



CIRUGÍA ESPAÑOLA

www.elsevier.es/cirugia


Artículo especial

El laberinto de las prótesis composite en las eventraciones

José Luis Aguayo-Albasini*, Alfredo Moreno-Egea y José Antonio Torralba-Martínez

Servicio de Cirugía General, Hospital General Universitario Morales Meseguer, Murcia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 1 de julio de 2008

Aceptado el 9 de enero de 2009

On-line el 21 de junio de 2009

Palabras clave:

Pared abdominal

Eventraciones

Prótesis composite

Biomateriales

RESUMEN

Los materiales protésicos de refuerzo o sustitución se emplean cada vez con mayor frecuencia en el tratamiento de las eventraciones. En muchas ocasiones es necesario ubicar la prótesis en plano intraperitoneal, para lo cual se han diseñado las llamadas prótesis composite o bilaminares.

En este artículo se realiza una precisión terminológica, defendiendo la denominación de prótesis dual o composite para estos materiales y se relacionan las diferentes opciones comerciales disponibles en la actualidad. Las numerosas alternativas elegibles en el mercado pueden hacer que parezca al cirujano que se encuentra en un laberinto.

Se añade una revisión de los estudios experimentales y clínicos que avalan su utilización, su eficacia, su seguridad y sus complicaciones. Se concluye recomendando las prótesis sobre las que existe un acervo documental más consistente: Bard Composix, Dual Mesh, Parietex, Parietene Composite y, recientemente, Proceed. No obstante, son necesarios estudios a largo plazo y ensayos clínicos aleatorizados para proporcionar recomendaciones de mayor potencia.

© 2008 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

The labyrinth of composite prostheses in ventral hernias

A B S T R A C T

Reinforcement or replacement are increasingly being used in the repair of incisional hernias. In many occasions it is necessary to place the prosthesis in the intraperitoneal plane, for which the so called «composite» or bilaminar prostheses have been designed.

A terminological precision is made in this article, defending the denomination of dual or «composite» prosthesis for these materials, and the different commercial available options at present are related. The numerous suitable alternatives on the market can do that the surgeon is in a labyrinth.

A review of the experimental and clinical studies that support their use, efficiency, safety and complications is included. It concludes by recommending the prostheses for which there is consistent documentary evidence: Bard Composix, Dual Mesh, Parietex Composite, Parietene Composite and Proceed. However, longer term studies and randomised clinical trials are needed to make stronger recommendations.

© 2008 AEC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Keywords:

Abdominal wall

Incisional hernia

Composite prosthesis

Biomaterials

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: josel.aguayo@carm.es (J.L. Aguayo-Albasini).

0009-739X/\$ - see front matter © 2008 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

doi:10.1016/j.ciresp.2009.01.006

Introducción

Los resultados del tratamiento tradicional quirúrgico de las eventraciones han sido muy pobres, con elevadas tasas de complicaciones y recidivas, hasta la difusión del uso de los materiales protésicos en la reparación de los defectos de la pared abdominal. Las características de la prótesis y su ubicación ideal en los diferentes planos de la pared abdominal han sido motivos de constante discusión¹. En ocasiones, bien debido a la amplitud del defecto, bien por la utilización del abordaje laparoscópico, se requiere colocar la prótesis en disposición intraperitoneal y, por lo tanto, en íntima relación con las vísceras abdominales. Es más, la vía laparoscópica goza progresivamente de más partidarios por adherirse fielmente a los principios de la cirugía mínimamente invasiva²⁻⁴. ¿Qué prótesis utilizar cuando ésta se deja en contacto con las vísceras abdominales? El temor del cirujano a la reacción peritoneal adherencial, la obstrucción intestinal, la fistulización, etc., ha llevado a la investigación y el diseño de materiales que puedan tener un comportamiento idóneo en la interfaz pared abdominal-peritoneo. A continuación repasaremos los conceptos de malla, prótesis y otros, el significado de *composite*, los distintos modelos existentes en el mercado y algunos de los estudios experimentales y clínicos habidos con estos biomateriales.

Conceptos previos

Es frecuente oír o leer los términos malla, prótesis, laminar, híbrido, dual, *composite*, etc. Conviene delimitar los conceptos. Así, malla: tejido hecho con hilo o alambre que se enlaza consigo mismo formando agujeros⁵; prótesis: pieza postiza en sustitución o refuerzo de una parte del cuerpo⁵; híbrido: por extensión se aplica a cosas en que se advierten dos procedencias o naturalezas distintas⁵; dual: se aplica a cosas que tienen o constan de dos aspectos o que se refieren a dos, etc.⁵; laminar: de forma de lámina (trozo delgado y plano de un material cualquiera)⁵; *composite*: adjetivo inglés que significa compuesto o conjunto (*made up of two or more distinct parts*)⁶.

Al referirse a la prótesis de refuerzo o sustitución de uso intraperitoneal, es frecuente aplicar los términos «malla *composite*», «malla bilaminar» o «prótesis bilaminar», términos todos ellos conceptualmente incorrectos puesto que, como se sabe, uno los elementos de estas prótesis no es una malla, sino una lámina, y nunca son dos láminas. Sin embargo, si son más apropiados los términos «prótesis compuesta», «prótesis dual» o incluso el más difundido «prótesis *composite*», aunque incluya un anglicismo. El vocablo «híbrido» se reserva para cuando dentro de una misma estructura, por ejemplo una malla, se entremezclan dos materiales, habitualmente uno absorbible y otro irreabsorbible.

Prótesis *composite*

Hemos señalado que estos materiales son necesarios en la reparación de defectos de pared abdominal cuando la prótesis queda expuesta en el interior de la cavidad peritoneal. Estos

biomateriales buscan una propiedad dual: en su cara parietal, una excelente integración en la pared abdominal, que proporciona fortaleza y resistencia a dicha pared; y en su cara visceral, un buen comportamiento frente al peritoneo visceral, es decir, la mínima excitación del fenómeno adherencial, con sus secuelas de obstrucción o fistulización intestinal.

Los biomateriales de uso en la pared abdominal están en continuo perfeccionamiento⁷ y, por el momento, la prótesis dual o *composite* (PDC) ideal no existe todavía. En el comportamiento de las prótesis se ha comprobado la importancia de su estructura, más que de su composición⁸. Así, los materiales reticulares o macroporosos con poro > 75 µm (mallas de polipropileno, poliéster) tienen acreditada una excelente integración parietal pero, por el contrario, suscitan temor respecto a sus efectos en el peritoneo (adherencias, obstrucción, erosión, fistula, etc.). Los materiales laminares o microporosos (PTFE-e con poros de < 10 a 75 µm) son reconocidos por su buen comportamiento peritoneal pero, por el contrario, producen peor integración parietal y riesgo de encapsulamiento⁹. Por ello surge la idea de diseñar una prótesis con propiedades dobles, mediante modificación de la estructura o composición de los materiales disponibles: PDC. En ellas, el primer componente o parietal es el refuerzo, confeccionado con PTFE-e, polipropileno o poliéster; el segundo componente o visceral es una barrera antiadherente que puede ser de naturaleza química (absorbible) o física (irreabsorbible).

El caso del PTFE-e es especial, puesto que puede conformar una PDC con un mismo y único material. En la búsqueda de la solución de los problemas que se le atribuían, evolucionó desde la simple lámina de PTFE-e (Soft Tissue Patch), a la lámina perforada (Micro Mesh) y, finalmente, a conformar dos tipos de estructura según la cara: rugosa en su vertiente parietal pro integración, laminar antiadherente en su vertiente visceral (Dual Mesh Corduroy)¹⁰.

El resto de las PDC están formadas por mallas de polipropileno o poliéster como componente de refuerzo, al que se añade una barrera antiadherente química o física en su cara visceral. Entre los productos químicos o reabsorbibles, se utilizan láminas de colágeno-polietilenglicol-glicerol, ácido hialurónico-carboximetilcelulosa, celulosa oxidada regenerada y ácidos omega 3. Entre los productos físicos o irreabsorbibles, se emplea la silicona, el poliuretano y el mismo PTFE-e. Las diferentes PDC existentes en el mercado se exponen en la [tabla 1](#).

Existen nuevos materiales basados en los conceptos del bajo peso (*lightweight*), que incluyen una menor proporción de material irreabsorbible en las prótesis, con lo que se considera que disminuye la reacción inflamatoria local y se incrementa el bienestar postoperatorio¹¹, o las prótesis biológicas acelulares tanto xenogénicas (Surgisis)¹² como alogénicas (AlloDerm)¹³ con capacidad de integración, vascularización y resistencia a la infección, o los materiales bioactivos con capacidad de liberar localmente factores de crecimiento. Entrar en detalle sobre éstos excede el objetivo de este artículo.

Estudios experimentales en animales

Se ha realizado un buen número de trabajos¹⁴⁻⁴⁹ que han evaluado el comportamiento de las PDC en la interfaz pared

Tabla 1 – Prótesis duales o composite. Orden alfabético

	Propietario	Cara parietal	Cara visceral
Bard Composix LP	CR Bard	Polipropileno	PTFE-e
C-QUR Edge	Atrium	Polipropileno	Ácidos grasos omega 3
Dual-Mesh	WL Gore & Associates	PTFE-e rugoso	PTFE-e liso
HI-TEX Endo IA	Bioser	Poliéster	Poliuretano
Intramesh T1	Cousin-Biotech	Polipropileno	PTFE-e
Microval Intro	Microval	Polipropileno	Silicona
Parietex Composite	Sofradim, Covidien	Poliéster	Colágeno, polietilenglicol, glicerol
Parietene Composite	Sofradim, Covidien	Polipropileno	Colágeno, polietilenglicol, glicerol
PL-PU 99	JM Bellón	Polipropileno	Poliuretano
Proceed	Ethicon	Polipropileno y PDS	Celulosa oxidada y regenerada
Sepramesh	Genzyme Surgical Corporation	Polipropileno	Ácido hialurónico y carboximetilcelulosa
Surgimesh WN Non-Adherent	Aspide Medical	Polipropileno	Silicona
Ti-Mesh	GfE Medizintechnik GmbH	Polipropileno	Titanio*

* Aunque está fabricada para uso intraperitoneal, el titanio recubre una malla de polipropileno de bajo peso sin lámina antiadherente en la vertiente visceral.

abdominal-peritoneo, en cuanto a fortaleza e integración, creación de neoperitoneo, inducción de fenómeno adherencial y resistencia a la contaminación bacteriana y a la infección (tabla 2). Estas investigaciones se han hecho generalmente a corto plazo, en animales pequeños y con poca cantidad de biomaterial, y los resultados han sido muy dispares, cuando no contradictorios. Existen resultados contrastados y aceptables con Dual-Mesh, Parietex y Parietene Composite, Bard Composix y, más recientemente, Proceed. Ésta tiene el atractivo de que el componente de refuerzo es híbrido, conformado por un polipropileno de baja densidad entremezclado con PDS reabsorbible. Todas ellas, con diferencias a favor o en contra según los estudios, muestran una fortaleza adecuada, la formación de nuevo peritoneo sobre la prótesis en 1-2 semanas con escasa producción de fenómeno adherencial y buena defensa contra la contaminación bacteriana. En general, las prótesis macroporosas se integran y resisten mejor la infección que las microporosas o laminares. No hay, en la práctica, suficientes estudios con los otros tipos de PDC.

Estudios clínicos

Se dispone ya de un importante acervo⁵⁰⁻⁸³ en trabajos sobre resultados clínicos obtenidos con el uso de las PDC en cuanto a fortaleza e integración, síndrome adherencial (y sus complicaciones como obstrucción o fistulización) e infección local. Algunas investigaciones valoran un solo tipo de prótesis y otros comparan diferentes materiales. Además, varía la vía de abordaje, abierta en unos, laparoscópica en otros (tabla 3). El material más utilizado ha sido el PTFE-e y las prótesis composite Bard Composix y Parietex Composite; comienzan a aparecer referencias clínicas sobre Proceed^{84,85}.

En cuanto a la fortaleza y la integración y su repercusión en la recidiva, los estudios no son concluyentes, entre otras razones porque múltiples factores —tales como las características de la eventración y del paciente, la técnica quirúrgica utilizada, la infección, etc.— influyen de importante manera en los resultados. Respecto al síndrome adherencial, obvia

preocupación de todo cirujano, estudios que emplean ultrasonografía dinámica y los hallazgos en reintervenciones abdominales^{68,86,87} relatan una tasa de adherencias significativas de un 5-15%; aquí, el mayor problema es la adherencia de la malla a las vísceras (fundamentalmente asas intestinales) con la consiguiente dificultad en nuevas intervenciones y el riesgo de fístula. En cualquier caso, el íleo mantenido o la obstrucción intestinal a posteriori o recurrente no se han registrado con una frecuencia diferente que tras cualquier otro tipo de intervención similar.

Las temidas fístulas enterocutáneas aparecen ausentes o con frecuencia inferior al 2% en la mayoría de las series (cuando surgen, suelen ser casos intervenidos con técnica abierta) y si se deben a la misma PDC, a los mecanismos de fijación, o a deserosamientos o son consecuencia de infección: es difícil de dilucidar. En cualquier caso, el riesgo existe y debe ser comunicado al paciente.

Respecto a la infección, el uso de prótesis compuestas comporta un riesgo aumentado respecto a la reparación sin prótesis, pero análogo al de implantación de cualquier material extraño. La infección se asocia claramente a la técnica abierta y puede llegar al 5%, particularmente con el uso del PTFE-e (motivo por el que ahora este material se suele impregnar de antimicrobiano). La infección es muy rara si se utiliza la vía laparoscópica, sobre el 1%. En cualquier caso, las PDC no deberían utilizarse para tratar eventraciones en campos infectados o potencialmente contaminados; en estos casos, las modernas prótesis biológicas absorbibles que no dejan material permanente posiblemente estén llamadas a hacer un gran papel^{12,13}.

Otras complicaciones y secuelas del uso de las PDC son el seroma del saco herniario (muy frecuente tras reparación laparoscópica), el encogimiento o contracción de la prótesis y el dolor postoperatorio. Parece que el seroma persiste más largamente tras el uso de materiales microporosos, pero no hay estudios concluyentes. El encogimiento o retracción del biomaterial puede oscilar entre el 10 y el 40%, causa de que se requiera un amplio solapamiento en el momento de la implantación, y también parece que afecta en mayor grado al PTFE-e. El dolor postoperatorio no guarda gran relación con

Tabla 2 – Investigaciones experimentales en animales

	PLP	DM	BCx	PtxC	PtnC	SM	ProC	PU99	TiM
Amid, 1995 ¹⁴	X	X (v)							
Malazgirt, 2000 ¹⁵						X (v)			
Baptista, 2000 ¹⁶	X					X (v)			
Greenawalt, 2000 ¹⁷	X		X			X			
Bellón, 2001 ¹⁸		X (v)		X					
Ferrando, 2002 ¹⁹	X	X(v)	X						
Bellón 2002 ²⁰			X (v)						
Bellon, 2002 ²¹	X							X	
Bellón 2002 ²²			X	X				X	
Van Riet 2003 ²³	X			X		X			
Matthews 2003 ²⁴	X	X							
González, 2004 ²⁵	X	X	X	X	X	X			
Jhonson, 2004 ²⁶		X				X			
Young, 2004 ²⁷		X				X			
Borrazo, 2004 ²⁸	X	X				X			
Duffy, 2004 ²⁹			X	X					
Felemovicius 2004 ³⁰	X					X			
McGinty, 2005 ³¹	X	X		X					
Matthews, 2005 ³²		X	X			X			
Kayaoglu 2005 ³³	X	X(v)		X		X			
Bellón, 2005 ³⁴								X	
Bellón, 2005 ³⁵			X (v)	X		X		X	
Bellón 2005 ³⁶	X					X			
Demir 2005 ³⁷	x		x				X (v)		
Harrel 2006 ³⁸	X	X	X				X		
Schönleben 2006 ³⁹	X				X (v)				
Burger 2006 ⁴⁰	X	X		X		X	X		X
Martín 2006 ⁴¹	X	X							
Schug-Pass, 2006 ⁴²		X							X
Bellón 2006 ⁴³	X	X				X			
Sikkink 2006 ⁴⁴	X		X		X	X			
Novitsky 2006 ⁴⁵	X		X				X		
Bellón 2007 ⁴⁶	X	X	X	X				X	
Judge 2007 ⁴⁷				X		X			
Jacob 2007 ⁴⁸	X			X			X		
Olmi 2007 ⁴⁹				X					

Se marcan las casillas correspondientes a los materiales utilizados. Algunas investigaciones emplean otros materiales que, por simplificación, no se exponen en la tabla.

(v): variantes; BC: Bard Composix; DM: Dual Mesh; PL: polipropileno, Pro: Proceed; PtnC: Parietene Composite; PtxC: Parietex Composite; PU-99: PL-PU 99; SM: Sepramesh; TiM: Ti-Mesh.

los tipos de PDC descritos; más bien parece deberse al procedimiento de fijación (suturas transfasciales, helicocutura, anclas de nitinol, etc.) y también a la cantidad de biomaterial que se implante, razón por la que se estima prometedora el futuro de las prótesis que incorporen material de bajo peso o híbrido en el componente de refuerzo^{88,89}.

Por último, hay que señalar que no se han descrito tasas de complicaciones como las que en principio cabría esperar con una técnica que deja el material en la cavidad peritoneal. Incluso hay artículos que comunican el uso de mallas de polipropileno sin protección añadida y no presentan mayores tasas de complicaciones⁹⁰. Otros, sin embargo, advierten sobre lo indebido de su utilización en ese plano⁹¹⁻⁹³. No hay estudios definitivos a este respecto. En el aspecto económico, las PDC son caras, pero no más que los materiales que utilizan otras especialidades; así, un refuerzo de 20 × 25 cm tiene un precio de 1.000 a 1.200 euros, aunque esta cantidad puede variar en función del agente y la forma de compra.

Conclusiones

El cirujano que aborda por primera vez el mundo de las PDC se adentra en un laberinto, puede perderse entre tantas opciones que se le presentan. Los estudios experimentales y clínicos manifiestan eficacia y seguridad relativas con el uso de estos materiales duales. Si embargo, no hay datos potentes basados en la evidencia sobre cuál es el mejor, por lo que la elección radica, por el momento, únicamente en la voluntad del cirujano. Mientras llegan estudios a largo plazo y ensayos aleatorizados, parece sensato aconsejar las PDC cuyos resultados se conocen con mayor extensión y profundidad, por orden alfabético: Bard Composix, Dual Mesh y Parietex y Parietene Composite. Es posible que también Proceed esté llamada a un papel significativo. Finalmente, es muy importante que todos los grupos que las utilicen comuniquen los resultados de su serie, así como los efectos adversos que puedan tener lugar.

Tabla 3 – Investigaciones clínicas

	Vía	Casos	DM	BC	PtxC	PtnC
LeBlanc 1993 ⁵⁰	Lap	5	X(v)			
Heniford 2000 ⁵¹	Lap	100	X			
Carbajo, 2000 ⁵²	Lap	100	X			
LeBlanc 2000 ⁵³	Lap	100	X			
Balique 2000 ⁵⁴	Lap/Ab	80			X	
Heniford 2000 ⁵⁵	Lap	407	X			
Crisos 2000 ⁵⁶	Ab	52	X			
De María 2000 ⁵⁷	Ab/Lap	39	X			
Moreno Egea 2001 ⁵⁸	Lap	20			X	
Parker 2002 ⁵⁹	Lap	50	X	X		
Aura 2002 ⁶⁰	Lap	86	X			
Ben-Haim 2002 ⁶¹	Lap	100	X (v)			
Moreno-Egea, 2002 ⁶²	Lap	55			X	
Cobb 2003 ⁶³	Ab	95		X		
Heniford, 2003 ⁶⁴	Lap	850	X			
Díaz 2004 ⁶⁵	Ab	55	X			
Ammaturo 2004 ⁶⁶	Ab	26			X	
Balique, 2004 ⁶⁷	Lap/Ab	80			X	
Lermite, 2004 ⁶⁸	Ab	26			X	
Moreno-Egea 2004 ⁶⁹	Lap	86			X	
Denué 2005 ⁷⁰	Ab	52			X	
Edwards 2005 ⁷¹	Lap	65	X	X		
Yavuz 2005 ⁷²	Lap	150	X	X		X
Topart 2005 ⁷³	Lap	146	X			
Morales-Conde 2005 ⁷⁴	Lap	146	X			
Olmi 2006 ⁷⁵	Lap	178			X	
Johanet 2006 ⁷⁶	Lap	222			X	
Hadi 2006 ⁷⁷	Ab	51		X (v)		
Beldi 2006 ⁷⁸	Lap	49				X
Lomanto 2006 ⁷⁹	Ab/Lap	100			X	
Chelala 2006 ⁸⁰	Lap	400			X	
Cobb 2006 ⁸¹	Lap	120	X			
Stickel 2007 ⁸²	Lap	62	X			
Bernard 2007 ⁸³	Ab	61		X		

(v): variante; Ab: vía abierta; BC: Bard Composix; DM: Dual Mesh; Lap: vía laparoscópica; PtnC: Parietene Composite; PtxC: Parietex Composite.

BIBLIOGRAFÍA

- Martínez DA, Vázquez JL, Pellicer E, Aguayo JL, Morales G, Moreno-Egea A. Results of expanded polytetrafluoroethylene in moderate and large incisional hernias. *Hernia*. 1999;3:149-52.
- Goodney PP, Birkmeyer CM, Birkmeyer JD. Short-term outcomes of laparoscopic and open ventral hernia repair. A meta-analysis. *Arch Surg*. 2002;137:1161-5.
- Misra BC, Bansal VK, Kulkarni MP, Pawar DK. Comparison of laparoscopic and open repair of incisional and primary ventral hernia: results of a prospective randomized study. *Sur Endosc*. 2006;20:1839-45.
- Barbaros U, Asoglu O, Seven R, Erbil Y, Dinccag A, Deveci U, et al. The comparison of laparoscopic and open ventral hernia repairs: a prospective randomized study. *Surg Endosc*. 2007;11:51-6.
- Moliner M, editora. *Diccionario del uso del español*. Madrid: Gredos; 1998.
- Kirkpatrick EM, editor. *Vox Chambers english learners dictionary*. Barcelona: Biblograf; 1990.
- Morales Conde S, Barreiro Morandeira F. Cirugía de la hernia: nuevos conceptos, nuevas perspectivas. *Cir Esp*. 2008;83:165-6.
- Bellón JM. Propuesta de una nueva clasificación de prótesis destinadas a la reparación de defectos herniarios en la pared abdominal. *Cir Esp*. 2005;78:148-51.
- Eriksen JR, Gögenur I, Rosenberg J. Choice of mesh for laparoscopic ventral hernia repair. *Hernia*. 2007;11:481-92.
- LeBlanc KA. Prosthetic biomaterials in the laparoscopic repair of incisional and ventral hernias. En: Morales-Conde S, editor. *Laparoscopic ventral hernia repair*. Paris: Springer-Verlag France; 2002. p. 139-59.
- Veyhe D, Belyaev O, Müller C, Meurer K, Bauer KH, Papapostolou G, et al. Improving outcomes in hernia repair by the use of light meshes—a comparison of different implant constructions based on a critical appraisal of the literatura. *World J Surg*. 2007;31:234-44.
- Franklin ME, González JJ, Glass JL. Use of porcine small intestinal submucosa as a prosthetic device for laparoscopic repair of hernias in contaminated fields: 2-years follow-up. *Hernia*. 2004;8:166-9.
- Butler CE, Langstein HN, Kronowitz SJ. Pelvis, abdominal, and chest wall reconstruction with Alloderm in patients with a increased risk for mesh-related complications. *Plast Reconstr Surg*. 2005;116:1263-75.
- Amid K, Shulman G, Lichtenstein L, Sostrin S, Young J, Hakakha M. Évaluation préliminaire de matériels composi-

- tes pour la réparation des éventrations. *Ann Chir.* 1995;49:539-43.
15. Malazgirt Z, Ulusoy AN, Karagoz F, Tac K. Bioabsorbable membrana prevents adhesions to polypropylene mesh in rats. *Hernia.* 2000;4:129-33.
 16. Baptista M, Bonsack M, Felemovicius I, Delaney J. Abdominal adhesions to prosthetic mesh evaluated by laparoscopic and electron microscopy. *J Am Coll Surg.* 2000;190:271-80.
 17. Greenawalt KE, Butler TJ, Rowe EA, Finneral AC, Garlick DS, Burns JW. Evaluation of Sepramesh biosurgical composite in a rabbit hernia repair model. *J Surg Res.* 2000;94:92-8.
 18. Bellón JM, García-Carranza A, Jurado F, García-Honduvilla N, Carrera-San Martín A, Bujan J. Peritoneal regeneration after implant of a composite prosthesis in the abdominal wall. *World J Surg.* 2001;25:147-52.
 19. Ferrando JM, Vidal J, Armengol M, Gil J, Manero JM, Huguet P, et al. Experimental evaluation of a new layered prótesis exhibiting a low tensile modulus of elasticity: long-term integration response within the rat abdominal wall. *World J Surg.* 2002;26:409-15.
 20. Bellón JM, Jurado F, López R, García-Honduvilla N, Carrera-San Martín A, Buján J. Mejora del comportamiento biomecánico y peritoneal tras el implante de una prótesis *composite* de PTFE en la pared abdominal. *Cir Esp.* 2002;72:210-5.
 21. Bellón JM, García-Carranza A, Jurado F, García-Honduvilla N, Carrera-San Martín A, Buján J. Evaluation of a new composite prosthesis (PL-PU99) for the repair of abdominal wall defects in terms of behavior at the peritoneal interface. *World J Surg.* 2002;26:661-6.
 22. Bellón JM, Jurado F, García-Moreno F, Corrales C, Carrera-San Martín A, Bujan J. Healing process induced by three composite prostheses in the repair of abdominal wall defects. *J Biomed Mater Res Part B (Appl Biomater).* 2002;63:182-90.
 23. Van' Riet M, De Vos van Steenwijk PJ, Bonthuis F, Marquet RL, Steyeberg EW, Jeekel J, et al. Prevention of adhesions to prosthetic mesh: comparison of different barriers using and incisional hernia model. *Ann Surg.* 2003;237:123-8.
 24. Matthews BD, Pratt BL, Pollinger HS, Backus CL, Kercher KW, Sing RF, et al. Assessment of adhesion formation to intra-abdominal polypropylene mesh and polytetrafluoroethylene mesh. *J Surg Res.* 2003;114:126-32.
 25. González R, Rodeheaver GT, Moody DL, Foresman PA, Ramshaw BJ. Resistance to adhesion formation: a comparative study of treated an untreated mesh products placed in the abdominal cavity. *Hernia.* 2004;8:213-9.
 26. Johnson EK, Hoyt CH, Dinsmore RC. Abdominal wall hernia repair: a long term comparison of Sepramesh and Dualmesh in a rabbit hernia model. *Am Surg.* 2004;70:657-61.
 27. Young RM, Gustafson R, Dinsmore RC. Spramesh vs. Dualmesh for abdominal wall hernia repairs in a rabbit model. *Curr Surg.* 2004;61:77-9.
 28. Borrazo EC, Belmont MF, Boffa D, Fowler DL. Effect of prosthetic materials on adhesions formation after laparoscopic ventral hernia repair in a porcine model. *Hernia.* 2004;8:108-12.
 29. Duffy AJ, Hogle NJ, Lamerle KM, Fowler DL. Comparison of two composite meshes using two fixation devices in a porcine laparoscopic ventral hernia repair. *Hernia.* 2004;8:358-64.
 30. Felemovicius I, Bonsack M, Hagerman G, Delaney JP. Prevention of adhesions to polypropylene mesh. *J Am Coll Surg.* 2004;198:543-8.
 31. McGinty JJ, Hogle NJ, McCarthy H, Fowler DL. A comparative study of adhesion formation and abdominal wall ingrowth after laparoscopic ventral hernia repair in a porcine model using multiple types of mesh. *Surg Endosc.* 2005;19:786-90.
 32. Matthews BD, Mostafa G, Carbonell AM, Joels CS, Kercher KW, Austin C, et al. Evaluation of adhesions formation and host tissue response to intra-abdominal polytetrafluoroethylene mesh and composite prosthetic mesh. *J Surg Res.* 2005;123:227-34.
 33. Kayaoglu HA, Ozkan N, Hazinedaroglu SM, Ersoy OF, Erkek AB, Koseoglu RD. Comparison of adhesive properties of five different prosthetic materials used in hernioplasty. *J Invest Surg.* 2005;18:89-95.
 34. Bellón JM, Carnicer-Escusol E, Rodríguez-Mancheño M, García-Honduvilla N, Serrano-Amarilla N, Buján-Varela J. Estudio experimental comparativo entre una prótesis compuesta (PL-PU 99) y una prótesis biológica (Surgisis) en el cierre temporal abdominal. *Cir Esp.* 2005;78:103-8.
 35. Bellón JM, Serrano N, Rodríguez M, García-Honduvilla N, Pascual G, Buján J. Composite prostheses used to repair abdominal wall defects. Physical or chemical adhesion barriers?. *J Biomed Mater Res Part B (Appl Biomater).* 2005;74B:718-24.
 36. Bellón JM, García-Honduvilla N, Serrano N, Rodríguez M, Pascual G, Buján J. Composite prostheses for the repair of abdominal wall defects: effect of the structure of the adhesion barrier component. *Hernia.* 2005;9:338-43.
 37. Demir U, Mihmanli M, Coskun H, Dilege E, Kalyoncu A, Altinli E. Comparison of prosthetic materials in incisional hernia repair. *Surg Today.* 2005;35:223-7.
 38. Harrel AG, Novitsky YW, Peindl RD, Cobb WS, Austin CA, Cristiano JA, et al. Prospective evaluation of adhesion formation and shrinkage of intraabdominal prosthetics in a rabbit model. *Am Surg.* 2006;72:808-14.
 39. Schönleben F, Reck T, Tannapfel A, Hohenberger W, Schneider I. Collagen foil (TissuFoil E) reduces the formation of adhesions when using polypropylene mesh for the repair of experimental abdominal wall defects. *Int J Colorectal Dis.* 2006;21:840-6.
 40. Burger JW, Halm JA, Wijsmuller AR, Raa ST, Jeekel J. Evaluation of new prosthetic meshes for ventral hernia repair. *Surg Endosc.* 2006;20:1320-5.
 41. Martín-Cartes JA, Morales-Conde S, Suárez-Grau JM, Bustos-Jiménez M, Cadet-Dussort H, Socas-Maciás M, et al. Prevención de adherencias peritoneales a las prótesis intraperitoneales. Estudio experimental en cerdos. *Cir Esp.* 2006;80:214-9.
 42. Schug-Pass C, Tamme C, Tannapfel A, Kockerling F. A lightweight polypropylene mesh (TiMesh) for laparoscopic intra-peritoneal repair of abdominal wall hernias: comparison of biocompatibility with the Dualmesh in an experimental study using the porcine model. *Surg Endosc.* 2006;20:402-9.
 43. Bellón JM, García-Honduvilla N, Rodríguez M, Pascual G, Gómez-Gil V, Buján J. Influence of the structure of new generation prostheses on shrinkage after implant in the abdominal wall. *J Biomed Mater Res Part B (Appl Biomater).* 2006;78B:340-6.
 44. Sikkink CJ, Vries de Reilingh TS, Malyar AW, Jansen JA, Bleichrodt RP, Van Goor H. Adhesion formation and reherniation differ between meshes used for abdominal wall reconstruction. *Hernia.* 2006;10:218-22.
 45. Novitsky YW, Harrel AG, Cristiano JA, Paton L, Norton HJ, Peindl RD, et al. Comparative evaluation of adhesion formation, strength of ingrowth, and textile properties of prosthetic meshes after long-term intra-abdominal implantation in a rabbit. *J Surg Res.* 2007;140:6-11.
 46. Bellón JM, Rodríguez M, García-Honduvilla N, Pascual G, Gómez V, Buján J. Peritoneal effects of prosthetic meshes used to repair abdominal wall defects: monitoring adhesions by sequential laparoscopy. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2007;17:160-6.
 47. Judge TW, Parker DM, Dinsmore RC. Abdominal wall hernia repair: a comparison of Sepramesh and Parietex Composite mesh in a rabbit hernia model. *J Am Coll Surg.* 2007;204:276-81.

48. Jacob BP, Hogle NJ, Durak E, Kim T, Fowler DL. Tissue ingrowth and bowel adhesion in an animal comparative study: polypropylene versus Proceed versus Parietex Composite. *Surg Endosc.* 2007;21:629-33.
49. Olmi S, Addis A, Domeneghini C, Scaini A, Croce E. Experimental comparison of type Tissucol dilution and composite mesh (Parietex) for laparoscopic repair of groin and abdominal hernia: observational study conducted in a university laboratory. *Hernia.* 2007;11:211-5.
50. LeBlanc KA, Booth WV. Laparoscopic repair of incisional abdominal hernias using expanded polytetraethylene: preliminary findings. *Surg Laparosc Endosc.* 1993;3:39-41.
51. Heniford BT, Ramshaw BJ. Laparoscopic ventral hernia repair. A report of 100 consecutives cases. *Surg Endosc.* 2000;14:419-23.
52. Carbajo MA, Martín del Olmo JC, Blanco JI, Cuesta C, Martín F, Toledano M, et al. Laparoscopic treatment of ventral abdominal wall hernias: preliminary results in 100 patients. *JSLs.* 2000;4:141-5.
53. LeBlanc KA, Brooth WV, Whitaker JM, Bellanger DE. Laparoscopic incisional and ventral herniorrhaphy in 100 patients. *Am J Surg.* 2000;180:193-7.
54. Balique JG, Alexandre JH, Arnaud JP, Benchetrit S, Bouillot JL, Fagniez PL, et al. Intraperitoneal treatment of incisional and umbilical hernias: intermediate results of a multicenter prospective clinical trial using an innovative composite mesh. *Hernia.* 2000;4(Suppl):S10-6.
55. Heniford BT, Park A, Ramshaw BJ, Voeller G. Laparoscopic ventral and incisional hernia repair in 407 patient. *J Am Coll Surg.* 2000;190:645-50.
56. Chrysos E, Athanasakis E, Saridaki Z, Kafetakis A, Dimitriadou D, Koutsoumpas V, et al. Surgical repair of incisional ventral hernias: tension-free technique using prosthetic materials (expanded polytetraethylene Gore-Tex Dual Mesh). *Am Surg.* 2000;66:679-82.
57. DeMaría EJ, Moss JM, Sugerman HJ. Laparoscopic intraperitoneal polytetrafluoroethylene (PTFE) prosthetic patch repair of ventral hernia. *Surg Endosc.* 2000;14:326-9.
58. Moreno Egea A, Lirón R, Girela E, Aguayo JL. Laparoscopic repair of ventral and incisional hernias using a new composite mesh (Parietex). *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2001;11:103-6.
59. Parker HH, Nottingham NN, Bynoe RP, Yost MJ. Laparoscopic repair of large incisional hernias. *Am Surg.* 2002;68:530-5.
60. Aura T, Habib E, Mekkaoui M, Brassier D, Elhadad A. Laparoscopic tension-free repair of anterior abdominal wall incisional and ventral hernias with an intraperitoneal Gore-Tex mesh: prospective study and review of the literature. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2002;12:263-7.
61. Ben-Haim M, Kuriansky J, Tal R, Zmora O, Mintz Y, Rosin D, et al. Pitfalls and complications with laparoscopic intraperitoneal expanded polytetrafluoroethylene mesh repair of postoperative ventral hernia. *Surg Endosc.* 2002;16:785-8.
62. Moreno-Egea A, Castillo JA, Girela E, Canteras M, Aguayo JL. Outpatient laparoscopic incisional/ventral hernioplasty: our experience in 55 cases. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2002;12:171-4.
63. Cobb WS, Harris JB, Lokey JS, McGill ES. Incisional herniorrhaphy with intraperitoneal composite mesh: a report of 95 cases. *Am Surg.* 2003;69:784-7.
64. Heniford BT, Park A, Ramshaw BJ, Voeller G. Laparoscopic repair of ventral hernias. Nine year's experience with 850 consecutive hernias. *Ann Surg.* 2003;238:391-400.
65. Díaz JJ, Gray BW, Dobson JM, Grogan EL, May AK, Miller R, et al. Repair of giant abdominal hernias: does the type of prosthesis matter?. *Am Surg.* 2004;70:396-401.
66. Ammaturo C, Bassi G. Surgical treatment of large incisional hernias with an intraperitoneal Parietex Composite mesh: our preliminary experience on 26 cases. *Hernia.* 2004;8:242-6.
67. Balique JG, Lepere M, Benchetrit S, Bouillot JL, Flament JB, Gouillat C, et al. Traitement des éventrations avec le renfort Parietex Composite: résultats à long terme d'une étude prospective multicentrique. *Ann Chir.* 2004;129:1-4.
68. Lermite E, Pessaux P, Tuech JJ, Aubé C, Arnaud JP. Adherences viscérales après cure d'éventration par plaque intrapéritoneale: étude monocentrique comparant un refort conventionnel (Mersilene) à un renfort composite (Parietex). *Ann Chir.* 2004;129:513-7.
69. Moreno-Egea A, Torralba JA, Girela E, Corral M, Bento M, Cartagena J, et al. Immediate, early, and late morbidity with laparoscopic ventral hernia repair and tolerance to composite mesh. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2004;14:130-5.
70. Denué PO, Destrumelle N, Guinier D, Lacroix V, Destrumelle AS, Mathieu P, et al. Étude comparative rétrospective de l'impact médicoéconomique d'un renfort innovant dans la cure des éventrations de la paroi abdominale antérieure. *Ann Chir.* 2005;130:466-9.
71. Edwards C, Angstadt J, Whipple O, Grau R. Laparoscopic ventral hernia repair: postoperative antibiotics decrease incidence of seroma-related cellulitis. *Am Surg.* 2005;71:931-6.
72. Yavuz N, Turgut I, As A, Kapan M, Eyuboglu E, Erguney S. Laparoscopic repair of ventral and incisional hernias: our experience in 150 patients. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2005;15:601-5.
73. Topart P, Ferrand L, Van den Broucke F, Lozac'h P. Laparoscopic ventral hernia repair with the Goretex Dualmesh: long term results and review of the literature. *Hernia.* 2005;9:348-52.
74. Morales-Conde S, Cadet H, Cano A, Bustos M, Martín J, Morales-Méndez S. Laparoscopic ventral hernia repair without sutures-double crown technique: our experience after 140 cases with a mean follow-up of 40 months. *Int Surg.* 2005;90:S56-62.
75. Olmi S, Erba L, Magnone S, Bertolini A, Croce E. Prospective clinical study of laparoscopic treatment of incisional and ventral hernia using a composite mesh: indications, complications and results. *Hernia.* 2006;10:243-7.
76. Johanet H, Dabrowski A, Hauters P. Laparoscopic cure of small ventral hernias with composite mesh. *Hernia.* 2006;10:414-8.
77. Hadi HI, Maw A, Sarma S, Kumar P. Intraperitoneal tension free repair of small midline ventral abdominal wall hernias with a Ventralex hernia patch: inicial experience in 51 patients. *Hernia.* 2006;10:409-13.
78. Beldi G, Ipaktchi R, Wagner M, Gloor B, Candinas D. Laparoscopic ventral hernia is safe and cost effective. *Surg Endosc.* 2006;20:92-5.
79. Lomanto D, Iyer SG, Shabbir A, Cheah WK. Laparoscopic versus open mesh hernia repair: a prospective study. *Surg Endosc.* 2006;20:1030-5.
80. Chelala E, Thoma M, Tatete B, Lemye AC, Dessily M, Alle JL. The suturing concept for laparoscopic mesh fixation in ventral and incisional hernia repair: mid-term analysis of 400 cases. *Surg Endosc.* 2007;21:391-5.
81. Cobb WS, Paton L, Novitsky YW, Rosen MJ, Kercher KW, Kuwada TS, et al. Intra-abdominal placement of antimicrobial-impregnated mesh is associated with noninfectious fever. *Am Surg.* 2006;72:1205-9.
82. Stickel M, Rentsch M, Clevert DA, Hernández-Richter T, Jauch KW, Löhe F, et al. Laparoscopic mesh repair of incisional hernia: an alternative to the convencional open repair?. *Hernia.* 2007;11:217-22.
83. Bernard C, Polliand C, Mutelica L, Champault G. Repair of giant incisional abdominal hernias using open intraperitoneal mesh. *Hernia.* 2007;11:315-20.

84. Datta T, Eid G, Nahmias N, Dallal RM. Management of ventral hernias during laparoscopic gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis*. 2008 [Epub ahead of print].
85. Rosenberg J, Bucharth J. Feasibility and outcome after laparoscopic ventral hernia repair using Proceed mesh. *Hernia*. 2008 [Epub ahead of print].
86. Arnaud JP, Hennekinne-Mucci S, Pessaux P, TPECH JJ, Aube C. Ultrasound detection of visceral adhesion after intraperitoneal ventral hernia treatment: a comparative study of protected versus unprotected meshes. *Hernia*. 2003;7:85-7.
87. Bingener J, Kazantsev GB, Chopra S, Schwesinger WH. Adhesion formation after laparoscopic ventral incisional hernia repair with polypropylene mesh: a study using abdominal ultrasound. *JSLs*. 2004;8:127-31.
88. Olmi S, Scaini A, Erba L, Croce E. Use of fibrin glue (Tissucol) in laparoscopic repair of abdominal wall defects: preliminary experience. *Surg Endosc*. 2007;21:409-13.
89. Memisoglu K, Saribeyoglu K, Pekmezci S, Karahasanoglu T, Sen B, Bayrak I, et al. Mesh fixation devices and formation of intraperitoneal adhesions. *J Laparoendosc Adv Surg Tech*. 2006;5:439-44.
90. Franklin ME, González JJ, Glass JL, Manjares A. Laparoscopic ventral and incisional hernia repair: an 11-year experience. *Hernia*. 2004;8:23-7.
91. Losanoff JE, Richman BW, Jones JW. Entero-colocutaneous fistula: a late consequence of polypropylene mesh abdominal wall repair: case report and review of literature. *Hernia*. 2002;6:144-7.
92. Halm JA, De Wall LL, Steyerberg EW, Jeekel J, Lange JF. Intraperitoneal polypropylene mesh hernia repair complicates subsequent abdominal surgery. *World J Surg*. 2007;31:423-9.
93. Robinson TN, Clarke JH, Schoen J, Walsh MD. Major mesh-related complications following hernia repair. *Surg Endosc*. 2005;19:1556-60.