciones para aumentar el flujo.

La aponeurosis posterior del músculo oblicuo interno y del transverso forman la vaina posterior del recto,<sup>20</sup> la cual es una lámina aponeurótica resistente; esta característica y las propiedades anticoagulantes del peritoneo fueron investigadas por Pacholewicz y colaboradores,<sup>21</sup> autores que evaluaron en modelos animales, la utilidad de parches de fascia posterior de recto con peritoneo en arteria pulmonar y como sustitutos de pericardio.

En concordancia con los informes publicados,<sup>16,19</sup> la fabricación de este tipo de injertos es relativamente sencilla. Kobori y colaboradores<sup>22</sup> construyeron un tubo similar al nuestro, que colocaron en la arteria ilíaca de cinco perros, los cuales se mantuvieron en observación durante cuatro semanas mostrando permeabilidad y formación de una monocapa de células endoteliales; sin

embargo, observaron un incremento en el diámetro en todos los casos.

Un injerto de aponeurosis con peritoneo al carecer de la capa muscular retráctil de las arterias, es susceptible a dilatación por la presión constante del flujo vascular, situación ocurrida en el estudio de Kobori y considerada como fase inicial de formación de aneurisma; esta eventualidad no se presentó en nuestro estudio, que abarcó tres semanas más, probablemente por el soporte adicional de los anillos de seda colocados alrededor del injerto.

Recientemente se ha informado<sup>23</sup> la colocación de injerto con las mismas características estructurales que el usado en nuestra investigación, en la vena cava inferior durante el procedimiento de trasplante de hígado en un ser humano.

En conclusión, este injerto es de fácil construcción, resistente al flujo de la aorta, presenta buena permeabilidad y baja tromboigenicidad, por lo que podría ser útil en diversos tipos de cirugía vascular, incluyendo trasplantes. Son necesarias más investigaciones a largo plazo para determinar permeabilidad y cambios morfológicos.

## Referencias

- Turcotte JG, Campell DA, Dafoe DC, Behrendt DM, Kirsh MM, Marks WH. Transplantation. En: David CS, ed. Principios de Cirugía. México: McGraw-Hill;1991. p. 261
- Hughes CW. Arterial repair during the Korean war. Ann Surg 1958;147:555-561.
- Thomas JH, Pierce GE, Iliopoulos JI, Hemreec AS. Selección de injertos vasculares. Clin Quir Norteam 1988;4:937-947.
- Pötzsch B, Grulich-Henn J, Rössing R, Wille D, Müller-Berghaus G. Identification of endothelial and mesothelial cell in human omental tissue and in omentum-derived cultured cells by specific cell markers. Lab Invest 1990;63:841-852.
- Whitaker D, Papadimitriou JM, Walters MN. The mesothelium: its fibrinolytic properties. J Pathol 1992;136:291-296.
- Van Hinsbergh VW, Kooistra T, Scheffer MA, van Bockel JH, van Muijen GN. Characterization and fibrinolytic properties of human omental tissue mesothelial cells: comparison with endothelial cells. Blood 1990;75:1490-1497.
- Pronk A, de Groot PG, Hoynck van Papendrecht AA, Verbrugh HA, Leguit P, van Vroonhoven TJ, et al. Thrombogenicity and procoagulant activity of human mesothelial cells. Arterioscler Thromb 1992;12:1428-1436.
- Hoenig MR, Campbell GR, Rolfe BE, Campbell JH. Tissue-engineered blood vessels. Alternative to autologous grafts? ATVB 2005;25:1128-1144.
- Serpelli AV, Hunter WJ, Schultz RD. Seeding with endothelial cells derived from the microvessels of the omentum and from the jugular vein: a comparative study. J Vasc Surg 1988;7:677-683.
- Sitter T, Toet K, Fricke H, Schiffl H, Held E, Kooistra T. Modulation of procoagulant and fibrinolytic system components of mesothelial cells by inflammatory mediators. Am J Physiol 1996;271:1256-1263.
- Richardson JV, Wright CB, Creighton BW, Hiratzka LF. The role of endothelium in the patency of small venous substitutes. J Surg Res 1980;28:556-562.
- Vipond MN, Whawell SA, Thompson JN, Dudley HA. Peritoneal fibrinolytic activity and intra-abdominal adhesions. Lancet 1990;335:1120-1122.
- Hernando A, García-Hondurilla N, Bellón JM, Buján J, Navlet J. Coating for vascular prostheses: mesothelial cells express specific markers for muscle cells and have biological activity similar to that of endothelial cells. Eur J Vasc Surg 1994;8:531-536.

14. Sparks SR, Tripathy U, Brody A, Bergan JJ, Kumins NH, Owens EL. Small-caliber mesothelial cell-layered polytetrafluoroethylene vascular grafts in New Zealand white rabbits. *Ann Vasc Surg* 2002;16:73-76.
15. Campbell JH, Efendi JL, Campbell GR. Novel vascular graft grown within recipient's own peritoneal cavity. *Circ Res* 1999;85:1173-1178.
16. Cekirdekci A, Bayar MK, Yilmaz S, Cihangiroglu M, Ayan E, Duran M, et al. Reconstruction of vena cava with the peritoneum: the effect of temporary distal arteriovenous fistula on patency. *Eur J Vas Endovasc Surg* 2004;27:84-88.
17. Chin PT, Gallagher PJ, Stephen MS. Inferior vena cava resection with autogenous peritoneo-fascial patch graft cava repair: a new technique. *Austr NZ J Surg* 1999;69:391-392.
18. Akimura K, Onda M, Tajiri T, Yoshida H, Yokomoro S, Mamada Y, et al. Middle hepatic vein reconstruction using a peritoneal match: report of a case. *Surg Today* 2002;32:75-77.
19. Ribbe EB, Alm P, Hallberg E, Norgren LE. Evaluation of peritoneal tube grafts in the inferior vena cava of the pig. *Br J Surg* 1988;75:357-360.
20. Gardner E, Gray DJ, O'Rahilly R. Anatomía. 2a. ed. México: Salvat;1978.
21. Pacholewicz JK, Dalosio C, Shawarby OA, Dharan SM, Gu J, McGrath LB. Efficacy of autologous peritoneum as a biological membrane in cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1994;8:563-565.
22. Kobori L, Dallos G, Gouw AS, Nemeth T, Nemes B, Fehervari L, et al. Experimental autologous substitute vascular graft for transplantation surgery. *Acta Vet Hung* 2000;48:355-360.
23. Kobori L, Doros A, Németh T, Fazakas J, Nemes B, Slooff MJ, et al. The use of autologous rectus fascia sheath for replacement of inferior cava vein defect in orthotopic liver transplantation. *Transpl Int* 2005;18:1376-1377.