

## El cierre de laparotomía en la línea alba

Juan M. Bellón-Caneiro

Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad de Alcalá. Madrid. España.

### Resumen

La laparotomía media sigue siendo uno de los abordajes de la cavidad peritoneal realizado con más frecuencia. Esta apertura de la cavidad peritoneal es utilizada no sólo por la cirugía de aparato digestivo, sino por otras especialidades quirúrgicas, como la cirugía vascular, la ginecología y la urología. En algunos casos, el procedimiento quirúrgico se realiza con urgencia y, dependiendo del tipo de intervención practicada (limpia y/o contaminada), la incidencia de complicaciones a veces alcanza tasas importantes, sobre todo cuando se produce dehiscencia aguda de la pared (evisceración). El índice de eventración después de la laparotomía media sigue siendo muy alto y puede llegar al 16% de los casos. A pesar de las múltiples técnicas de sutura empleadas, los diferentes tipos de sutura (reabsorbible y no reabsorbible) y los factores generales que pueden interferir en el proceso cicatrizal, todavía no se ha podido reducir el índice de complicaciones de este abordaje. Los distintos estudios llevados a cabo, algunos de ellos metaanálisis, no han revelado mejoras en los resultados de estos cierres laparotómicos. Por ello, sería necesario que, en pacientes seleccionados, se pusieran en marcha métodos nuevos que de alguna forma reforzaran estos cierres y redujeran drásticamente el índice de complicaciones a corto y medio plazo. La inclusión de algún biomaterial como soporte de la sutura convencional podría ser, quizá, uno de ellos.

**Palabras clave:** *Laparotomía. Línea alba. Cierre de pared. Biomateriales. Cavidad abdominal. Pared abdominal.*

### ABDOMINAL WALL CLOSURE IN LAPAROTOMY:

The midline laparotomy is among the most common ways of accessing the peritoneal cavity. This approach is not only used for surgery of the digestive tract but is also extensively applied in vascular, gynecology and urological surgery. When this surgical procedure is conducted in an emergency setting, and depending on the type of surgery (clean and /or contaminated), the incidence of complications may be particularly high, especially when acute dehiscence of the wall occurs (evisceration). Furthermore, the rate of herniation related to midline laparotomy is still high at approximately 16% of cases. Despite efforts to evaluate different suture techniques, suture threads (reabsorbable or non-reabsorbable) and general factors that may interfere with the repair process, the incidence of complications associated with this approach has not been reduced. After multiple studies including meta-analyses, the outcome of laparotomy closure has not essentially improved. We should therefore consider the use of new ways of closing the abdomen in selected patients that might somehow reinforce the surgical wound and notably reduce the incidence of short- and medium-term complications. One such method could perhaps be the use of a biomaterial to support and strengthen conventional sutures.

**Key words:** *Laparotomy. Linea alba. Abdominal wall closure. Biomaterials. Abdominal cavity. Abdominal wall.*

### Introducción

La realización de incisiones laparotómicas a través de la línea alba o línea media para acceder a la cavidad peritoneal constituye uno de los abordajes más frecuentes en cirugía abdominal. Entre sus complicaciones destacan la aparición de dehiscencia aguda o evisceración, o eventración. La incidencia de esta última puede alcanzar hasta un 16% de los casos.

Correspondencia: J.M. Bellón Caneiro.  
O'Donnell, 8. 28009 Madrid. España.  
Correo electrónico: juanm.bellon@uah.es

Manuscrito recibido el 2-6-2004 y aceptado el 10-9-2004.

Hasta el momento actual no se ha establecido ninguna técnica de sutura óptima ni se ha determinado qué materiales son los más apropiados para realizar este cierre. Su elección, por tanto, no se lleva a cabo sobre la base de evidencias de resultados más o menos bien contrastados, sino que obedece en muchos casos a hábitos de cada cirujano. Si además añadimos el factor personal, ya que en muchos casos son los cirujanos en formación los que se encargan de realizar estos cierres, nos encontramos ante una problemática difícil de evaluar y, sobre todo, de controlar. Ello hace que el estudio de estos cierres en la línea alba, unido a las diferentes técnicas y materiales de sutura que se pueden emplear y a los factores de riesgo individuales, sea un atractivo e importante tema quirúrgico en el contexto de las enfermedades de la pared abdominal.

En esta revisión abordaremos aspectos anatómicos importantes, ya que algunas variaciones estructurales pueden facilitar la aparición de hernias incisionales en la línea media. También haremos una revisión de los aspectos técnicos del cierre laparotómico, entre los que se incluyen las formas de cierre (continuo, discontinuo, relación SL:WL) y el material de sutura, y de los factores generales que influyen y que pueden interferir en el proceso de cicatrización de las laparotomías de la línea media.

### Estudios anatómicos

Uno de los investigadores que más ha trabajado en la conformación de las fascias de la pared abdominal es Askar<sup>1,2</sup>, por lo que sus trabajos son una referencia obligada. En 1977<sup>1</sup>, este autor llevó a cabo un estudio anatómico de la pared anterior del abdomen para establecer la relación entre la estructura y la función de las aponeurosis. Utilizó primeramente muestras de cadáveres que después correlacionó con estudios *in vivo* en pacientes a los que se había practicado una intervención quirúrgica abdominal.

Observó 3 tipos morfológicos de línea alba:

- En un 30% de los casos, la parte anterior de la línea alba estaría constituida por 3 estratos. Las 2 primeras capas corresponderían a 2 estratos que forman las aponeurosis de los músculos oblicuos externos, cuyas fibras siguen un patrón de entrecruzamiento o decusación simple. La parte posterior de la línea media estaría formada por la lámina posterior de los músculos oblicuos internos y por las 2 capas de la aponeurosis de los músculos transversos, cuyas fibras siguen también un patrón de entrecruzamiento simple. Por tanto, en este caso, las decusaciones de las distintas fibras aponeuróticas que convergen en la línea alba serían simples (fig. 1).

- En un 10% de los individuos, el patrón de decusación de la línea alba es simple en la cara anterior y triple en la posterior (fig. 2).

- En un 60% de los casos, en la cara anterior de la línea media, el patrón de entrecruzamiento de las fibras de la aponeurosis de los músculos oblicuos externos es triple. La vertiente posterior de la línea media estaría constituida por la lámina posterior de la aponeurosis de

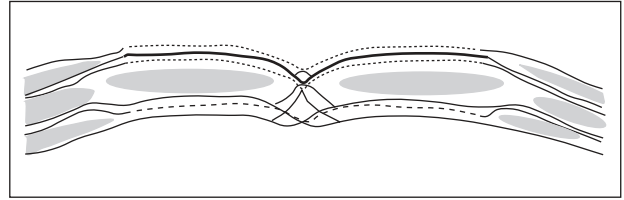


Fig. 1. Patrón de entrecruzamiento simple en ambas vertientes de la línea media. Modificada de Askar<sup>1</sup>.

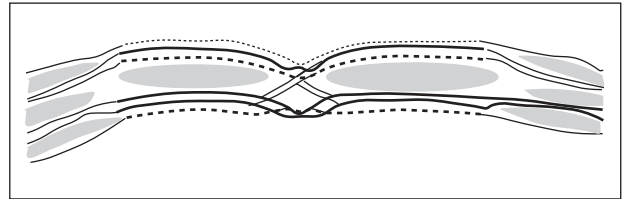


Fig. 2. Patrón de entrecruzamiento simple en la cara anterior y triple en la posterior. Modificada de Askar<sup>1</sup>.

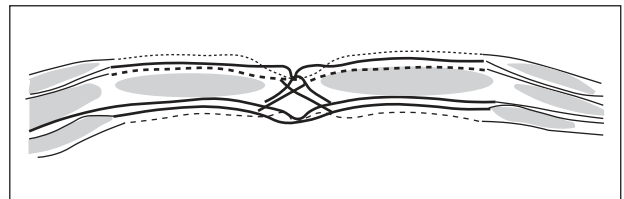


Fig. 3. Patrón de entrecruzamiento triple en ambas vertientes de la línea media. Modificada de Askar<sup>1</sup>.

los músculos oblicuos internos y las 2 capas correspondientes a la aponeurosis de los músculos transversos, pero en este caso el patrón de entrecruzamiento también es triple (fig. 3).

Según Askar<sup>1,2</sup>, el triple patrón de decusación confiere a la línea alba una resistencia adicional, por lo que la aparición de hernias en esta variante anatómica es menos probable.

En un trabajo posterior<sup>2</sup>, este mismo autor realizó una revisión en la que se establece la relación entre la aparición de hernias y la estructura de las diferentes zonas funcionales de la línea media (epigástrica, umbilical e hipogástrica). En la zona epigástrica, la línea alba recibe fibras procedentes de la porción esternocostal del diafragma, y parece que hay una sincronización entre los movimientos de la zona epigástrica con los del diafragma. Aquí, la aparición de hernias se produciría como una complicación ligada a los movimientos respiratorios. Así, la tos produce una distensión severa de la aponeurosis, lo que sería suficiente para desgarrar la zona aponeurótica en individuos con una línea alba que tuviera una estructura de decusación simple. En estos pacientes también sería más frecuente la aparición de eventraciones poslaparotomía.

En la zona umbilical, las fibras aponeuróticas dan lugar a una línea en forma de "S", excepto en el embarazo, donde es una línea recta. La distensión abdominal sería la causa de la aparición de hernias en esta zona; en las

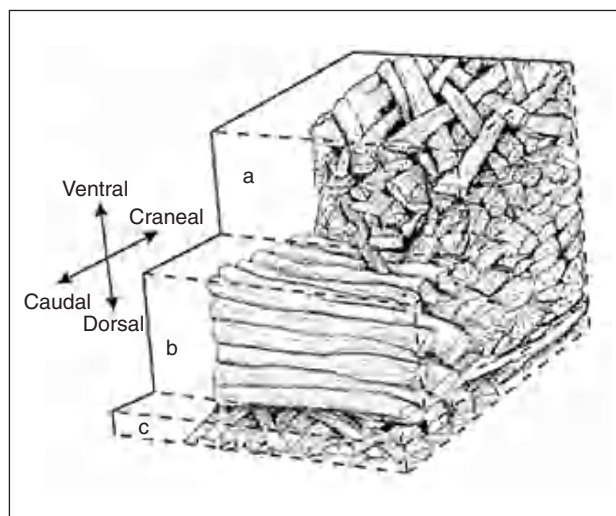


Fig. 4. Orientación de fibras de la línea alba: a) lamina fibrae obliquae; b) lamina fibrae transversae; c) lamina fibrae irregularium. Modificada de Axer H et al<sup>4</sup>.

mujeres embarazadas son frecuentes en la región paraumbilical.

En la zona hipogástrica, la línea alba es delgada y está formada por una sola línea de decusación. Los extremos de los músculos rectos se solapan formando una capa muscular; es una zona débil de la línea media, la incidencia de hernia incisional es alta.

En 1996, Rath et al<sup>3</sup> realizaron un estudio sobre muestras de línea alba de cadáveres a los que realizaron tests biomecánicos. Estos autores obtuvieron medidas de la elasticidad y capacidad de deformación y de la fuerza de rotura en 3 zonas: supraumbilical, umbilical e infraumbilical. La región infraumbilical mostraba mayor coeficiente de elasticidad que la supraumbilical; sin embargo, no se encontraron diferencias en cuanto a la fuerza de rotura entre las distintas zonas estudiadas. También realizaron un estudio morfológico de la línea alba en el que observaron una mayor anchura de ésta a partir de los 45 años, en toda su longitud excepto en la región umbilical. Además, observaron que, en los varones, la región supraumbilical de la línea alba es más ancha que en las mujeres.

Axer et al<sup>4,5</sup> llevaron a cabo un estudio anatómico de la línea alba mediante microscopía láser confocal de barrido. Observaron que la línea alba estaba constituida por 3 tipos de haces de fibras de colágeno: fibras oblicuas descendentes de derecha a izquierda (oblicua I), fibras descendentes de izquierda a derecha (oblicua II) y fibras transversales. Todas estas fibras forman una red tridimensional mezclándose entre sí, pero siempre en capas adyacentes, de forma que una fibra nunca atraviesa varias capas (fig. 4). En esta red se pueden diferenciar 3 zonas según la orientación de las fibras: a) la más superficial es una red que tiene de 4 a 6 haces de fibras oblicuas I y II (*lamina fibrae obliquae*); b) la siguiente está formada por unas 6 capas de haces de fibras principalmente transversales (*lamina fibrae transversae*), y c) la más profunda o dorsal está constituida por 1 o 2 capas de haces de fibras oblicuas (*lamina fibrae irregularium*).

De este análisis se desprende que, debido a la concordancia entre la estructura de la zona de transición de la línea media con la de la línea arcuata de las vainas de los músculos rectos, la línea alba y las vainas deben constituir un sistema cooperante de fibras.

El mismo grupo realizó un trabajo complementario al anterior en el que se analizan los diámetros de cada haz de fibras de colágeno. Comprobaron que en la región infraumbilical eran más gruesos que en la supraumbilical, lo que se traduciría en un mayor espesor de la línea media en la primera. Esto explicaría que las hernias primarias se desarrollen sólo en las zonas supraumbilical y umbilical. También observaron variaciones en la disposición espacial de las fibras: las oblicuas predominan en la zona supraumbilical (implicadas en los movimientos del tronco) y las transversales en la zona infraumbilical. En las mujeres detectaron mayores anchuras de la línea alba, junto con una mayor proporción de fibras transversales. Esto podría explicar la adaptación a situaciones fisiológicas como el embarazo, en las que la presión intraabdominal en la región infraumbilical aumenta ostensiblemente.

Korenkov et al<sup>6</sup> utilizaron fragmentos de pared abdominal de cadáveres para realizar análisis histológicos y biomecánicos. No pudieron verificar la clasificación realizada por Askar, ya que no encontraron disposiciones de fibras que encajasen en ninguno de los tipos descritos por este autor en la línea alba. La distribución de las fibras era irregular y no seguía patrones de entrecruzamiento simples ni triples. Según sus observaciones, las fibras de la capa anterior de la línea alba adoptan una disposición en "tijera" en el plano frontal que continúa en las vainas de los músculos rectos. Esta capa incluiría fibras de la aponeurosis de los músculos oblicuos externos y de la parte anterior de la aponeurosis de los músculos oblicuos internos.

En el estudio histológico, algunas preparaciones de línea alba consistían en fibras delgadas que formaban una red laxa con poca resistencia. Otras veces estaban constituidas por fibras gruesas y delgadas que formaban una red con áreas laxas y tupidas. Por último, en otros casos, las fibras estaban íntimamente entretrejidas con mayor resistencia que las anteriores. Para estos autores, la resistencia biomecánica no dependería del número de entrecruzamientos de las fibras aponeuróticas sino de su espesor y densidad.

## Técnica de sutura

### Sutura en masa o por planos

Desde el punto de vista técnico, hay varios métodos de cierre: la sutura en masa y la suturas por planos anatómicos.

En un estudio comparativo realizado en pacientes en los que la sutura se llevó a cabo mediante la técnica de cierre en masa o por planos, Bucknall et al<sup>7</sup> encontraron que con la primera se obtenían resultados considerablemente mejores en cuanto a índices de dehiscencias.

McFadden et al<sup>8</sup> se decantan por no suturar el peritoneo para evitar el desarrollo de adherencias viscerales, ya que el riesgo de eventración no varía en función de que éste se cierre o no.

En una revisión realizada por Poole<sup>9</sup> también se rechaza el cierre del peritoneo por separado del resto de la pared abdominal debido a la formación de adherencias que genera este procedimiento. Según los estudios de Ellis et al<sup>10</sup> y Campbell et al<sup>11</sup>, el índice de eventración que se produce en las distintas variantes del cierre en masa es similar.

A la vista de los resultados obtenidos en trabajos previos, en los que se demuestra que la regeneración completa del peritoneo se produce en poco tiempo y que en animales de experimentación la sutura del peritoneo hace que aumente la formación de adherencias, el grupo de Hugh<sup>12</sup> realizó un estudio clínico para determinar si la omisión de la sutura del peritoneo influía en el dolor postoperatorio o en la tasa de dehiscencia aguda, hernia incisional o infección de la herida. En el estudio se incluyó a pacientes a los que se realizó una laparotomía de la línea media. En algunos se cerró el peritoneo y en otros se omitió este paso. Durante 5 días se realizó el seguimiento de la cicatrización y el dolor. Para la detección de eventraciones se examinaron las heridas al mes y a los 6 meses de la intervención. No se encontraron diferencias en cuanto a la frecuencia de infección, dehiscencia, herniación y dolor entre los 2 grupos. Por tanto, estos autores demostraron que la sutura del peritoneo puede omitirse sin que ello conlleve la aparición de efectos adversos relacionados con el dolor o la cicatrización de la herida.

También Kendall et al<sup>13</sup> defienden el cierre en masa, ya que en su estudio comprobaron que en el 60% de los pacientes con la línea alba suturada por planos no se podía realizar el cierre de forma adecuada debido a la dificultad para localizar los puntos a la distancia idónea del borde de la herida. Estos autores concluyen que en el cierre de este tipo de incisiones es preferible optar por la técnica en masa.

Cengiz et al<sup>14</sup> estudiaron las diferencias en la separación de los bordes de la herida entre el cierre con puntos en masa o con puntos que sólo incluyen la aponeurosis. Se utilizaron cerdos en los que se practicó una incisión laparotómica en la línea media, que fue cerrada mediante puntos en masa que incluían todas las capas de la pared abdominal excepto la piel, o mediante puntos que sólo abarcaban la aponeurosis. A continuación se hizo aumentar la presión intraabdominal de forma constante; ésta se mantuvo en 20 mmHg durante 3 h y después se retornó a los valores basales. Se midió la distancia entre los puntos y la longitud de éstos, y se examinó el tejido en busca de desgarros producidos por la sutura. La separación de los bordes de la herida predice con gran exactitud el desarrollo de una hernia incisional; así, se observó que ésta era mayor cuando se cerraba la incisión con puntos en masa que cuando los puntos sólo abarcaban la aponeurosis. La conclusión de este estudio fue que, en caso de aumento de la presión intraabdominal tras un cierre laparotómico, el riesgo de aparición de hernia incisional es mayor con puntos en masa que cuando los puntos sólo incluyen la aponeurosis.

En una revisión, Israelsson<sup>15</sup> recomienda el cierre en la línea media con puntos que sólo incluyan la aponeurosis.

### *Sutura con puntos sueltos o continua*

Respecto a la elección del empleo de puntos sueltos o sutura continua, Richards et al<sup>16</sup> y un trabajo de la Association de Recherche en Chirurgie<sup>17</sup> muestran resultados similares en cuanto a la resistencia y el índice de eventración secundaria. Fagniez et al<sup>18</sup>, en un estudio prospectivo aleatorizado realizado en un total de 3.135 pacientes con laparotomía media, encontraron en 1.569 de ellos un 2% de hernias incisionales después de haber empleado una sutura con puntos sueltos con material absorbible. En esta misma serie, en 1.566 pacientes se observó un 1,6% de hernias con el empleo de sutura continua y material absorbible. Este estudio evidenció que no había diferencias estadísticamente significativas entre la sutura continua y los puntos sueltos. Sin embargo, algunos autores se inclinan por la sutura continua debido al ahorro de tiempo que supone<sup>9,19</sup>.

Tampoco otros autores<sup>20,21</sup> han observado diferencias entre los cierres continuos o con puntos sueltos en los que han utilizado distintos tipos de material de sutura mono o multifilamento. En un estudio realizado por Colombo et al<sup>22</sup> no se encontraron diferencias entre la sutura continua y con puntos sueltos tras utilizar la técnica de Smead-Jones.

El grupo de Derzie et al<sup>23</sup> realizó un estudio en 331 pacientes obesos a los que se realizó una laparotomía para tratar de determinar si el cierre mediante sutura continua realizada con un material monofilamento ofrece ventajas sobre la sutura interrumpida. Se diferenciaron 2 grupos de estudio, en cada uno de los cuales se utilizó 1 de estas 2 técnicas de sutura, y se llevó a cabo un seguimiento durante los 30 días siguientes a la intervención, en los que se registró la aparición de complicaciones (infección, seromas, hematomas y dehiscencia). Los resultados revelaron que, en pacientes de riesgo, el uso de la técnica de cierre continua favorece la cicatrización y disminuye la frecuencia de infección y dehiscencia a corto plazo. Estos autores atribuyen los resultados obtenidos al reparto de tensión que se obtiene a lo largo de toda la sutura, al aplicar la técnica de cierre continuo, cuando se produce un aumento en la presión intraabdominal.

Cengiz et al<sup>24</sup> investigaron la resistencia a la rotura de suturas continuas convencionales y suturas continuas en doble lazo para el cierre de incisiones de la línea media. El estudio fue realizado en ratas Sprague-Dawley. Se practicó una incisión en la línea media; en la cavidad peritoneal se insertó un trocar metálico unido a un balón de látex, que fue colocado bajo las vísceras. Con una plantilla se marcó la localización de entrada y salida de los puntos para cerrar la incisión mediante una sutura continua convencional o una sutura continua de doble lazo de polidioxanona. El balón fue gradualmente distendido con un flujo constante y se monitorizó el aumento de la presión hasta la dehiscencia completa de la herida (punto final). Se registró la presión de rotura. La conclusión de este estudio fue que con la sutura continua convencional se alcanzan mayores resistencias a la rotura que con suturas continuas en doble lazo, debido a que el lazo interno produce desgarros en el tejido.

Höer et al<sup>25</sup> utilizaron ratas Wistar para comparar, mediante microscopía óptica y electrónica, la regeneración

del tejido y el diámetro de las fibrillas de colágeno de la zona cicatrizal a los 14 y 28 días de realizar laparotomías medias. El cierre de las incisiones se llevó a cabo mediante suturas simples o continuas con polipropileno o poliglactina 910. El objetivo del estudio fue determinar si las ventajas de la sutura continua se deben únicamente a sus propiedades físicas o a una posible influencia de ésta en el depósito de fibrillas de colágeno. Del análisis de las fibrillas de colágeno se desprende que el material de sutura influye directamente en la estructura de las fibrillas de colágeno (el material absorbible prolonga la reacción inflamatoria, retrasando así la regeneración del tejido). En cuanto a la técnica de sutura, los cambios son debidos principalmente a sus propiedades mecánicas (durante los primeros 14 días hay mayor presencia de fibras de mayor calibre en la sutura interrumpida, lo que indica que la capacidad de renovación del colágeno está siendo impedida debido a la mayor tensión que soporta el tejido en regeneración que en el caso de sutura continua, aunque estas diferencias desaparecen a los 28 días). Por tanto, en este estudio se defiende la superioridad de las suturas continuas realizadas con material no absorbible frente a las suturas interrumpidas con materiales absorbibles.

Hodgson et al<sup>26</sup> llegaron a la misma conclusión en una revisión en la que trataron de establecer la técnica de sutura y el material con los que la aparición de hernia incisional fuese menos frecuente, y comprobaron que la sutura continua resiste una mayor fuerza de tracción y es más sencilla y rápida de realizar.

Rucinski et al<sup>27</sup> realizaron un metaanálisis en el que trataron de determinar las características de la técnica del cierre óptimo. Según este estudio, la sutura continua era más resistente que la interrumpida. Además, con la técnica continua se utiliza menos cantidad de material, lo que implica que la reacción de cuerpo extraño sea menor. La conclusión de este metaanálisis es que la técnica óptima de sutura, para evitar dehiscencia, infección, hernia, *sinus* y dolor, es un cierre continuo en masa mediante un material absorbible monofilamento.

Israelsson<sup>15</sup> recomienda el cierre de la línea media mediante sutura continua porque tiene la ventaja de requerir menos tiempo para su realización y, además, permite el reparto de la tensión de forma uniforme a lo largo de toda la sutura. Ello reduce la probabilidad de que el tejido se isquemie.

Riet et al<sup>28</sup> realizaron un metaanálisis en el que revisaron 15 estudios con un total de 6.566 pacientes y encontraron que el mejor cierre se consigue con la sutura continua.

### *Sutura simple o de doble lazada*

Cuando se lleva a cabo un cierre también se puede optar por realizar una sutura simple (una lazada) o una sutura de doble lazada o técnica de Smead-Jones, también conocida como "figura en 8", que fue ideada por Smead y popularizada por Jones en 1941.

Sivam et al<sup>29</sup> realizaron un estudio en el que compararon los resultados obtenidos al realizar cierres en masa, por planos, con sutura simple o con la técnica de Smead-

Jones. Para este trabajo se llevaron a cabo laparotomías en 403 pacientes que fueron cerradas mediante la técnica de Smead-Jones. Se registraron las complicaciones aparecidas durante el período postoperatorio (*sinus*, hipertrofia de la cicatriz, eventración, dehiscencia) y se compararon con las de otros trabajos en los que se aplicaron suturas simples, en masa o por planos. Observaron que la incidencia de infecciones de la herida en pacientes con sepsis intraperitoneal es inferior cuando se realizan los cierres con puntos de Smead-Jones. También observaron una menor tasa de dehiscencia con esta técnica que en la sutura en monocapa o en masa, incluso en pacientes con aumento de presión intraabdominal. El índice de eventración fue inferior en la técnica de Smead-Jones que en los demás grupos. La aparición de *sinus* y nódulos subcutáneos es más frecuente con la técnica de Smead-Jones, pero disminuye cuando se utilizan suturas de un material reabsorbible. A la vista de estos resultados, la conclusión que obtuvieron es que la técnica de Smead-Jones es superior a los demás métodos de cierre de laparotomías, ya que es fácil y rápida de realizar y presenta menos complicaciones, tanto a corto como a largo plazo.

Nasir et al<sup>30</sup> llevaron a cabo un estudio comparativo entre cierres laparotómicos mediante sutura continua de doble lazada y sutura continua en masa. Estudiaron a 100 pacientes en los que se habían realizado laparotomías, que fueron cerradas con 1 de estas 2 técnicas. Tras 5 días, 3 y 6 semanas se efectuaron revisiones de la herida en busca de dehiscencia e infección. También registraron la edad de los pacientes, el sexo, la urgencia de la intervención y la presencia de enfermedades. Detectaron una mayor incidencia de infección cuando se realizaba la técnica de sutura continua en masa que en caso de practicar la sutura de doble lazada. En cuanto a la dehiscencia, los resultados fueron óptimos cuando se aplicaron suturas en doble lazada. Los autores atribuyen este hecho a que se consigue abarcar una mayor cantidad de tejido, lo cual disminuye la fuerza por unidad de área y aumenta la resistencia de la herida a la tensión. La conclusión que extrajeron de este estudio fue que la sutura continua de doble lazada proporciona mejores resultados que la sutura continua en masa, por lo que es recomendable en pacientes de alto riesgo.

### *Relación entre la longitud de la sutura y la longitud de la herida (SL:WL)*

En el cierre de una incisión laparotómica continua, la técnica de sutura puede ser controlada mediante la relación SL:WL. Este concepto fue definido por Jenkins en 1976<sup>31</sup> como la relación entre la longitud del hilo consumido en la realización del cierre (SL) y la longitud de la incisión laparotómica practicada (WL). La longitud de la sutura empleada en el cierre (SL) se calcula, después de su realización, restando a la longitud inicial del hilo, la longitud del hilo sobrante. Si la longitud inicial del hilo es de 150 cm y la longitud del hilo sobrante después de realizar el cierre fuese de 90 cm, se podría calcular la SL, que en este caso sería de 60 cm. La longitud de la herida (WL) se define como la longitud de la incisión practicada

en la piel y se puede calcular durante o después del cierre. Esta relación depende de varios parámetros: longitud de los puntos (refleja la distancia de los puntos al borde de la herida), intervalo entre los puntos y tensión de la sutura. La relación SL:WL disminuye cuando se reduce la longitud de los puntos, aumenta la distancia entre ellos o se incrementa la tensión del hilo.

Jenkins<sup>31</sup> consideró que la sutura continua era una sucesión de triángulos isósceles, que sirven para definir el intervalo de los puntos (AB), la longitud de los puntos ( $2 \times TB$ ) y la cantidad de tejido incluido en ellos (TD) (fig. 5).

Este autor considera la relación SL:WL como un factor que se debe tener en cuenta para garantizar la seguridad del cierre de incisiones laparotómicas y establece que los puntos deben estar localizados a intervalos de 1 cm y que la relación SL:WL debe ser  $\geq 4:1$ .

La distancia del borde de la herida a la que se deben localizar los puntos no varía mucho entre distintos autores. Así, para Campbell et al<sup>11</sup>, la mayor seguridad se obtiene cuando los extremos de los puntos se localizan entre 1,2 y 1,5 cm del borde de la herida; Poole (1985) establece esta distancia en 1,5 cm.

Kendall et al<sup>13</sup> llevaron a cabo un estudio clínico en el que trataron de determinar la importancia de la relación SL:WL en el cierre por planos de incisiones paramedianas y en la sutura en masa y por planos de la línea media. En él se incluyó a 476 pacientes; a algunos de ellos se les practicaron incisiones abdominales verticales a través de la línea media, y a otros, incisiones paramedianas. El cierre de la línea alba en masa se realizó con polidioxanona, a intervalos de 1 cm y a 2 cm del borde de la herida; cuando este tipo de incisión se cerró por planos, se utilizó catgut crómico para suturar la vaina posterior y polidioxanona para la anterior, dejando un intervalo entre los puntos de 2 cm y a 0,5 cm del borde. El cierre de las incisiones paramedianas se llevó a cabo de la misma forma que en el caso anterior. Se midió el tiempo requerido para abrir y cerrar la pared abdominal y se calculó la relación SL:WL. Las heridas se examinaron diariamente durante los 12 primeros días en busca de dehiscencia o de infección, y varias veces en el primer año para detectar eventraciones o dolor. No se produjeron dehiscencias ni eventraciones en el grupo de pacientes en los que se realizaron incisiones paramedianas. En los 2 grupos con incisiones a través de la línea media se detectó el mismo número de hernias, y sólo se produjeron dehiscencias en el grupo en el que la línea media fue suturada por planos. Las medias en la relación SL:WL, de la sutura por planos y en masa de la línea media y de las incisiones paramedianas fueron, respectivamente, 3,7; 5 y 2,6. A la vista de estos resultados, los autores concluyeron que la relación SL:WL no tiene ningún efecto en el cierre de las incisiones paramedianas debido a que los músculos abdominales constituyen un mecanismo de cierre y, por tanto, son inherentemente más eficaces en la prevención del desarrollo de eventraciones. Sin embargo, en la sutura de la línea media, una relación SL:WL elevada parece que protege contra la dehiscencia, aunque no tiene ningún efecto sobre la incidencia de hernia incisional.

En 1993 Israelsson et al<sup>32</sup> realizaron un estudio en pacientes con una laparotomía a través de la línea media cerrada mediante sutura en monocapa, y evaluaron la in-

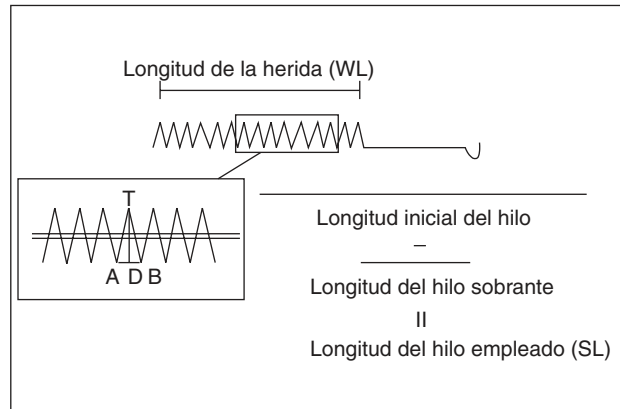


Fig. 5. Cálculo de la longitud de la herida (WL) y la longitud de la sutura (SL) y sucesión de triángulos isósceles formados por los puntos de sutura. ATB: longitud del punto; AB: intervalo entre los puntos; TD: tejido incluido en los puntos. Modificada de Jenkins<sup>31</sup>.

fluencia de la relación SL:WL en la aparición de hernia incisional e infección. Los resultados indicaron que había una fuerte correlación entre una tasa SL:WL  $< 4$  y la aparición de hernia incisional; esta incidencia era 2,5 veces superior en comparación con una relación SL:WL  $\geq 4$ .

En 1996, estos mismos autores<sup>33,34</sup> estudiaron el efecto del aumento de la relación SL:WL, hasta un mínimo de 4, sobre la aparición de hernia incisional en pacientes con laparotomía de la línea media cerrada en monocapa mediante polidioxanona o nailon. Se calcularon el intervalo entre los puntos y su longitud. El aumento de la relación SL:WL se debió a una disminución del intervalo entre los puntos, mientras que la longitud de éstos y la tensión de la sutura se mantenían constantes. Una relación  $< 4$ , con independencia de otros factores (edad, presencia de infección en la herida), aumenta la incidencia de hernia incisional.

Realizaron también un estudio clínico con el objetivo de evaluar el efecto de la técnica de sutura aplicada en el cierre de incisiones laparotómicas a través de la línea media. Los cierres fueron realizados en todos los casos mediante una sutura continua monofilamento que incluía todas las capas de la pared abdominal excepto la piel. Calcularon la relación SL:WL y el intervalo, así como la longitud y el número de puntos. Se registraron los casos de hernia incisional durante un período de 12 meses después de la intervención. Observaron que la incidencia de hernia incisional era menor cuando la relación SL:WL era  $\geq 4$ , pero aumentaba ligeramente cuando esta relación era  $\geq 5$ .

Cengiz et al<sup>35</sup> investigaron la fuerza de rotura de suturas continuas que cerraban la línea media, tras 4 días de su realización, y compararon el efecto entre puntos localizados a diferentes distancias del borde de la herida (3, 6 y 10 mm), manteniendo una relación SL:WL de 4. El estudio se realizó en ratas Sprague-Dawley. Para determinar la fuerza de rotura, se insertó un trocar en la cavidad peritoneal, se distendió el balón gradualmente con una bomba de agua que mantenía un flujo constante, y se controló el aumento de la presión. Se registró el punto por el que la sutura cortaba el tejido. Se observó que,

contrariamente a la recomendación de localizar los puntos a 1 cm del borde de la herida, era preferible situarlos a una distancia menor (6 mm), ya que de esta forma se obtenía una mayor fuerza de rotura, siempre que se respetase una relación SL:WL > 4.

En el mismo año, Höer et al<sup>36</sup> compararon la evolución del proceso cicatrizal en cierres laparotómicos realizados mediante sutura con puntos sueltos y sutura continua, con diferentes relaciones SL:WL. Para ello realizaron incisiones laparotómicas en 100 ratas, que posteriormente fueron cerradas mediante una de estas técnicas de sutura y con relaciones SL:WL de 8:1, 4:1, 2:1 y 1:1; también se introdujeron grupos en los que la tensión de la sutura era muy alta. Tras 14 y 28 días se tomaron muestras de la zona de la incisión. Se determinó la relación entre colágeno de tipos III y I. Observaron que se producía una mayor cantidad de colágeno total en los grupos de sutura continua y cerrados con relaciones SL:WL  $\geq$  4:1, tanto a las 2 como a las 4 semanas.

Israelsson<sup>15</sup>, en una revisión sobre el cierre laparotómico de la línea alba, reiteró que la relación SL:WL > 4 reduce ostensiblemente la incidencia de dehiscencia de la herida y que la relación SL:WL óptima debe estar entre 4 y 5 para disminuir el riesgo de hernia incisional.

## Material de sutura

A lo largo del tiempo se han utilizado diferentes tipos de materiales.

En 1987, Wissing et al<sup>37</sup> llevaron a cabo un estudio en el que se incluyó a 1.539 pacientes con laparotomía. El cierre se realizó con diferentes materiales de sutura (poliglactina, polidioxanona y nailon) con sutura continua o discontinua. Se realizaron exámenes para detectar la aparición de dehiscencia de la herida o infección en las 4 primeras semanas, y de hernia incisional, dolor o *sinus* al cabo de 1 año. En este trabajo desaconsejan el uso de poliglactina para el cierre laparotómico continuo porque pierde su resistencia en un período de 30 días. Las polidioxanonas, en cambio, mantienen el 70% de su resistencia durante 3 semanas y, además, al ser materiales monofilamento, ofrecen una superficie lisa que se desliza fácilmente en el tejido, lo cual facilita el reparto de tensión a lo largo de toda la sutura continua y reduce la posibilidad de necrosis del tejido. Por otra parte, la capacidad de adhesión de las bacterias al monofilamento es considerablemente menor que en las suturas multifilamento, como la poliglactina. La conclusión a la que llegaron fue que el tipo de material de sutura no influye en la aparición de complicaciones tempranas, como la infección o la dehiscencia. En la aparición de hernia incisional observaron que el nailon proporciona los mejores resultados, seguidos por la polidioxanona y el cierre con poliglactina interrumpido y, por último, la sutura de poliglactina continua. Debido a los problemas que conlleva la utilización del nailon (*sinus* y dolor), se inclinan por el uso de polidioxanona para el cierre continuo y poliglactina en caso de cierres interrumpidos. Observaron que el tipo de material de sutura y de cierre carecen de importancia en el desarrollo de hernia incisional cuando se

produce infección de la herida, por lo que consideran prioritaria la prevención de esta complicación.

Israelsson et al<sup>38</sup> evaluaron la eficacia del nailon y la polidioxanona de segunda generación como materiales para el cierre de incisiones laparotómicas de la línea media. No encontraron diferencias entre ambos materiales, en el cierre continuo, en cuanto a la frecuencia de dehiscencia o de infección de la herida.

Rath et al<sup>3</sup> señalan que los materiales no absorbibles son más resistentes que los absorbibles y que, en pacientes con riesgo de dehiscencia, el polipropileno ofrece mayor seguridad.

En otro estudio de Israelsson<sup>39</sup> se comparó el efecto de 2 materiales de sutura (uno absorbible y otro no absorbible), pero no se obtuvieron resultados concluyentes relacionados con el biomaterial empleado.

Hsiao et al<sup>40</sup> llevaron a cabo un estudio clínico para comparar suturas de absorción lenta y rápida en pacientes con diferentes tipos de laparotomías. El cierre de las incisiones fue en masa, continuo, y la sutura empleada fue poliglactina 910 o polidioxanona, ambas de calibre 0. Posteriormente se registraron todos los casos de infección y hernia incisional mediante exámenes realizados durante 2 años después de la intervención. Observaron diferencias entre los 2 tipos de materiales de sutura, en cuanto al desarrollo de hernia incisional, sólo en presencia de enfermedad maligna, de forma que con la poliglactina 910, la incidencia de herniación era mayor. También señalan que los materiales trenzados están asociados con una mayor frecuencia de infecciones debido a la persistencia de bacterias en las hebras; sin embargo, en este estudio no encontraron diferencias significativas entre ambos tipos de suturas.

Hogdson et al<sup>26</sup> afirman que los materiales no absorbibles tienen menor riesgo de desarrollo de hernia incisional, aunque la frecuencia de *sinus* y el dolor de la herida son mayores que con materiales absorbibles.

En un metaanálisis realizado por Rucinski et al<sup>27</sup> se concluye que la duración de los materiales de sutura es, de mayor a menor, no absorbibles, absorbibles monofilamento y absorbibles trenzados. Los monofilamento no absorbibles muestran mayor resistencia a la rotura, menor incidencia de infección y una reactividad menor que la de los absorbibles, pero la aparición de *sinus* y dolor es mayor. Entre los materiales absorbibles, los monofilamento son menos reactivos que los trenzados. Asimismo, el ácido poliglicólico y la poliglactina son menos reactivos que la seda o el catgut.

En la revisión de Israelsson<sup>15</sup> también se apuesta por los materiales monofilamento, ya que los intersticios presentes en los trenzados protegerían a las bacterias de la fagocitosis. En cuanto a la resistencia del material de sutura, este autor señala que las diferencias entre los distintos tipos no es importante en la dehiscencia, y que cuando ésta ocurre es más probable que la rotura sea producida por una técnica de sutura inadecuada o por daños provocados en ésta durante su manipulación con instrumentos quirúrgicos. En la incidencia de desarrollo de hernia incisional, este autor afirma que los materiales no reabsorbibles y los absorbibles proporcionan resultados similares, siempre que estos últimos conserven su resistencia durante un período de al menos 6 semanas, como es el caso de la polidioxanona.

En una revisión, Riet et al<sup>28</sup> consideran, a través de un metaanálisis en el que revisan 15 estudios prospectivos, que el material de cierre idóneo es la sutura de reabsorción lenta de tipo polidioxanona. Estos autores no encontraron diferencias estadísticas en cuanto a la aparición de mayor o menor número de hernias incisionales en relación con las suturas no absorbibles.

#### *Diámetro del material de sutura*

Campbell et al<sup>11</sup> realizaron un estudio en el que trataron de determinar si el diámetro del hilo de sutura tiene algún efecto sobre los cortes producidos por éste en el tejido. Para ello utilizaron la pared abdominal de cadáveres, que fraccionaron en segmentos perpendiculares a la línea alba. En cada sección realizaron una sutura con puntos sueltos que simulaba una laparotomía, haciendo variar la longitud de los puntos y el calibre del hilo de sutura, y midieron la fuerza necesaria para desgarrar el tejido. Las conclusiones a las que llegaron fueron que un diámetro del hilo de sutura entre 00 y 2 no influye en los cortes que se producen en el tejido, y que el espesor de la fascia, que es menor en edades avanzadas, en mujeres y en la región infraumbilical, influye en la seguridad de la sutura.

Trimbos et al<sup>20</sup> realizaron un ensayo clínico en 340 pacientes en los que se realizó una laparotomía a través de la línea media, que posteriormente fue cerrada con poligluconato continuo de calibre 0 o con poliglactina 910 discontinua de calibre 1. Se realizó un seguimiento durante 2 semanas para detectar el desarrollo de infecciones o dehiscencias. Tras 1 año se efectuó una revisión en busca de eventraciones y *sinus*, y se hizo un cuestionario para determinar el grado de dolor ocasionado por el cierre. No se encontraron diferencias entre los 2 grupos en cuanto a la aparición de dehiscencias, infecciones, *sinus*, hernia y dolor.

#### **Método para realizar la incisión**

Franchi et al<sup>41</sup> compararon los resultados obtenidos a partir de un estudio efectuado en pacientes en los que se realizaron incisiones abdominales con bisturí normal o eléctrico. El objetivo fue determinar si el método para practicar la incisión influía en la aparición de infecciones u otras complicaciones. No encontraron diferencias entre ambos métodos. Tampoco se observaron diferencias en la aparición de complicaciones tras un período de seguimiento de 3 años.

En el mismo año, Kearns et al<sup>42</sup> realizaron un estudio comparativo entre el uso del bisturí normal y la electrocoagulación para tratar de determinar el mejor método aplicado a la realización de incisiones laparotómicas a través de la línea media. Dicho estudio se efectuó en pacientes a los que se practicó una incisión longitudinal en esta localización. Se registraron el tiempo empleado, la pérdida de sangre, las complicaciones y el dolor postoperatorios. Estos autores recomiendan la electrocoagulación ya que, además de ser más rápida, está asociada con menores pérdidas hemáticas y menor dolor postoperatorio que en

el caso del bisturí convencional. La tasa de complicaciones (infección, evisceraciones y eventraciones) fue similar con ambos métodos. A la vista de los resultados, estos autores se inclinan por la electrocoagulación frente al uso del bisturí normal para la realización de incisiones laparotómicas.

También Ziv et al<sup>43</sup> estudiaron el efecto en las propiedades mecánicas de la línea media al realizar incisiones mediante electrocoagulación o bisturí normal. Se utilizaron ratas a las que se practicó una laparotomía con una u otra técnica. Posteriormente se procedió al cierre mediante sutura continua. Seis días después se tomaron muestras de la línea alba para realizar un estudio tensiométrico. Observaron que la rigidez del tejido era mayor cuando la incisión se practicaba con bisturí normal; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la resistencia a la fuerza tensil con el empleo de electrocoagulación o bisturí normal.

#### **Experiencia del cirujano**

En un estudio publicado en 1998, realizado por Israels<sup>44</sup>, se comparó el riesgo de hernia incisional e infección de la herida entre cirujanos de un hospital. Se correlacionaron la técnica quirúrgica empleada y la experiencia del cirujano. A los pacientes se les practicó una laparotomía a través de la línea media que fue cerrada mediante la técnica de sutura en masa con un monofilamento continuo de polidioxanona o nylon. A partir de este estudio se pudo observar que la elección del material de sutura no afectaba a la incidencia de complicaciones de la herida. También se observó que los cirujanos con menor experiencia suturaban con una relación SL:WL superior a la de los más expertos, que la técnica de sutura era el factor más importante en la aparición de hernia incisional y que había una gran variación en la frecuencia de infecciones entre los cirujanos.

Por el contrario, Rucinski et al<sup>27</sup> determinaron, en un metaanálisis, que los cirujanos expertos realizan cierres con una tasa de 4:1, con lo que obtienen mejores resultados en cuanto a la dehiscencia.

#### **Factores de riesgo independientes de la técnica de sutura**

Según diversos autores<sup>45,46</sup>, la infección de la herida es el principal factor que impide la cicatrización. Siebbeles<sup>47</sup> también otorga a la infección un importante papel en la aparición de eventraciones y estima una implicación de ésta en el 17-50% de los fallos de la pared abdominal.

Trimbos et al<sup>20</sup> obtuvieron en su estudio una baja tasa de hernia incisional. Sugirieron que se debía a la escasa incidencia de infecciones conseguida mediante el empleo de antibióticos de forma profiláctica.

Israels<sup>44</sup> determinan que la edad (> 45 años) y la infección de la herida son factores de riesgo puntuales en el desarrollo de eventración en heridas laparotómicas. En 1996<sup>33,34</sup>, estos mismos autores realizaron un estudio en pacientes con una laparotomía de la línea media en el que trataron de determinar la influencia del sobrepeso y

de la relación SL:WL en la aparición de complicaciones en laparotomías de la línea media, cerradas en monocalapa con un monofilamento continuo. Para ello determinaron el índice de masa corporal y realizaron un seguimiento durante los 12 meses siguientes en busca de hernia incisional e infecciones. Se observó que, cuando la relación SL:WL estaba entre 4,0 y 4,9, el sobrepeso no aumentaba la frecuencia de hernia incisional; sin embargo, sí suponía un factor de riesgo cuando la relación SL:WL era inferior.

En un estudio clínico realizado por Lord et al<sup>48</sup> se observó que, si se producen hemorragias con pérdidas de sangre > 1.000 ml durante la intervención, la probabilidad de desarrollo de eventraciones aumenta alrededor de 3 veces. Explicaron la correlación entre pérdida hemática y desarrollo de hernia incisional argumentando que cuando la hemorragia es importante, el flujo sanguíneo se dirige a regiones más críticas, produciéndose isquemia en la herida.

La aparición de hernia incisional también parece ser más frecuente en pacientes a los que se realiza una laparotomía para llevar a cabo la reparación de aneurismas en la aorta abdominal, probablemente debido a una alteración general del colágeno<sup>49-51</sup>.

Rucinski et al<sup>27</sup> establecieron como factores de riesgo la distensión abdominal y la infección de la herida en la aparición de hernia incisional. También identificaron la presencia de enfermedades sistémicas severas como un factor de riesgo en la aparición de complicaciones, ya que en estos casos aumenta la probabilidad de que el material de sutura produzca cortes en el tejido debido al debilitamiento de éste.

En cuanto al sexo como factor de riesgo, Israelsson<sup>15</sup> afirma que la tasa de hernia incisional es la misma, si bien se producen más dehiscencias entre los varones. La diferencia radica en que, en las mujeres, la pared abdominal recibe una menor tensión y el abdomen está más relajado, especialmente tras el embarazo. En esta misma revisión, este autor aconseja que en los pacientes con neoplasias malignas que vayan a recibir quimioterapia se deje transcurrir un intervalo de al menos 4 semanas, ya que la quimioterapia retrasa la cicatrización y, por tanto, supone otro factor de riesgo para el desarrollo de hernia incisional. Las operaciones gastrointestinales, de larga duración, urgentes, o las reintervenciones también son consideradas como factores que hacen aumentar la tasa de fallo por estar asociadas a una elevada frecuencia de infecciones.

En lo que se refiere a la edad, los resultados son contradictorios, ya que en algunos casos se observa una correlación entre este factor y una alta incidencia de infecciones, lo que podría deberse a la menor capacidad del sistema inmunológico en individuos de edad avanzada. Sin embargo, en otros estudios se obtiene menor incidencia de infecciones en los individuos de mayor edad y se sugiere que es consecuencia de la baja proporción de personas obesas en este grupo de la población.

En conclusión, todos los estudios efectuados hasta el momento, en los que se han incluido todo tipo de variables, indican que la cifra de eventraciones e incluso de evisceraciones no ha disminuido con el empleo de suturas, ya sean absorbibles a largo plazo, tipo polidioxanona, o no absorbibles tipo polipropileno.

Es necesario plantear nuevos procedimientos de cierre de pared abdominal en los que se incluya, probablemente en casos seleccionados, un soporte protésico, tal como ya se viene realizando en el cierre laparotómico algunos casos de obesidades mórbidas.

## Bibliografía

1. Askar OM. Surgical anatomy of the aponeurotic expansions of the anterior abdominal wall. *Ann R Coll Surg Engl.* 1977;59:313-21.
2. Askar OM. Aponeurotic hernias: epigastric, umbilical, paraumbilical, hipogastric. En: Bendavid R, Abrahamson J, Arregui ME, Flament JB, Phillips EH, editors. *Abdominal wall hernias.* New York: Springer-Verlag; 2001. p. 64-71.
3. Rath AM, Attali P, Dumas JL, Goldlust D, Zhang J, Chevrel JP. The abdominal linea alba: an anatomo-radiologic and biomechanical study. *Surg Radiol Anat.* 1996;18:281-8.
4. Axer H, Keyserlingk DG, Prescher A. Collagen fibers in linea alba and rectus sheaths I. General scheme and morphological aspects. *J Surg Res.* 2001;96:127-34.
5. Axer H, Keyserlingk DG, Prescher A. Collagen fibers in linea alba and rectus sheaths II. Variability and biomechanical aspects. *J Surg Res.* 2001;96:239-45.
6. Korenkov M, Beckers A, Koebeke J, Lefering R, Tiling T, Troidt H. Biomechanical and morphological types of the linea alba and its possible role in the pathogenesis of midline incisional hernia. *Eur J Surg.* 2001;167:909-14.
7. Bucknall TE, Cox PJ, Ellis H. Burst abdomen and incisional hernia: a prospective study of 1.129 major laparotomies. *BMJ.* 1982;284:931-3.
8. McFadden PM, Peacock EE. Preperitoneal abdominal wound repair: incidence of dehiscence. *Am J Surg.* 1983;145:213-4.
9. Poole GV. Mechanical factors in abdominal wound closure: the prevention of fascial dehiscence. *Surgery.* 1985;97:631-40.
10. Ellis H, Bucknall TE, Cox PJ. Abdominal incisions and their closure. *Curr Probl Surg.* 1985;22:5-50.
11. Campbell JA, Temple WJ, Frank CB, Huchcroft SA. A biomechanical study of suture pullout in linea alba. *Surgery.* 1989;106:888-92.
12. Hugh TB, Nankivell C, Meagher AP, Li B. Is closure of the peritoneal layer necessary in the repair of midline surgical abdominal wounds? *World J Surg.* 1990;14:231-4.
13. Kendall SWH, Brennan TG, Guillou PJ. Suture length to wound length ratio and the integrity of midline and lateral paramedian incisions. *Br J Surg.* 1991;78:705-7.
14. Cengiz Y, Blomquist P, Israelsson LA. Small tissue bites and wound strength. An experimental study. *Arch Surg.* 2001;136:272-5.
15. Israelsson LA. Wound failure and incisional hernia: mechanisms and prevention. En: Fitzgibbons RJ, Greenburg AG, editors. *Nyhus and Condon's hernia.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. p. 327-40.
16. Richards P, Balch C, Aldrete J. Abdominal wound closures. A randomized prospective study of 571 patients, comparing continuous vs. interrupted suture techniques. *Ann Surg.* 1983;197:238-43.
17. Association de Recherche en Chirurgie. La fermeture des laparotomies médianes. Surget contre points séparés. Essai contrôlé de l'ARC. Monographie CHU Créteil. Paris: 1983. p.10-2.
18. Fagniez PL, Hay JM, Lacaine F, Thomsen C. Abdominal midline incision closure. A multicenter randomized prospective trial of 3135 patients comparing continuous vs interrupted polyglycolic acid sutures. *Arch Surg.* 1985;120:1351-3.
19. Stone HH, Hoefling SJ, Strom PR, Dunlop WE, Fabian TC. Abdominal incisions: transverse vs vertical placement and continuous vs interrupted closure. *South Med J.* 1983;76:1106-12.
20. Trimpos JB, Smit IB, Holm JP, Hermans J. A randomized clinical trial comparing two methods of fascia closure following midline laparotomy. *Arch Surg.* 1992;127:1232-4.
21. Sahlim S, Ahlberg J, Granstrom L, Ljungstrom KG. Monofilament versus multifilament absorbable sutures for abdominal closure. *Br J Surg.* 1993;80:322-4.
22. Colombo M, Maggioni A, Parma G, Scalabrino S, Milani R. A randomized comparison of continuous versus interrupted mass closure of midline incisions in patients with gynecologic cancer. *Obstet Gynecol.* 1977;85:684-9.

23. Derzie AJ, Silvestri F, Liriano E, Benotti P. Wound closure technique and acute wound complications in gastric surgery for morbid obesity: a prospective randomized trial. *J Am Coll Surg.* 2000;191:238-43.
24. Cengiz Y, Mansson P, Israelsson LA. Conventional running suture and continuous double loop closure: an experimental study of wound strength. *Eur J Surg.* 2000;166:647-9.
25. Höer J, Anurov M, Titkova S, Klinge U, Töns C, Öttinger A. Influence of suture material and suture technique on collagen fibril diameters in midline laparotomies. *Eur Surg Res.* 2000;32:359-67.
26. Hodgson NCF, Malthaner RA, Østbye T. The search for an ideal method of abdominal fascial closure. A meta-analysis. *Ann Surg.* 2000;231:436-42.
27. Rucinski J, Margolis M, Panagopoulos G, Wise L. Closure of the abdominal midline fascia: meta-analysis delineates the optimal technique. *Am Surg.* 2001;67:421-6.
28. Riet MV, Steyerberg EW, Nellensteyn J, Bonjer HJ, Jeekel J. Meta-analysis of techniques for closure of midline abdominal incisions. *Br J Surg.* 2002;89:1350-6.
29. Sivam NS, Suresh S, Hadke MS, Kate V, Ananthakrishnan N. Results of the Smead-Jones technique of closure of vertical midline incisions for emergency laparotomies: a prospective study of 403 patients. *Tropical Gastroenterol.* 1995;16:62-7.
30. Nasir GA, Baker KK. Continuous double loop closure for midline laparotomy wounds. *Saudi Med J.* 2001;22:351-4.
31. Jenkins TNP. The burst abdominal wound: a mechanical approach. *Br J Surg.* 1976;63:837-76.
32. Israelsson LA, Jonsson T. Suture length to wound length ratio and healing of midline laparotomy incisions. *Br J Surg.* 1993;80:1284-6.
33. Israelsson LA, Jonsson T. Incisional hernia after midline laparotomy: a prospective study. *Eur J Surg.* 1996;162:125-9.
34. Israelsson LA, Jonsson T, Knutsson A. Suture technique and wound healing in midline laparotomy incisions. *Eur J Surg.* 1996;162:605-9.
35. Cengiz Y, Gislason H, Svanes K, Israelsson LA. Mass closure technique: an experimental study on separation of wound edge. *Eur J Surg.* 2001;167:60-3.
36. Höer JJ, Junge A, Schachtruu U, Klinge U. Influence of laparotomy closure technique on collagen synthesis in the incisional region. *Hernia.* 2002;6:93-8.
37. Wissing J, Van Vroonhoven TMV, Eeftink M, Wissing J, Van Vroonhoven JMV, Eeftink Schattenkerk M, et al. Fascia closure after midline laparotomy: results of a randomized trial. *Br J Surg.* 1987;74:738-41.
38. Israelsson LA, Jonsson T. Closure of midline laparotomy incisions with polydioxanone and nylon: the importance of suture technique. *Br J Surg.* 1994;81:1606-8.
39. Israelsson LA. Incisional hernias in patients with aortic aneurysmal disease: the importance of suture technique. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1999;17:133-5.
40. Hsiao W, Young K, Wang S, Lin P. Incisional hernia after laparotomy: prospective randomized comparison between early-absorbable and late-absorbable suture materials. *World J Surg.* 2000;24:747-52.
41. Franchi M, Ghezzi F, Benedetti-Panici PL, Melpignano M, Fallo L, Tateo S, et al. A multicentre collaborative study on the use of cold scalpel and electrocautery for midline abdominal incisions. *Am J Surg.* 2001;181:128-32.
42. Kearns SR, Connolly S, McNally S, McNamara DA, Deasy J. Randomized clinical trial of diathermy versus scalpel incision in elective midline laparotomy. *Br J Surg.* 2001;88:41-4.
43. Ziv Y, Brosh T, Lushkov G, Halevy A. Effect of electrocautery vs. scalpel on fascial mechanical properties after midline laparotomy incisions in rats. *Isr Med Assoc J.* 2001;3:566-8.
44. Israelsson LA. The surgeon as a risk factor for complications of midline incisions. *Eur J Surg.* 1998;164:353-9.
45. Houck JP, Rypins EB, Sarfeh IJ, Juler GL, Shimoda KJ. Repair of incisional hernia. *Surg Gynecol Obst.* 1989;169:397-9.
46. Lazaro da Silva A, Petroniau A. Incisional hernias: factors influencing development. *South Med J.* 1991;84:1500-4.
47. Siebbeles HWR. Ventral incisional hernia. *Minerva Chir.* 1992;47:245-8.
48. Lord SA, Crozier JA, Snell J, Meek AC. Transverse abdominal incisions compared with midline incisions for elective infrarenal aortic reconstruction: predisposition to incisional hernia in patients with increased intraoperative blood loss. *J Vasc Surg.* 1994;20:27-33.
49. Lehnert B, Wadoud F. Incidence of inguinal hernias and abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 1992;6:134-7.
50. Pleumeekers HJ, De Crujil A, Hofman A, Van Beek AJ, Hoes AW. Prevalence of aortic aneurysm in men with a history of inguinal hernia repair. *Br J Surg.* 1999;86:1155-8.
51. Wright DM, O'Dwyer PJ. Prevalence of aortic aneurysm in men with a history of inguinal hernia repair. *Br J Surg.* 2000;87:123-4.