



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION.

**THE AMERICAN BRITISH COWDRAY
MEDICAL CENTER I.A.P.**

**CIERRE REFORZADO DE PARED ABDOMINAL EN EVISCERACIÓN
Y DEHISCENCIA AGUDA: MODELO ANIMAL.**

TESIS DE POSTGRADO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

CIRUGIA GENERAL

P R E S E N T A:

DR. ISAAC BALEY SPINDEL

PROFESOR TITULAR
DR. CARLOS BELMONTE MONTES

PROFESORES ADJUNTOS
DR. JOSÉ OCTAVIO RUÍZ SPEARE
DR. FELIPE CERVANTES MONTEIL
DR. EDUARDO MORENO PAQUENTIN

ASESOR:
DR. ANGEL MARTÍNEZ MUNIVE.

México, D.F 2012





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. JOSE HALABE CHEREM
JEFE DE LA DIVISION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION
CENTRO MEDICO ABC

DR. CARLOS BELMONTE MONTES
PROFESOR TITULAR DEL CURSO

DR. JOSÉ OCTAVIO RUÍZ SPEARE
PROFESOR ADJUNTO DEL CURSO

DR. FELIPE CERVANTES MONTEIL
PROFESOR ADJUNTO DEL CURSO

DR. EDUARDO MORENO PAQUENTIN
PROFESOR ADJUNTO DEL CURSO

DR. ANGEL MARTINEZ MUNIVE
ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres

A mis hermanos

A mis abuelos y tíos

A mis amigos

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Elias y Martha. El agradecimiento que merecen sería mas largo que todo este trabajo, pues todos mis logros, desde el primero hasta el último, son de ustedes y nadie más. Gracias, gracias, gracias.

A mis hermanos, Mauricio y Daniel. Por ser amigos, rivales, compañeros, cómplices, alumnos y maestros. Por estar ahí siempre y para siempre.

A mis abuelos y tíos. Por estar a una llamada de distancia, siempre dispuestos a apoyarme.

A mis amigos. Quien diga que “la familia no se escoge” está equivocado. Gracias por acompañarme todos los días de mi vida, de cerca o de lejos, en alegrías y tristezas. Por aguantarme (y hacer que los aguante). Mi vida no sería lo mismo sin ustedes.

A Karla. Por que desde que somos médicos, en todo, incluyendo este trabajo, ha estado ahí conmigo. Se que así será por muchos años más.

A mis compañeros. Stefany, Fatima, Sofia, Nacho y Damian. Andar el camino de la residencia es difícil. Hacerlo sólo sería imposible. Gracias por compartir esta aventura conmigo.

Al Dr. Jorge Cervantes C. Por enseñarme que el mejor cirujano no es el que opera todo, si no el que sabe cuando no operar; y que el cirujano es el internista que opera. Por haberme preguntado “¿Así que quieres ser cirujano?” y ser un ejemplo de perseverancia y liderazgo, no solo en la medicina, si no en la vida. Muchas Gracias.

Al Dr. Carlos Belmonte M. Por que el cirujano como el general, es mejor mientras más disciplinado. Por enseñarme que la cirugía es un estilo de vida que se extiende a todo lo demás. Gracias por prepararme para estar siempre preparado.

A mis profesores y tutores, Dr. Guillermo Rojas R., Dr. Eduardo Moreno P., Dr. José Octávio Ruiz S., Dr. Felipe Cervantes M., Dr. Carlos Cosme R. Por enseñarme todos los días, dentro y fuera del quirófano. Por estar ahí para contestar mis preguntas y estimularme a formular nuevas.

Al Dr. Angel Martinez M. Por enseñarme a operar, a abrir, a cerrar. Por ser parte fundamental de mi formación y haber corregido, además, ésta tesis.

Quiero agradecer también al “Centro de Investigación y Capacitación Quirúrgica del Centro Médico ABC”, en particular al Dr. Alberto Chousleb, a la Dra. Ma. del Carmen Hernández-Baro, a Javier Ortega S. y Patricia Rodríguez C. Por haber supervisado el protocolo de investigación y haber facilitado las instalaciones, material, ayuda y talento para la realización de éste trabajo.

Al Dr. Enrique Pinzón Estrada, Jefe de la Unidad de Bioterio de la Facultad de Medicina de la UNAM, por su apoyo para conseguir los animales de experimentación que se utilizaron en la investigación.

Agradezco también a la Dra. Ivonne Mansbach K., PhD, MPH, del Ministerio de Salud en Jerusalén, Israel, por su invaluable ayuda para el análisis estadístico de los datos de este protocolo de investigación.

Formar a un cirujano es una labor titánica que difícilmente se podría lograr con tan sólo algunas personas. Agradezco a todos los cirujanos, médicos y residentes que a lo largo de la residencia me enseñaron, regañaron, alentaron e inspiraron. No somos más que un reflejo de todos ustedes:

Dr. Jorge Ortiz de la Peña, Dr. Gil Mussan, Dr. Samuel Kleinfinger, Dr. Roberto Hernandez, Dra. Adriana Hernandez, Dr. Rafael Padilla, Dr. Fernando Quijano, Dr. Horacio Montañez, Dr. Lorenzo Soler, Dr. Cesar Decanini, Dr. Alberto Chousleb, Dr. Samuel Schuchleib, Dr. Leopoldo Guzman Navarro, Dr. Moises Zielanowski, Dr. Daniel Saltiel, Dr. David Lasky, Dr. Miguel Benbassat, Dr. Carlos Robles, Dr. Antonio Maffuz, Dr. Adrian Cravioto, Dr. Alan Legaspi, Dr. Oscar Zumaran, Dr. Martin Vega de Jesus, Dr. Raúl Alvarado, Dr. Gonzalo Hagerman, Dr. Enrique Guzman de Alba, Dr. Manuel Muñoz, Dr. Fernando Cordera, Dr. Jorge Arriola, Dr. Gabriel Sanchez, Dr. Mario Cardona, Dr. Raúl Salas, Dr. Jorge Gonzalez, Dr. Javier Kuri, Dr. Pablo Vidal, Dr. Pablo Orozco, Dr. Leopoldo Castañeda, Dr. Rene Montes de Oca, Dr. Victor Hugo Guerrero, Dr. Perez Aguirre, Dr. Jose Refugio Medina, Dr. Gabriel Mejia, Dr. José Antonio Mercado., Dr. Carlos Zerrweck, Dr. Adrian Murillo, Dr. Luis Figueroa, Dr. José Antonio Posada, Dr. Francisco Hernandez V., Dr. Hernán Maydón, Dr. Pablo Murakami, Dr. Raúl Esparza, Dr. Carlos Cárdenas, Dr. Enrique Jean, Dra. Ma. del Pilar Benitez, Dr. Guillermo Gallardo, Dr. Sergio Toledo.

Indice

1. Abstract	1
Introducción	1
Objetivo	1
Material y Metodos	1
Resultados	1
Conclusión	1
2. Introducción	2
3. Marco Teórico	3
Pared Abdominal: Embriología, Anatomía, Fisiología.	3
Embriología	3
Anatomía	3
Fisiología	9
Incisiones y Cierre de la pared abdominal	9
Incisiones	9
Cierre	10
Mecanismos de cicatrización de la pared abdominal	12
Fase Inflamatoria	12
Fase Fibroblástica	13
Maduración	13
Efecto de la técnica quirúrgica sobre la biología de la reparación de heridas de laparotomía.	14
Complicaciones de herida abdominal: Dehiscencia, Eventración y Evisceración.	15
Diferencias en los términos	15
Incidencia	15
Factores de Riesgo, Mecanismos y Fisiopatología.	16
Clínica	25

Diagnóstico	26
Tratamiento	26
Pronóstico	27
Relación con Hernia Incisional	28
Cierre reforzado de pared abdominal	29
La rata como modelo de la pared abdominal humana.	29
Métodos para medir la fuerza de la pared abdominal.	30
4. Planteamiento del Problema	31
5. Justificación	31
6. Hipótesis	32
Hipótesis Nula	32
Hipótesis Alternativa	32
7. Objetivos	32
Objetivo General	32
Objetivos Específicos	32
8. Materiales y Métodos	33
9. Resultados	35
10. Discusión	38
11. Conclusión	39
12. Referencias	40

1. Abstract

Introducción

Dentro de las complicaciones de la laparotomía, la evisceración aguda y la hernia incisional son de las más temidas, por su alta mortalidad e incidencia respectivamente. Existen múltiples factores de riesgo que se han visto asociados, uno de los más importantes es la técnica de cierre. En la mayoría de los casos, la falla se origina a partir del desgarro del tejido por la sutura, ya sea micro o macroscópicamente.

Objetivo

Demostrar si el cierre reforzado de pared abdominal provee mayor resistencia y menor desgarro del tejido en la pared abdominal debilitada, comparado con el cierre con surjete simple.

Material y Metodos

Se aleatorizaron 20 ratas en dos grupos de 10 cada uno, "Cierre Simple (CS)" ó "Cierre Reforzado (CR)". Todas se laparotomizaron en el día 1, la aponeurosis se cerró con polipropileno 5/0 en surjete simple (puntos a 5mm entre sí, y a 5mm de la línea media). En el 7° día postoperatorio se relaparotomizó a las ratas, CS se cerró de nuevo con surjete simple, para CR se colocó primero a cada lado de la herida una línea de sutura corriendo paralela a la herida y a 4mm del borde de la misma (Línea de Refuerzo), posteriormente se cerró con surjete simple incluyendo en cada punto la línea de refuerzo. Se midió la fuerza hasta que se abrió la línea de sutura, ó bien, hasta que se rompió el tejido en algún otro punto. Cuando no se abrió la línea, se midió el desgarro del tejido y la separación de la línea media.

Resultados

Dentro de CS, en 80% de los casos (incluyendo 1 caso de infección de pared) se abrió la línea de sutura a nivel de la herida, en el 20% restante el músculo se rompió en algún otro punto, observando un desgarro del músculo con una separación de la línea media en promedio de 2.5mm. En CR solo en 20% de los casos se abrió la línea de sutura (1 de ellos con infección de la herida), en el 80% restante el músculo se rompió antes, sin embargo, en estos no se observó separación ni desgarro del tejido. Las fuerzas máximas alcanzadas fueron mas altas para CR, (37.78N vs. 27.78N, $p=0.012$). Esto se observó aún al excluir a las ratas infectadas (37.78N vs. 28.89N, $p=0.006$).

Conclusión

El cierre reforzado provee mayor resistencia e impide el desgarro del tejido en comparación con el cierre simple en paredes abdominales debilitadas. Es una técnica sencilla y económica que promete disminuir la incidencia de falla de herida. Además, se debe evaluar como alternativa para el tratamiento de evisceración aguda, aún en paredes contaminadas donde otros materiales protésicos están proscritos. A pesar de ser un modelo animal, los hallazgos de este trabajo justifican realizar un nuevo estudio en pacientes laparotomizados para evaluar la eficacia de este tipo de cierre en el contexto clínico

2. Introducción

Aún en la actual era de la cirugía mínimamente invasiva, la laparotomía continúa siendo una de las cirugías más frecuentemente realizadas. Durante su carrera, el cirujano promedio cerrará miles de abdómenes. La meta del cierre de una laparotomía es restaurar la integridad y la función de la pared abdominal, evitando a su vez complicaciones tanto a corto como a largo plazo. Para esto, el método que se utiliza tiene una importancia primordial. Un cierre insatisfactorio resultará en complicaciones como hematoma, absceso de la sutura, cicatrices poco estéticas, dolor postoperatorio, evisceración aguda y hernia incisional. De éstas, las dos últimas son las más temidas por el cirujano, la primera por su alta mortalidad, la segunda por su alta incidencia. Se les ha dado el término de “falla de herida”.

Desde hace más de 100 años se busca una técnica óptima para cerrar el abdomen.¹ *“Las descripciones de la vaina de los rectos contenidas en nuestros libros de anatomía son singularmente iguales; están estereotipadas y sobresimplificadas”*. Esto fue escrito por McVay en 1940², y durante muchos años se prestó poca atención a la anatomía y fisiología de la pared abdominal. No fue hasta la década de 1980 cuando se empezó a estudiar su estructura mas a detalle.

La historia de la medicina está llena de observaciones sobre la cicatrización, desde los hallazgos empíricos a cerca de las consecuencias que tienen los cuerpos extraños en la herida, pasando por Paré y su descripción de los efectos que tiene la destrucción del tejido sobre la cicatrización que llevaron a la máxima quirúrgica de hoy en día -“No pongas en una herida lo que no pondrías en tu propio ojo”. Lister, Semmelweiss, Flemming, Florey y otros se dieron cuenta paulatinamente de que las bacterias son patógenos capaces de alterar la cicatrización. Más recientemente los esfuerzos se han realizado en el campo de la biología celular, buscando entender a nivel molecular el proceso de cicatrización. De igual forma se ha invertido mucho en el desarrollo de nuevos materiales de sutura específicamente diseñados para la pared abdominal.

Aún cuando el cirujano hoy en día este mas sensibilizado sobre la importancia del cierre de la pared, los resultados continúan siendo pobres. Se han identificado múltiples factores de riesgo que contribuyen a la falla de la herida, y en general se ha tratado de abordar aquellos factores modificables, tales como desnutrición, anemia, infección, etc. Sin embargo, uno de los factores modificables más importantes que se ha relacionado con la mayoría de las complicaciones agudas es la técnica de cierre. Esto ha llevado a que algunos autores afirmen que la eliminación de la dehiscencia de pared está en manos del cirujano.³ A pesar de que se han realizado recientemente varios estudios aleatorizados y metaanálisis que en su mayoría llegan a conclusiones similares sobre la técnica de sutura “ideal”, la incidencia de dehiscencia, evisceración y hernia incisional se han modificado poco.

Un buen cierre de la pared abdominal puede prevenir una catástrofe, aún en condiciones adversas para la cicatrización.

3. Marco Teórico

Pared Abdominal: Embriología, Anatomía, Fisiología.

Embriología

Durante la 3a semana de gestación, la placa mesodérmica embrionaria tiene 3 porciones, una paraaxial, una intermedia y una lateral. La pared abdominal propiamente surge de las porciones laterales de la placa, la cual se divide en sus extremos formando una capa esplácnica y otra somática, esta capa somática es la que da origen a la pared abdominal.^{4,5} Hacia la 4a semana, el mesodermo somático se ha fusionado en la línea media con el mesodermo somático contralateral, dando origen a los músculos rectos abdominales.⁶

Además del mesodermo somático, algunas células de los esclerotomos y miotomos de las somitas participan también en la formación de la pared. Hacia la 6a semana de gestación⁷ estas migran a través de la “frontera somática lateral” hacia el mesodermo somático. En la 7a semana de gestación, esta masa se divide en 3 hojas que son responsables de la formación de los músculos oblicuos externo e interno, y del músculo transverso abdominal (los llamados “músculos planos del abdomen”), así como del músculo serrato dorsalmente.^{7,8}

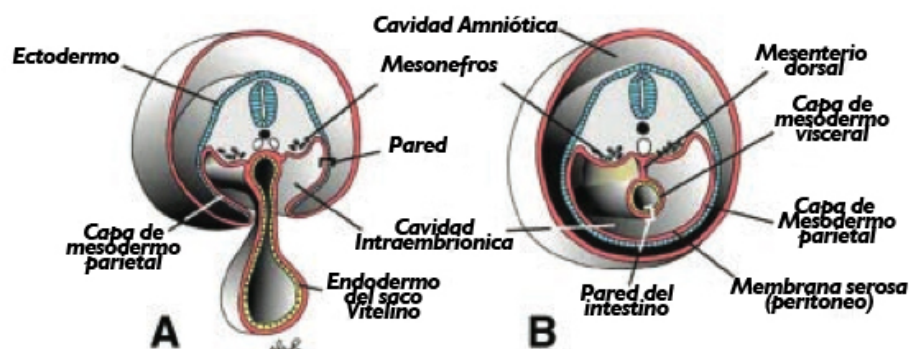


Fig. 1. Sección del embrión y sus membranas. (A) 25 días; (B) 28 días. Muestra el acercamiento y cierre de los pliegues laterales de la pared abdominal. Adaptado de Sadler, T. W. & Feldkamp, M. L. The embryology of body wall closure: Relevance to gastroschisis and other ventral body wall defects. Am. J. Med. Genet. 148C, 180–185 (2008).

Anatomía

La pared abdominal está delimitada superiormente por el apéndice xifoides y el margen costal, y caudalmente por los huesos iliaco y púbico que forman la entrada a la pelvis. Se extiende posteriormente hasta la espina lumbar. La pared abdominal tiene una estructura en capas, y el conocimiento de las mismas permite al cirujano un acceso seguro y eficiente a la cavidad peritoneal. Las principales estructuras, de superficial a profundo, son: piel, tejido celular subcutáneo (incluyendo las fascias de Camper y Scarpa), músculos y sus aponeurosis, fascia transversalis, grasa preperitoneal y peritoneo.

Músculos, Aponeurosis y Fascias del Abdomen

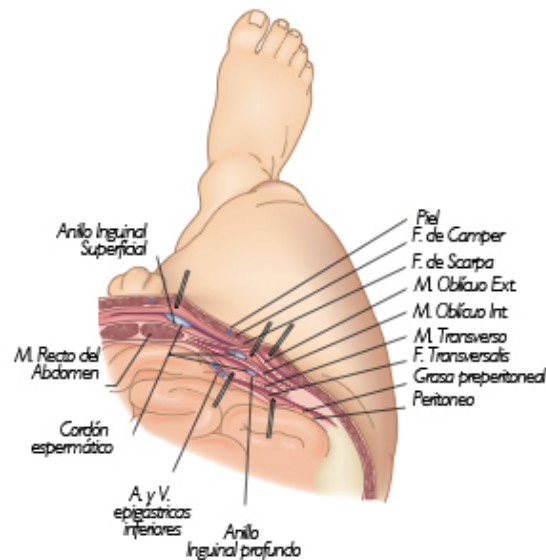


Fig.2. Capas de la pared abdominal. Adaptado de Turnage, R. H. & Badgwell, B. Chapter 45 - Abdominal Wall, Umbilicus, Peritoneum, Mesenteries, Omentum, and Retroperitoneum. Sabiston Textbook of Surgery 1088–1113 (Elsevier Inc.: 2012)

La capa muscular del abdomen se divide anatómicamente en medial y lateral. La porción medial está compuesta por los músculos rectos del abdomen y su vaina, separados en el centro por la línea alba, así como por los músculos piramidales en el aspecto mas inferior. La porción lateral esta compuesta de los llamados “músculos planos del abdomen”, es decir, el oblicuo mayor ó externo, oblicuo menor ó interno, y el transverso del abdomen, cada uno de ellos con sus respectivas fascias y aponeurosis.

Los músculos de la pared abdominal, particularmente los laterales, son responsables de la integridad de la misma y su disposición e interrelación son fundamentales para entender la biodinámica de la pared abdominal.

Es importante distinguir entre el término fascia y aponeurosis, que si bien por ser ambas laminas de tejido conjuntivo comúnmente se usan de forma intercambiable, en realidad son entidades distintas. Una aponeurosis es tejido conectivo denso, regular y colagenoso que une a un músculo con su origen ó inserción, en otras palabras, es un tendón aplanado. Una fascia es la capa más superficial que recubre el músculo, el epimio, e incluso puede extenderse sobre la aponeurosis, recibiendo el término de epitendineum; es un tejido que puede variar en grosor y no provee la misma fuerza que una aponeurosis.

7

Las aponeurosis de los músculos planos rodean al músculo recto del abdomen formándole una vaina, y en la línea media dan origen a la línea alba.

Músculos Rectos del Abdomen.

El músculo recto del abdomen se encuentra envuelto por una vaina aponeurótica dependiente de los músculos planos del abdomen. A grandes rasgos esta fascia esta formada en su cara anterior por la aponeurosis del oblicuo mayor y la hoja anterior de la del oblicuo menor, mientras que su cara posterior la forma la hoja posterior de la aponeurosis del oblicuo menor, las aponeurosis del transverso del abdomen y la fascia transversalis. En algún punto entre el ombligo y la sínfisis del pubis, todas las aponeurosis se vuelven anteriores dejando únicamente a la fascia transversalis por detrás del músculo, se conoce a este punto como “línea arqueada ó arcuata de Douglas”.⁷

Los dos músculos rectos se encuentran separados entre sí por la “línea alba”, el punto de decusación y fusión de todas las hojas aponeuróticas de los músculos planos. Esta es considerablemente mas ancha por arriba del ombligo. Por su importancia durante la laparotomía media, la linea alba se discutirá más adelante por separado.

Músculos Planos.

Los 3 músculos planos están orientados de manera que conforme sus fibras llegan a su inserción en la vaina de los rectos, se vuelven mas ó menos paralelas, sin embargo, mas lateralmente hacia los flancos las fibras son divergentes y toman direcciones distintas.⁷

Músculo Oblicuo Mayor (Externo).

En general las fibras tienen una disposición inferomedial, las llamadas “manos en los bolsillos”.⁷ El músculo se vuelve aponeurótico a nivel de una línea imaginaria vertical aproximadamente a la altura de la línea medio clavicular ⁵ formando así la línea semilunar de Spiegel. Por debajo de la espina iliaca anterosuperior, el músculo es totalmente aponeurótico.⁷

Fascia del Oblicuo Mayor (Fascia Innominada de Gallaudet).

Es una estructura delgada y membranosa que cubre al músculo y su aponeurosis.⁷

Aponeurosis del Oblicuo Mayor.

Según Rizk ⁹, la aponeurosis del oblicuo mayor esta compuesta de dos hojas, una superficial ó anterior, y una profunda ó posterior que hacia la línea media contribuyen, junto con las aponeurosis de los otros músculos planos, a la formación de la vaina de los rectos y finalmente de la línea alba. La aponeurosis del oblicuo mayor pasa siempre por delante de los músculos rectos, ya sea por debajo ó por arriba de la línea arcuata.

Es importante mencionar que si bien tradicionalmente se considera que las aponeurosis de los 3 músculos contribuyen en igual proporción a la formación de la vaina de los rectos y la línea alba, en realidad la aponeurosis del oblicuo externo nunca se inserta en la línea alba ó en el borde lateral del recto abdominal, si no que lo hace en algún punto entre estos dos. De tal manera que contribuye poco ^{7,10} a la cara anterior de la vaina de los rectos propiamente dicha, y es más bien una cubierta de la mitad lateral de la misma, permaneciendo relativamente separada de la aponeurosis del oblicuo menor. La

importancia de esto radica en que se ha demostrado que de las 3 aponeurosis, la del oblicuo mayor provee la mayor resistencia a la pared ^{11,12}, sin embargo no se extiende hasta la línea media. Mas aún, en un estudio de Rath y cols. ¹³ se demostró que la hoja anterior de la vaina de los rectos es más resistente que la línea alba (aunque no significativamente), concluyendo que la hoja anterior de la vaina de los rectos es el verdadero tendón de inserción de los músculos planos del abdomen.

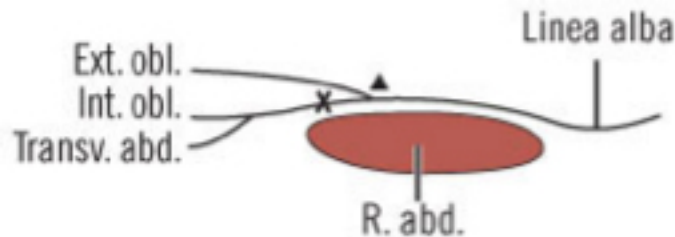


Fig. 3. Inserción de la aponeurosis del m. oblicuo mayor sobre la vaina de los rectos. Tomado de Skandalakis, J. et al. Surgical anatomy. Abdominal wall and hernias. Paschalidis Medical, Athens 458–472 (2004).

Músculo Oblicuo Menor (Interno).

Las fibras que se originan de sus dos tercios anteriores desde la cresta iliaca se dirigen anterorsuperiormente en una disposición en forma de “A”; las fibras mas inferiores se originan de la fascia del iliopsoas y se dirigen a la línea media horizontalmente. En la región inguinal se arquea sobre el ligamento inguinal y forma el músculo cremaster.⁷

Aponeurosis del Oblicuo Menor.

Esta compuesta de dos laminas fusionadas que contribuyen a la hoja anterior de la vaina de los rectos cuando se encuentran por debajo de la línea semicircular, por arriba de esta las hojas se dividen en anterior y posterior contribuyendo a las hojas anterior y posterior de la vaina, respectivamente. Las fibras se decusan en la línea media haciéndose continuas con las contralaterales.⁷

Músculo transverso del abdomen

Es el mas profundo de los músculos planos del abdomen. La mayoría de sus fibras pasan horizontalmente hacia la línea media volviéndose aponeuróticas relativamente cerca de ella y contribuyendo a la cara posterior de la vaina de los rectos por arriba de la línea semicircular, por debajo de ella la aponeurosis pasa anterior a a los músculos rectos.^{7,9}

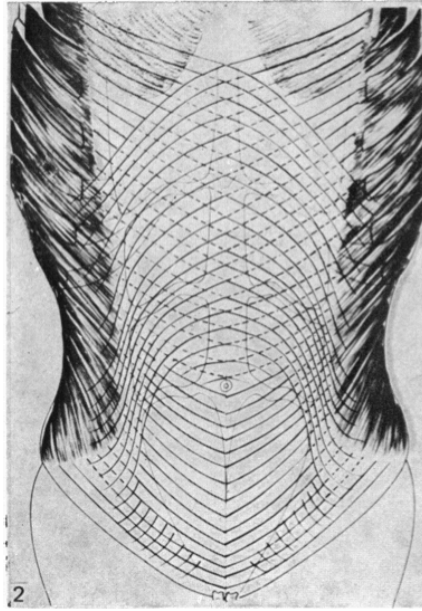
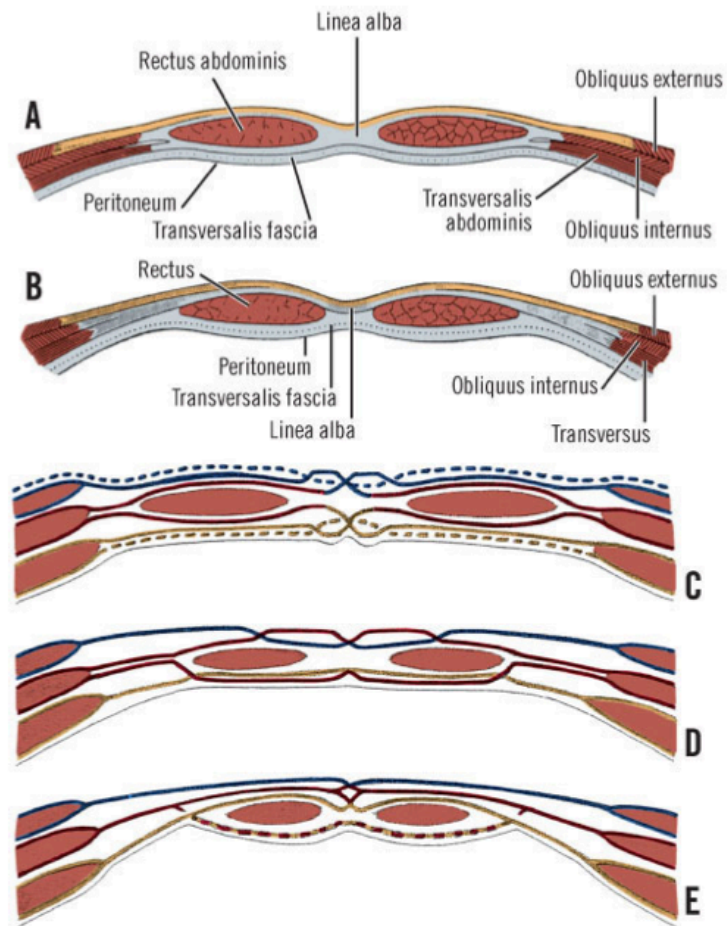


Fig. 4. Dirección de las fibras aponeuróticas de la pared abdominal. Tomado de Rizk, N. N. A new description of the anterior abdominal wall in man and mammals. *Journal of Anatomy* 131, 373-385 (1980).

Vaina de los Rectos y Línea Alba

Anteriormente se pensaba que cada una de las aponeurosis de los músculos planos del abdomen estaba compuesta de una sola lamina, y que cada una de estas contribuía a la lamina anterior ó posterior de la vaina de los rectos. Sin embargo, varios estudios han demostrado que la descripción clásica de McVay² y otros está sobresimplificada y que, en realidad, las aponeurosis anterior y posterior tienen una estructura bilaminar con una compleja interrelación entre cada una de ellas. A nivel de la línea alba, existen decusaciones lineares entre cada una de las capas de cada una de las aponeurosis, mas aún, la disposición de estas decusaciones es distinta en los diferentes segmentos de la pared, ya sea por arriba ó por abajo de la línea arqueada de Douglas, cuya posición varia y se ha descrito desde 30mm a 140mm de la sínfisis del pubis ó 16mm a 112mm desde el ombligo¹⁰. En conjunto esta disposición logra una estructura mucho más solida y resistente, que además permite una mejor distribución de la fuerza a nivel de la línea alba. ^{7,9,10} Se podría decir en otras palabras, que los músculos abdominales son realmente músculos digástricos con un tendón central que forma el rafé de la línea alba¹⁴

De los diferentes patrones de decusación de las fibras, se ha descrito que en un 30% de los casos existe una sola decusación central de las fibras anteriores y posteriores, en un 10% una decusación única anterior con una triple posterior, y en un 60% una decusación triple tanto anterior como posteriormente. Este hecho cobra importancia pues mientras menor es el numero de decusaciones, mayor es el riesgo de herniación.¹⁵



Skandalakis JE, Colborn GL, Weidman TA, et al: *Skandalakis' Surgical Anatomy*: <http://www.accesssurgery.com>

Fig. 5. Sección transversal a través de la pared abdominal anterior. A y B concepción tradicional por arriba (A) y abajo (B) de la línea arcuata. C-E, Esquema de las aponeurosis bilaminares y sus sitios de decusación. Tomado de Skandalakis, J. et al. *Surgical anatomy. Abdominal wall and hernias*. Paschalidis Medical, Athens 458-472 (2004).

La línea alba está bien formada del apéndice xifoides al ombligo, sin embargo por debajo de él es difícil distinguirla, y si bien se ha demostrado mayor elasticidad en la región infraumbilical, la resistencia es igual en ambas porciones.⁷

Fisiología

La pared abdominal cumple varios propósitos. Además de contener a las vísceras intraabdominales, asiste a los músculos de la respiración y participa en los esfuerzos de micción, defecación, tos y parto. También es responsable de mantener el tronco erguido, y participa en la flexión y extensión del tronco a nivel de la cadera, rotación de la cintura y protección de las vísceras al volverse rígido.¹⁴

El músculo recto abdominal sirve para fijar el tórax de manera que el esternocleidomastoideo pueda flexionar el cuello.⁷

Incisiones y Cierre de la pared abdominal

Incisiones

Una incisión bien planeada y localizada tiene una importancia primordial en la cirugía abdominal. Se han descrito múltiples técnicas y localizaciones, cada una de ellas presenta ventajas y desventajas con respecto a la exposición que provee, daño a la pared, riesgo de complicaciones, etc.

En términos generales una incisión debe de proveer accesibilidad a la zona del abdomen que se desea abordar, además debe de ser suficientemente flexible para poder extenderse en caso de ser necesario. Finalmente debe de ser una incisión segura en el sentido de que interfiera poco con la función de la pared abdominal, limite el daño nervioso, y permita un cierre con bajo riesgo de complicación.¹⁶

La elección depende de la intención de la cirugía, de la urgencia de la misma, el hábito del paciente, incisiones previas, y de la experiencia y preferencia del cirujano.

Las incisiones abdominales se pueden dividir en 4 categorías generales:

- **Verticales:** Estas pueden ser en la línea media ó paramedias, supra ó infraumbilicales, y se pueden extender verticalmente hacia cualquier dirección. En circunstancias que requieren una exposición completa del abdomen, por ejemplo en trauma, se puede realizar una incisión media tan extensa que abarque desde el apéndice xifoides hasta la sínfisis del pubis. De la incisión media se hablará más a detalle posteriormente.
- **Transversas y Oblicuas:** Se pueden realizar en cualquiera de los 4 cuadrantes del abdomen, ejemplos clásicos de éstas son la incisión de Kocher para cirugía biliar, la de Pfannestiel para cirugía ginecológica, las de McBurney y Rockey-Davis para apendicectomía y las incisiones transversas para acceder al colon. Estas incisiones tienen la ventaja de ser menos destructivas para los músculos, fascias y nervios de la pared, y en teoría proveen un cierre mas resistente pues la sutura queda al rededor de las fibras musculares y aponeuróticas y no entre ellas^{9,16}, aplicando una fuerza perpendicular a la dirección de las mismas, sin embargo estas incisiones proveen una exposición limitada y son difíciles de extender.

- **Abdominotorácicas:** Unen la cavidad torácica y abdominal para tener acceso a las estructuras del abdomen superior. Son particularmente útiles para cirugía hepática, diafragmática y esofago-gástrica, sin embargo son utilizadas con poca frecuencia.
- **Retroperitoneales y Extraperitoneales:** Se utilizan para acceder a estos espacios sin violar la cavidad peritoneal, por ejemplo en cirugía renal, suprarrenal ó aórtica.

Laparotomía Media.

La incisión media vertical llamada de “laparotomía ó celiotomía” es la más comúnmente usada para acceder a la cavidad peritoneal. Provee un buen acceso y se realiza sobre un tejido relativamente avascular, no requiere división de músculos ni de nervios, y no es superada por ninguna otra cuando de velocidad se trata. Dá una excelente exposición de todo el abdomen y el retroperitoneo. Sin embargo es la más deletérea para la capa aponeurótica, pues la ataca justo en su punto mas crítico, en la decusación de sus fibras. Esta decusación como se ha mencionado tiene una estructura compleja que permite una distribución y dispersión óptima de las fuerzas que generan los músculos, además permite que la vaina de los rectos se deslice y se mueva sobre los músculos. Una cicatriz a este nivel interfiere con estos mecanismos y tiene repercusiones y potenciales complicaciones a corto y largo plazo.⁹

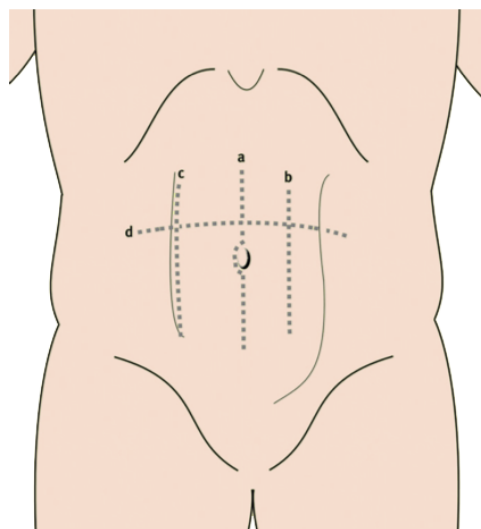


Fig. 6. Incisiones comunes en la pared abdominal. a) Media, b) Paramedia, c) Paramedia lateral, d) transversa.

Cierre

No menos importante que la incisión es la técnica de cierre. Los métodos para el cierre de la pared tradicionalmente se han basado en la experiencia y preferencia del cirujano, es difícil que un cirujano cambie su método de cierre, sin embargo, en los últimos años han surgido varios estudios que intentan clarificar este importante tema. La meta del cierre es restaurar la función de la pared abdominal, mientras que se minimice el riesgo de dehiscencia, evisceración, infección, formación de sinus (fístula de la sutura) y hernia incisional. Idealmente el cierre debe de ser sencillo y reproducible, de manera que los resultados sean iguales sin importar la experiencia del cirujano.¹⁶

A pesar de que al acceder a la cavidad abdominal se violan todas las capas de la pared, se ha demostrado que únicamente el cierre de la aponeurosis provee resistencia a la reparación. El cierre del peritoneo, TCS y piel no añade fuerza a la reparación.^{16,17}

Cierre de la Aponeurosis

Existen varias opciones al momento de decidir el método de cierre de la aponeurosis, entre ellas las capas a cerrar, el tipo de sutura y material de la sutura.

Cierre por Capas.

El cierre de la aponeurosis se puede hacer en masa ó por capas. El cierre en capas reconstruye las hojas anterior y posterior de la vaina de los rectos por separado, generalmente incluyendo el peritoneo junto con la hoja posterior. El cierre en masa involucra un cierre en una sola capa de todas las estructuras músculoaponeuróticas, y puede ó no, incluir el peritoneo parietal.

Técnicas de sutura.

La técnica en si con la que se cierra la aponeurosis puede variar mucho. Se han descrito múltiples métodos, que van desde cierre con puntos simples independientes, surjete simple, surjete simple con puntos de refuerzo aislados, puntos de doble asa “cerca-lejos-lejos-cerca” ó “cerca-cerca-lejos-lejos”, entre otros. En general, se recomienda comenzar el cierre desde cada uno de los vértices e ir avanzando hacia el centro de la herida. ¹⁶

Material de sutura.

La sutura ideal debe de ser bien tolerada, resistente a la infección, mantener integra su fuerza tensil mientras es requerida, y absorberse por completo una vez que ya no es necesaria. Ninguna sutura ha alcanzado todas estas metas, aunque recientemente algunas se han acercado bastante.¹⁸

En términos generales se pueden usar suturas absorbibles ó no absorbibles, a su vez monofilamento ó multifilamento. Las suturas no absorbibles tienen la ventaja de mantener su fuerza tensil durante mucho tiempo, sin embargo se han asociado a complicaciones como dolor crónico en la cicatriz en 17% y formación de sinus en 8% ¹⁶. Las complicaciones se reducen considerablemente con el uso de sutura absorbible, sin embargo, éstas tienen una pérdida de la fuerza tensil intrínseca, por lo que de usarse, se debe de optar por una sutura con de vida media larga.

La sutura multifilamento es mas propensa a colonizarse por bacterias, debido a un efecto de capilaridad que ejerce sobre ellas el intersticio que existe entre las fibras de la sutura y debe evitarse siempre que sea posible.¹⁹

Cierre del Tejido Celular Subcutáneo

El cerrar ó no el tejido celular subcutáneo (TCS) es un tema que ha cobrado relevancia a medida que la prevalencia de obesidad aumenta en el mundo. El TCS es poco vascularizado, lo que lo hace propenso a infección, sobre todo al dejar un cuerpo extraño como lo es el material de sutura. Por otro lado el no cerrarlo aumenta la cantidad de fluido que se acumula, y los seromas del TCS han demostrado en algunos estudios aumentar el riesgo de dehiscencia de herida, debido al riesgo de infección que presentan.²⁰ Otros han demostrado beneficio únicamente cuando el TCS supera los 2cm de espesor. Otras técnicas para disminuir la cantidad de líquido acumulado incluyen el uso de drenajes cerrados, sobre todo cuando la disección fue muy extensa, sin embargo estudios aleatorizados no apoyan su uso. ¹⁶ En caso de decidir cerrarse, se debe hacer con pocos puntos invertidos, individuales y de material rápidamente absorbible.

Cierre de la Piel

Para el cierre de la piel existen numerosos métodos de sutura, pegamentos y cintas adhesivas, que buscan mejorar los resultados cosméticos. Una discusión mas profunda escapa el alcance de este trabajo.

Mecanismos de cicatrización de la pared abdominal

Las fases de cicatrización son similares para todos los tejidos, sin embargo la velocidad varia entre cada uno de ellos, dependiendo del potencial de proliferación y regeneración de cada tejido. La piel y las mucosas suelen reepitelizar en tan solo 48h y sanar completamente en tan solo dos semanas. Sin embargo, la situación de las aponeurosis es bastante diferente, pues su función es sobre todo mecánica y por tanto tienen una alta proporción de fibras conectivas con respecto a su pequeña celularidad y vascularidad, lo que hace que tarden mas en sanar.

En general se puede decir que un tejido ha sanado completamente cuando recupera su función, no basta con que restablezca su continuidad. Es decir, que las aponeurosis de la pared abdominal han terminado de sanar en el momento en que recuperan la capacidad de soportar las fuerzas generadas por los músculos planos del abdomen, no cuando sus hojas estén unidas por tejido cicatrizal.²¹

Las heridas sanan a través de una serie de eventos fisiológicos ordenados que incluyen 3 fases principales: Una *inflamatoria ó exudativa* (que incluye hemostasia y epitelización); una *fibroplástica, regenerativa ó proliferativa*; y una última fase de *maduración ó remodelación*.^{22,23} Un defecto ó retraso en cualquiera de estas fases resultara en una dehiscencia aguda, ó bien, una hernia incisional.²⁴

Fase Inflamatoria

Dura aproximadamente 4 días. En este periodo la resistencia a la tracción es totalmente dependiente de la sutura, los tejidos no aportan ninguna fuerza. Se ha visto que aún con el uso de sutura no absorbible hay una perdida de hasta 47% de la resistencia en las primeras 48 hrs., esto debido a la actividad de neutrófilos y mediadores como colagenasas, kalikreina y plasmina.²¹ El exudado inflamatorio de los mastocitos resulta en la formación de una matriz rica en acido hialurónico y fibrinógeno, donde posteriormente se depositaran las fibras de colágeno.

Los neutrófilos son los primeros en llegar atraídos por la isquemia de la zona, y son responsables de secretar proteinasas. La isquemia es directamente proporcional a la cantidad total de proteasas en la herida. ^{21,24} En condiciones normales, estas proteasas generan una zona de debilidad a cada lado de la herida que varia entre 1.5mm y 5mm, y que en casos de isquemia, infección, lesión térmica, etc., puede llegar a extenderse mas allá de 1cm.

Los neutrófilos dan la señal para que llegue la célula mas importante en esta fase, el macrófago, responsable de fagocitar residuos y bacterias, así como de organizar a los fibroblastos que participaran en la siguiente fase.

Fase Fibroblástica

Esta definida por la movilización local de fibroblastos y neovascularización. Esta fase dura al rededor de 4 semanas.

El fibroblasto es la célula clave en esta fase, pues es la responsable de la síntesis de colágeno, que a su vez, dará fuerza y resistencia a la herida. Hacia el final de esta fase casi todo el colágeno se ha formado, sin embargo, la resistencia de la herida es tan solo del 15%, esto se debe a que está compuesto de fibras delgadas que en la siguiente etapa irán aumentando su diámetro.²¹

Esta fase es anabólica y requiere de un aporte proteico adecuado, además de la presencia de vitamina C, cinc, hierro y cobre.

Otro fenómeno que ocurre durante esta fase es la contracción de la herida, la cual depende de una variedad especial de fibroblasto, el miofibroblasto. El mantener los bordes de la herida lo mas cercanos posibles facilitara este proceso.

Los mecanismos por los cuales la matriz extracelular de una herida reciente se une al tejido no lesionado al borde de la herida esta pobremente entendido.

Aún así, es un mecanismo importante pues la dehiscencia de herida generalmente se da en la interfase entre el tejido cicatrizal y el sano.²⁴

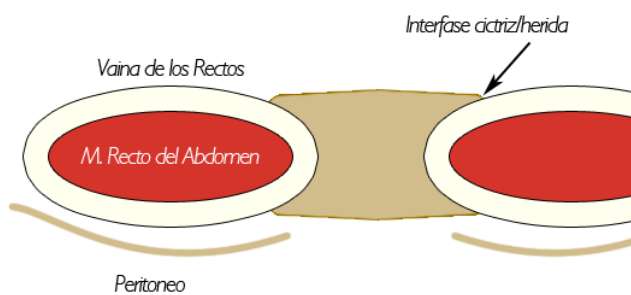


Fig. 7. Relación entre la cicatriz y la vaina de los rectos.

Maduración

La tercera fase es la mas larga de todas, y su duración es inversamente proporcional a la cantidad de tejido que requiere repararse. De manera que para una laparotomía normalmente se extiende entre 6 y 12 meses, pudiendo llegar hasta los 24 meses.

Durante esta fase, las fibras de colágeno se reorientan en un sentido que, según algunos autores, depende del sentido de la tracción a la que están sometidas, mientras que otros afirman que se debe a un efecto mimético de los tejidos sanos adyacentes. De cualquier manera, es este proceso de reorientación y unión entre las fibras de colágeno lo que aumenta su diámetro y finalmente, va dando más fuerza a la herida.

En general, se ha visto que las heridas alcanzan un 15-20% de su fuerza normal a las dos semanas, 40% al mes, 50% a los 2 meses, 65% a los 4 meses y entre 60-90% al año.^{21,23}

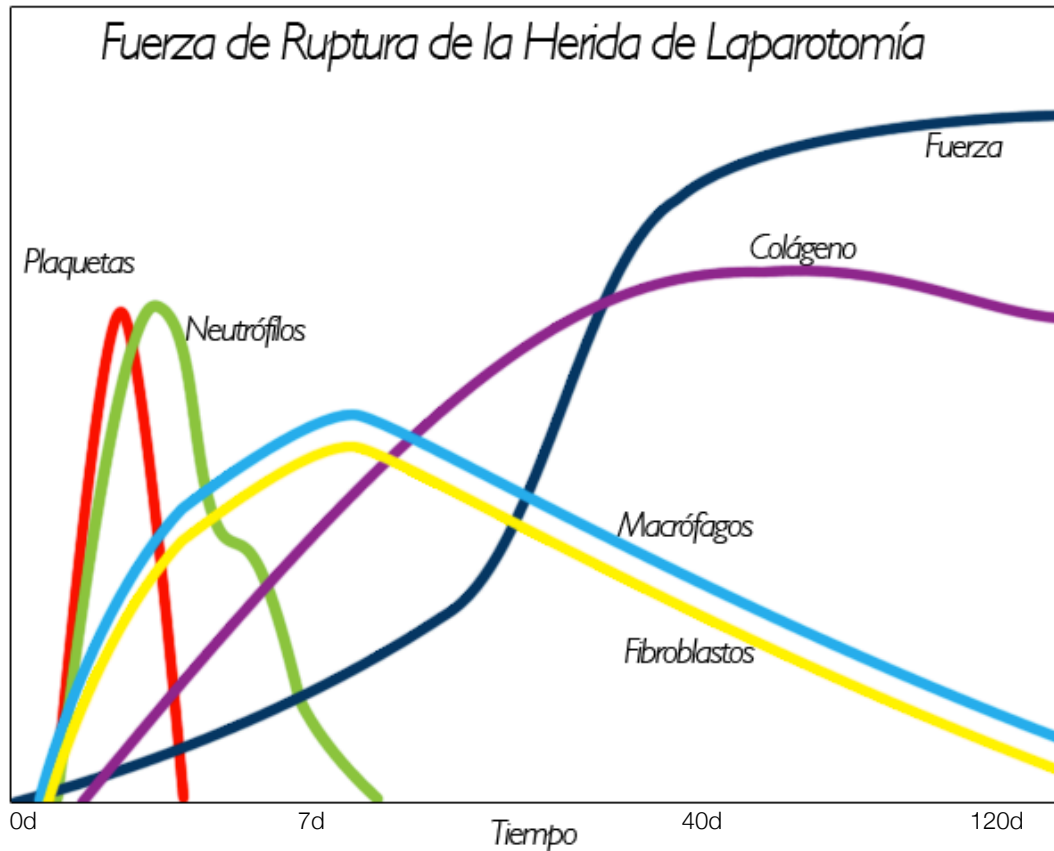


Fig. 8. Fases de la Cicatrización

Efecto de la técnica quirúrgica sobre la biología de la reparación de heridas de laparotomía.

En condiciones normales, la fascia está constantemente sujeta a tensiones intrínsecas y extrínsecas que actúan como señales mecánicas para la regulación de los fibroblastos. Los mecanismos y vías de mecano-transducción se han descrito ampliamente en ligamentos, tendones y huesos, recordemos que una fascia es esencialmente un tendón aplanado. En la fascia, las fuerzas generadas por la pared son transmitidas a sus células estructurales a través de la matriz celular por receptores transmembranales tipo integrina, lo cual lleva a cambios en el citoesqueleto con efectos proliferativos sobre la célula.²⁴ Esto se traduce finalmente en un estímulo trófico positivo para el tejido en reparación, de ahí la importancia de que una sutura mantenga bien afrontados los tejidos y permita la transmisión de estas fuerzas de tensión al tejido en cicatrización.

Complicaciones de herida abdominal: Dehiscencia, Eventración y Evisceración.

Diferencias en los términos

Aunque comúnmente se utilizan de manera intercambiable, los conceptos de eventración, evisceración y dehiscencia no son lo mismo.

El término **dehiscencia** se refiere a la separación aguda de una herida quirúrgica a nivel de la línea de sutura, sin embargo este término no implica que la herida se abra, ni que el contenido intraabdominal protruya a través del defecto. De hecho, una dehiscencia puede incluso ser solo un desgarro microscópico.

Eventración se define como una distensión progresiva de una cicatriz en las semanas, meses ó años posteriores a una laparotomía, en la cual la piel y el tejido celular subcutáneo están intactos. En otras palabras es una hernia incisional, que puede ó no tener contenido intraabdominal, y de ser así estará cubierto por un saco peritoneal.

La **evisceración** es un evento agudo que se presenta en el postoperatorio inmediato de una laparotomía, debido a un defecto en las fases iniciales de la cicatrización que condiciona a una dehiscencia completa a nivel de la aponeurosis con salida del contenido intraabdominal a través de ella. Si además se acompaña de una dehiscencia del resto de las capas de la pared, la cavidad abdominal quedara expuesta al medio, recibiendo el nombre de evisceración total. Se ha descrito además una evisceración parcial ó subcutánea, en la que la dehiscencia se limita únicamente a la aponeurosis, mientras que la piel y tejidos subcutáneos contienen a las vísceras. La evisceración puede a su vez comprender solo una sección de la herida, ó bien extenderse a toda ella.²⁵ Otros términos que se han usado para describir esta afección incluyen dilaceración aguda ó desgarro de pared abdominal.

Incidencia

Se han realizado en las últimas 4 décadas múltiples estudios que pretenden establecer la incidencia de evisceración posterior a una laparotomía. En promedio hoy en día se estima entre 0.2% y 3.5%. La incidencia encontrada en los principales estudios se resume en la siguiente tabla.

Autor, año (país)	Nº	Evisceraciones	Incidencia
Fagniaz, 1985(Francia)	3,135	58	1.8%
Wissing, 1987(Países Bajos)	1,491	25	2.3%
Riou, 1992(EE.UU.)	2,761	31	1.1%
Sahlh, 1993(Suecia)	988	7	0.7%
Israalsson, 1994(Suecia)	813	5	0.6%
Niggebrugga, 1995 (Ps. Bajos)	3,768	45	1.2%
Carlson, 1995(EE.UU.)	1,079	13	1.2%
Gislason, 1995 (Noruega)	599	14	2.3%
Waldhausan, 2000 (EE.UU)	2,785	5	0.2%
Pavlidis, 2001 (Grecia)	19,206	89	0.5%
Webstar, 2003 (EE.UU).	17,044	587	3.45%
Salvador, 2003 (España)	7,344	95	1.3%
Rodríguez, 2004 (España)	12,622	57	0.45%
Totales	73,635	1,031	1.4%

Tabla 1. Resumen de la incidencia de evisceración encontrada en los últimos 20 años.

Factores de Riesgo, Mecanismos y Fisiopatología.

La falla aguda de la herida (entiéndase dehiscencia completa con ó sin evisceración) se asocia a alteraciones en la aponeurosis que se presentan posterior a una laparotomía, debidas en gran medida a la sustitución de los tejidos aponeuróticos por tejido cicatrizal. Existen un gran numero de factores involucrados, y en general, podemos agruparlos en: factores sistémicos, factores locales y factores técnicos.

Factores Sistémicos.

Son factores que alteran de manera global la cicatrización, interfiriendo principalmente con los mecanismos, sustratos y cofactores requeridos para la misma. Se han evaluado en numerosos estudios, tanto retrospectivos como prospectivos, experimentales y clínicos, juntos y por separado^{1,3,11,16,26}. Entre los factores identificados, los mas importantes son:

Anemia

Se ha encontrado que es un factor de riesgo significativo, presentándose hasta en 38%-73% de los pacientes eviscerados.^{25,26} Por otro lado, estudios básicos han demostrado que la síntesis de colágeno es dependiente de la tensión de O₂, a su vez dependiente de la presión parcial de O₂ y del flujo sanguíneo, mas no del hematócrito ó la hemoglobina²¹. Tal vez las causas de la anemia, ya sea enfermedad crónica ó hemorragia asociada a hipovolemia, sean la explicación al aumento en la incidencia de eventración, y no la anemia *per se*, tal como se ha demostrado en animales que tienen menores tensiones de estallamiento cuando se desangran de manera aguda, mas no cuando se desangran y se repone el volumen con soluciones.¹

Cáncer

Si bien se ha encontrado como un factor asociado en varios estudios, no se ha podido establecer un efecto independiente sobre la falla en la cicatrización, más bien, se piensa que los estados asociados al cáncer (sobre todo gastrointestinal), tales como desnutrición crónica, caquexia, anemia y aumento de la presión intraabdominal, son los verdaderos factores causales. ¹

Cirugía de alto riesgo

Esta bien demostrado que la cirugía de alto riesgo (intervenciones urgentes por peritonitis y oclusión intestinal, cirugía en obesos, y laparotomías xifopúbicas) aumentan significativamente el riesgo de evisceración.²⁵ Probablemente por que estos pacientes suelen tener varios factores de riesgo asociados. En un estudio por Afzal, et. al solo la sepsis intraabdominal ($p < 0.05$) y edad mayor a 65 años ($p < 0.1$) se identificaron como factores de riesgo significativos para dehiscencia en cirugía programada, mientras que en el grupo de laparotomía urgente, la sepsis intraabdominal ($p < 0.01$), desnutrición ($p < 0.01$) y uso de esteroides ($p < 0.05$), fueron significativos. ³

Edad

La edad es un factor que ha demostrado aumentar de manera significativa el riesgo de dehiscencia. En un estudio por Penninckx, et. al, la incidencia de dehiscencia global fue en promedio 2.58%. Para los grupos menores a 65 años, la incidencia fue igual ó menor a este promedio, mientras que en los pacientes mayores a 65 años se elevo hasta 5.2%. Mas aún, al hacer el análisis por sexo y edad, los hombres mayores de 65 presentaron un riesgo de 8.3%. ²⁷ La edad mayor a 65 años confiere un riesgo relativo independiente estadísticamente significativo de 1.06³

Enfermedad Cardíaca ó Pulmonar

En general todas las enfermedades crónicas aumentan el riesgo de evisceración. En particular la enfermedad pulmonar ha demostrado un riesgo aumentado de hasta 25% ²⁶ y se ha encontrado asociada a evisceración hasta en 42%.²⁵ Probablemente, además del estado inflamatorio crónico, se deba a las implicaciones que la enfermedad pulmonar puede tener sobre la presión intraabdominal.

Hipoproteinemia

Se reporta en un 65%-89% de pacientes eviscerados.^{25,26} Otros estudios han demostrado que es un factor de riesgo significativo, pero únicamente en el contexto de cirugía de urgencia.³ Hay autores que en estudios básicos han encontrado que la hipoalbuminemia y la hipotransferrinemia por si mismas no afectan el proceso de cicatrización,¹¹ sin embargo, numerosos estudios en animales han probado lo contrario, demostrando incluso que un aporte hiperprotéico agudo en un sujeto crónicamente hipoalbuminémico (es decir en el preoperatorio inmediato) puede aumentar la fuerza de la herida.¹

Ictericia

Representa un riesgo relativo de 0.6,³ aunque algunos estudios postulan que solamente la ictericia de origen maligno altera el proceso de cicatrización.¹ No esta claro si el defecto se debe a la hiperbilirrubinemia, al estado de desnutrición asociado a la obstrucción biliar crónica, ó a ambos.

Infecciones a distancia, sepsis de origen extraabdominal.

Aunque pocos estudios se han realizado, es considerada con un factor del riesgo al representar un estado catabólico y pro-inflamatorio sistémico.

Inmunosupresión

Existen reportes anecdóticos de que el uso crónico de esteroides afecta negativamente la cicatrización, sin embargo esto no ha podido ser demostrado en estudios clínicos^{1,26}, a excepción de nuevo, en el contexto de cirugía de urgencia.³ Probablemente la inquietud se origine de modelos animales y de investigación básica que han demostrado que los esteroides interfieren con la fase inflamatoria de la cicatrización y disminuyen el número de macrófagos, (dexametasona e hidrocortisona, pero no metilprednisolona)²¹, sin embargo, al parecer esto no tiene un impacto clínico significativo.

Insuficiencia Renal

Aunque existen varios modelos animales que demuestran la influencia de la uremia sobre la fuerza de la cicatriz¹, pocos estudios se han realizado en humanos, y entre los que se han hecho no se ha podido demostrar una correlación significativa de la uremia como factor independiente.³

Malnutrición

Como se ha mencionado, varias vitaminas y oligoelementos son parte fundamental para el proceso normal de cicatrización. En pacientes desnutridos la incidencia de evisceración se ha encontrado hasta en 21% vs. 4% del grupo control,²⁶ aunque de nuevo otros han encontrado que es un factor de riesgo solo en el contexto de cirugía de urgencia.³

Se ha planteado a la vitamina C como uno de los principales cofactores del proceso de cicatrización, se ha demostrado una disminución de hasta el 50% de la fuerza en las cicatrices de sujetos con deficiencia de vitamina C, y en animales deficientes, si se administra inmediatamente después de la incisión, la fuerza se iguala rápidamente con el grupo control. La importancia de la vitamina C para la ganancia de fuerza de la herida es tal, que algunos autores la recomiendan de forma rutinaria en el postoperatorio.¹

El zinc es otro factor importante en la cicatrización, en animales deficientes la fuerza tensil de las cicatrices se reduce un 25%, y aunque su deficiencia en humanos es rara, se puede llegar a ver en pacientes quemados, alcohólicos, con fístulas gastrointestinales ó con nutrición parenteral total prolongada.¹

Obesidad

Ha pesar de que se ha postulado como un factor de riesgo, varios estudios han fallado en demostrar su importancia. Un estudio reciente la encontró como factor asociado en un 29% de pacientes eviscerados,²⁵ sin embargo, en otros estudios no ha demostrado ser un factor de riesgo estadísticamente significativo, ya sea en cirugía de urgencia ó programada.³

Sexo Masculino

Se ha observado una mayor incidencia de dehiscencia aguda con eventración en pacientes masculinos, con incidencias que van de 3.63% a 5.2% en hombres vs. 1.37% a 4.1% en mujeres, mostrando diferencias estadísticamente significativas.²⁷

Tabaquismo

Ha demostrado ser un importante factor de riesgo, se ha especulado que está asociado a mecanismos vasoconstrictores que repercuten sobre la microcirculación a nivel de la cicatriz, sin embargo no se descartan otros mecanismos.²⁸ Algunos estudios han encontrado que el 100% de los pacientes con evisceración aguda eran fumadores.²⁵ Además estos pacientes suelen tener enfermedad pulmonar crónica asociada y son tosedores crónicos.

Factores Locales

Probablemente los factores locales sean mas importantes aún que los factores sistémicos. Estos incluyen drenajes ó estomas a través de la incisión (que nunca deben de dejarse), infección de la herida, aumento de la presión intraabdominal e isquemia.¹¹

Infección de la herida quirúrgica

Por mucho es el factor mas importante para dehiscencia y evisceración.^{1,3,11,16,26} En numerosos estudios ha demostrado ser un factor independiente de riesgo y se ha visto asociado hasta en 77% de pacientes eviscerados.²⁵

El efecto de la infección sobre la herida se presenta aún cuando la infección sea incipiente y el tejido todavía no se haya necrozado.¹ Esto se debe a que la infección prolonga la fase inflamatoria de la cicatrización. Recordemos que durante esta fase la fuerza tisular de una herida es esencialmente cero, y el tejido es totalmente dependiente de la sutura.²⁴

Una fase inflamatoria deficiente ó prolongada altera la señalización para avanzar a la segunda etapa fibroproliferativa, que a su vez altera la deposición de fibras de la matriz y finalmente se refleja en un retraso en la ganancia de resistencia por la herida.²⁴

La presencia de infección de la herida aumenta la concentración de neutrófilos y su actividad lítica, a la vez que disminuye la resistencia del tejido e incrementa el área de proteolisis en 1 cm a cada lado de la herida.

Además, es muy importante entender que la fase 2 de la cicatrización es muy vulnerable a la infección, y que esta puede de hecho revertir el proceso y regresar a la fase inflamatoria. En estudios experimentales se ha visto que la contaminación de la herida al 6º día disminuye la fuerza ya alcanzada, histológicamente disminuye la concentración y actividad de los fibroblastos, así como la calidad del colágeno.²¹

Isquemia

Se ha dicho que la isquemia en la herida, ya sea por hipotensión ó por una sutura muy apretada, puede causar el arresto celular de los fibroblastos.²⁴ Por otro lado, demasiada fuerza, ó muy poca, alteran el punto óptimo para la transducción mecánica en la aponeurosis, resultando de nuevo en arresto celular. Se ha demostrado en estudios experimentales que suturas muy tensas pueden, a través de este mecanismo, disminuir la fuerza del tejido hasta en un 77%.²¹ En otras palabras, hay que buscar un punto en que la tensión sea suficiente para mantener el tejido bien afrontado ante los movimientos de la pared, sin estar demasiado apretado.

Indices de Riesgo

Un estudio realizado en la población del Veterans Affairs revisó 570 casos de dehiscencia. Los datos se sometieron a un análisis multivariado y se identificaron varios factores de riesgo independientes. Juntos, estos datos se usaron para desarrollar un índice de riesgo para dehiscencia aguda de pared.²⁹

Riou demostró que cuando se suman 8-10 factores, la evisceración postlaparotomía aparece en el 100% de los pacientes.²⁵

Factores Tecnicos

Los factores técnicos son probablemente los más importantes, ya que son totalmente dependientes del cirujano. Estos factores se pueden dividir en 3: factores relacionados al sitio de la incisión, factores relacionados a la técnica de cierre, y factores relacionados al material de sutura.

Factores Asociados a la Incisión.

La resistencia de los tejidos varia, no es igual en todas las zonas ni en todas las capas del abdomen, y es un factor que se debe de considerar al momento de planear una incisión.

Aunque tradicionalmente se ha creído que las incisiones transversas son superiores a la vertical en términos de dolor postoperatorio, complicaciones pulmonares, e incidencia de hernia postoperatoria y evisceración, en su mayoría estos han sido estudios con problemas de diseño¹¹. El único estudio aleatorizado que existe hasta ahora se enfocó en la incidencia de evisceración, y no encontró una

Factor de Riesgo		Puntaje
Accidente Cerebral Vascular		4
Historia de EPOC		4
Neumonía aguda		4
Cirugía de urgencia		6
Tiempo quirúrgico >2.5hrs		2
Cirujano residente de 4 año		3
Herida Limpia		-3
Infección superficial de herida		5
Infección profunda de herida		17
Falla en destetar de ventilador		6
Una o mas complicaciones		7
Regreso al quirófano		-11
Categoría	Puntaje	Índice de
Bajo	≤3	1.47%
Medio	4-10	2.70%
Alto	11-14%	4.53%
Muy Alto	>14	10.90%

Tabla 2. Escala e índice de riesgo para dehiscencia aguda

diferencia estadísticamente significativa entre la incisión transversa (0%) y la vertical (0.69%).³⁰ Otros estudios retrospectivos también han puesto en duda esta supuesta ventaja.³¹ Un metaanálisis reciente demostró mejor función pulmonar y menos dolor postoperatorio cuando se hacen incisiones transversas, pero no logro demostrar una disminución en la incidencia de complicaciones como dehiscencia y evisceración.³²

Se ha determinado que una laparotomía media es mas sencilla y rápida de hacer, y que tiene la misma resistencia que una laparotomía paramedia ó transversa.¹ Por otro lado, existen algunos estudios aleatorizados que demuestran que la incisión vertical no se asocia con un mayor numero de dehiscencias.^{12,31} Cabe agregar que Poole encontró que la incidencia de dehiscencia en heridas supraumbilicales es mayor que en heridas umbilicales ó infraumbilicales, lo adjudica a una menor capacidad de elongación de la aponeurosis por su fijación y proximidad a las costillas.³³

Algunos han postulado que una incisión paramedia debería tener menor incidencia de hernia incisional, pues el músculo recto sirve para contener y ferulizar la herida en la vaina aponeurótica, sin embargo se ha demostrado que esto en realidad no es así, pues el borde del músculo tiende a adherirse a la cicatriz en la vaina posterior y no cubre efectivamente la herida.¹ Por otro lado, la incisión paramedia lateral que se aleja todavía mas de la línea media ha demostrado una disminución en la incidencia de hernia incisional, sin embargo es un abordaje complejo, consume mucho tiempo y no provee siempre una buena exposición.^{11,16} Múltiples estudios han demostrado la superioridad de la incisión media sobre la paramedia.¹¹

Vale la pena hacer un ultimo comentario sobre la técnica de la incisión, pues se ha demostrado que incidir la fascia con bisturí y no con electrocauterio causa menos reacción inflamatoria y menor numero de adherencias.³⁴

Factores asociados a la técnica de cierre

Según algunos autores, la principal causa de dehiscencia es iatrógena.²¹ Por tanto, el principal factor de riesgo modificable para evisceración ó dehiscencia es la técnica de cierre y las propiedades mecánicas de la sutura.

Las 4 causas principales son ruptura de la sutura, falla del nudo, falla del material de sutura y desgarro del tejido por los puntos. Con mucho, este último es el factor mas frecuentemente observado. En el 95% de los casos, la sutura y los nudos están intactos pero el tejido se ha desgarrado.^{35,36} Esto sucede en una zona metabólicamente activa adyacente al borde de la herida donde las proteasas activadas durante la reparación normal de la herida comprometen el tejido, aún cuando sea tejido sano alejado de la incision.²⁴ Además, este mecanismo podría estar asociado con la dirección de las fibras de la pared en relación con el sentido de los puntos.³⁷ Hay quien asegura que si todos estos factores se controlan, el tipo de cierre en sí (simple, surjete, etc.) pasa a un segundo plano.¹¹

Técnicas de Cierre

Se ha postulado que el cierre continuo es mas seguro que una serie de puntos individuales por que distribuye mejor la fuerza en la línea de sutura, e iguala las diferencias de tensión entre una y otra porción de la pared abdominal. Esto permite una mejor adaptación de la pared al movimiento y los esfuerzos. La gran desventaja que presenta es que todo el cierre es dependiente de una sola sutura y unos cuantos nudos. Evidencia clínica ha demostrado que ambas técnicas son iguales en términos de dehiscencia, hernia incisional, infección, dolor y formación de sinus; de hecho en pacientes con factores de riesgo, los puntos separados han demostrado mayor incidencia de dehiscencia.¹¹ Así mismo, estudios experimentales han demostrado una mayor fuerza de estallamiento a los 7 días con suturas continuas.³⁸

Una nueva técnica fue propuesta por Niggebruge utilizando puntos continuos de doble asa que experimentalmente demostró ser mas resistente, con la tensión desgarrando el tejido de la pared antes que la línea de sutura.³⁹ La justificación es que los puntos en realidad toman el doble de tejido y que cuando la presión aumenta, el asa exterior tensa el asa interior, sin embargo, esta técnica no impide que el punto desgarre un tejido debilitado.

Basado en estudios realizados por Israelsson en la decada de los 90,⁴⁰ tradicionalmente se ha sostenido que los puntos deben de estar a una distancia mínima de 1 cm del borde de la herida, en la unión de la línea alba con la vaina de los rectos, evitando así la zona de colagenolisis.²¹ A su vez, los puntos deben de tener no mas de 1 cm de separación entre si, obteniendo en consecuencia una sutura 4 veces la longitud de la herida (4:1). La justificación de dejar al menos 1 cm de margen entre la herida y el punto radica en que al distenderse el abdomen, existe suficiente margen para impedir que el punto desgarre la aponeurosis. Jenkins demostró que la incisión postoperatoria se puede elongar hasta en un 30% si el paciente se distiende, con el consecuente aumento en la distancia entre los puntos a expensas de su distancia al margen de la herida y una mayor tendencia a desgarrar el tejido.⁴¹ Además, notó un indice de dehiscencia de 1.6% cuando la longitud de la sutura se reduce para tener una proporción de 2:1. A pesar de estas observaciones, la distancia del borde de la herida no debe de ser exagerada, se ha visto que al exceder los 5 cm la incidencia de infección aumenta de 7 a 17%.⁴²

Trabajos recientes del propio Israelsson han demostrado que esta proporción de 4:1 puede ser aumentada sin riesgo de aumentar las complicaciones, siempre y cuando este aumento en la proporción sea a expensas de la distancia entre los puntos y no de la distancia al borde.^{43,44} La recomendación actual de este grupo de expertos es hacer un cierre continuo con puntos pequeños, a menos de 0.5cm entre si, y a 5mm-8mm del borde de la herida (suficiente para evitar la zona de colagenolisis). Esta técnica permite aumentar la proporción entre sutura y herida hasta 12:1 sin aumentar el numero de complicaciones. De hecho, el usar puntos grandes (1cm x 1cm) demostró ser un factor de riesgo independiente para desarrollar infección y dehiscencia, comparado con el uso de puntos pequeños.

La mayoría de los estudios están a favor de un cierre en masa y no un cierre en capas. Se han realizado varios estudios comparando ambas técnicas, y algunos han demostrado una mayor incidencia de

dehiscencia y hernia incisional con el cierre en capas, mientras que otros no han encontrado diferencias significativas. Ninguno ha demostrado un resultado superior con el cierre en capas. Por lo tanto se recomienda un cierre en masa.⁴⁵⁻⁴⁷. Bucknall reporto que la incidencia de evisceración disminuyo de 3.81% a 0.76% cuando se abandono el cierre en capas en favor del cierre en masa.¹⁹ Además, se recomienda que el cierre se haga desde los vértices al centro de la herida, tomando mordidas que incorporen ambas hojas de la línea alba.

Factores asociados al material de sutura.

Es sabido desde hace tiempo que la sutura multifilamento tiene mayor propensión a colonizarse por bacterias. El material en sí es menos importante.¹⁹ Se recomienda usar sutura monofilamento siempre que sea posible para cerrar la pared.⁴⁸

La tolerancia del tejido al material se ve reflejada en la reacción inflamatoria que genera, por ejemplo, los materiales sintéticos no absorbibles como el nylon ó polipropileno son menos reactivos que el poliéster ó la seda; a su vez, la poliglactina 910 (Vicryl®) es menos tolerada que el acido poliglicólico (Daxon®). Aún cuando la tolerancia ha sido un tema ampliamente investigado, los múltiples estudios que se han realizado a este respecto han encontrado que en realidad la mayoría de los materiales usados hoy en día son mas ó menos tolerados de la misma manera, y la elección de material depende no en la tolerancia de los tejidos, si no en la resistencia que este provee.¹¹

Como se mencionó, idealmente la sutura debe de proveer resistencia cuando la cicatriz no lo hace, y desaparecer una vez que no es necesaria. Cuando hablamos de cierre con suturas absorbibles hay dos factores que varían inversamente, la velocidad de absorción y la fuerza de la herida, conforme la primera disminuye la segunda aumenta. Es fundamental que el punto en que se cruzan sus curvas, es decir, cuando la pared tiene mayor resistencia que la sutura, sea un punto suficientemente resistente como para impedir una dehiscencia ó evisceración. Si sobreponemos la curva de cicatrización normal sobre las curvas de resistencia de las suturas, es fácil determinar cual de ellas hará el trabajo durante el tiempo requerido.

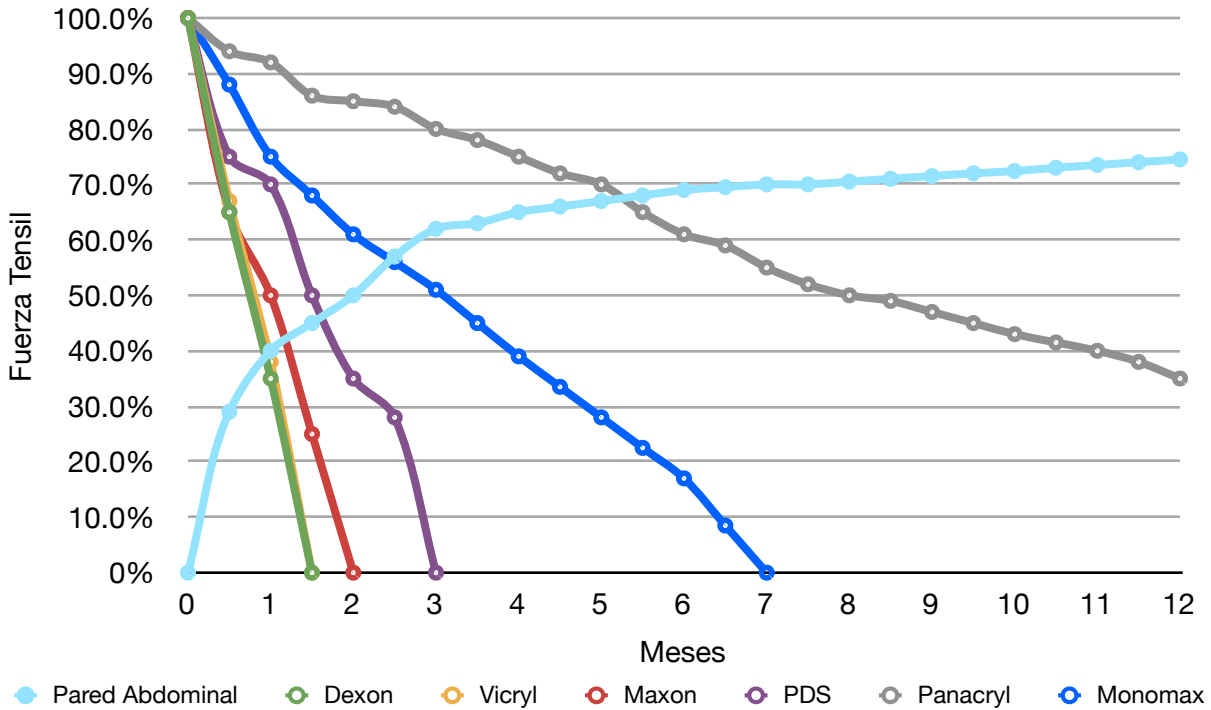


Fig. 9. Curvas de tensión para la pared abdominal y diferentes materiales de sutura.

El ácido poliglicólico (Dexon®) pierde el 96% de su fuerza al cabo de 30 días, al igual que la poliglactina 910 (Vicryl®), cuando en condiciones normales la pared solo ha alcanzado 40% de su fuerza (porcentaje que será mucho menor si tiene algún factor adverso a la cicatrización). El poligliconato (Maxon®) mantiene 40-50% a 30 días y 25-35% a 45 días, pero desaparece completamente al segundo mes. La polidioxanona (PDS®) retiene 50-70% de su fuerza al mes, 35-40% a los 45 días y entre 0 y 14% a los dos meses, desapareciendo por completo a los 3 meses, cuando la pared ha alcanzado >60% de su fuerza. Sin embargo, existen otros estudios que han demostrado que el PDS mantiene una fuerza similar al nylon en ratas a los 1, 2 y 6 meses. El poly-L-lacti-de-glycolido (Panacryl®) prometía mantener el 50% de su fuerza hasta 8 meses y absorberse a los 18 meses, sin embargo fue retirado del mercado por la pobre tolerancia de los tejidos a ella.

Un nuevo material de sutura en el mercado, el poli-4-hidroxitirato (Monomax®) fue desarrollado específicamente con el cierre de la pared abdominal en mente. Por tanto, es una sutura monofilamento que mantiene el 50% de su fuerza más allá de los 90 días, y se degrada por completo al rededor de los 180 días. Además, tiene la ventaja de ser elástica, lo que le permite elongarse a medida que la pared abdominal se distiende.¹⁸ Esta es una sutura nueva que promete resultados superiores al resto de los materiales en el mercado, hacen falta aún más estudios que demuestren su utilidad.

Aún ante todo este conocimiento sobre los materiales, estudios prospectivos no han logrado establecer una relación entre algún tipo de material y el riesgo de evisceración. Se ha demostrado que la causa más

común de falla cuando se usa Vicryl® es la ruptura de la sutura, mientras que las suturas no absorbibles desgarran el tejido.⁴⁷ Estudios comparativos entre suturas absorbibles no han mostrado diferencias en la incidencia de evisceración.^{49,50} Tampoco cuando se comparan absorbibles vs. no absorbibles.¹¹

En cuanto a hernia incisional se refiere, hay reportes que muestran una mayor incidencia con Vicryl® que con PDS II®,¹¹ y significativamente menor con nylon (8.5%) que PDS® (20%).

A pesar de que existen suturas absorbibles modernas que retienen la fuerza tensil lo suficiente para que la pared sane, tal vez sea sabio usar una sutura no absorbible en pacientes con alto riesgo de dehiscencia.

Finalmente, ante la abundante información que se ha generado en los últimos 40 años sobre este tema, en 2010 un metaanálisis y revisión sistemática de Diener evaluó 5 revisiones sistemáticas y 14 estudios aleatorizados incluyendo 7711 pacientes.⁴⁸ El estudio reveló un índice significativamente menor de hernia incisional con suturas continuas vs. interrumpidas (OR 0.59, $p < 0.001$), así como con sutura lentamente absorbible vs. rápidamente absorbible (OR: 0.65; $p < 0.009$) en cirugía electiva.

Con base en todos estos datos y otros metaanálisis y revisiones sistemáticas,⁵¹ la recomendación actual es hacer un cierre continuo, en masa, con sutura monofilamento de lenta absorción, y manteniendo una proporción de al menos 4:1 con una distancia entre los puntos de máximo 1cm (aunque probablemente una distancia menor sea mejor).

Clínica

La evisceración usualmente ocurre al rededor del 8° día postoperatorio, con un tiempo medio de 7 a 10 días.¹¹

Existen varias presentaciones clínicas. El paciente puede tener una salida abrupta de material serosanguinolento de color rosado por la herida, lo cual es casi patognomónico de dehiscencia y debe obligar a buscarla abriendo una pequeña porción de la herida en la piel y explorando las capas más profundas. En ocasiones, la descarga de líquido se asocia con un hematoma subcutáneo ó una colección que distiende la herida. Se puede llegar a identificar un asa de intestino justo debajo de la piel. Los pacientes comúnmente han tenido un ileo prolongado ó alguna situación que aumenta la presión intraabdominal.

Otra presentación común se da en el contexto de una herida limpia y seca, pero después de un esfuerzo excesivo el paciente siente súbitamente que la herida “cede”, con la posterior evisceración del intestino. Sorprendentemente este es un evento muy poco doloroso.⁵²

Cuando se presenta en heridas infectadas, la dehiscencia suele ser mas progresiva. En ocasiones se acompaña de un absceso y aún cuando este se drene, la separación continuará progresando. En esta circunstancia el omento suele estar adherido a los bordes del músculo y evita en cierta media la protrusión de las vísceras.^{16,25}

Diagnóstico

El diagnóstico es predominantemente clínico, hasta ahora no se han identificado marcadores de laboratorio que predigan el desarrollo de evisceración ó dehiscencia, y tan solo los datos de infección incipiente de la herida pueden hacer sospechar de una posible evisceración, aunque el hecho de tener una herida infectada no significa que se vaya a dehiscer. Se ha dicho que la ausencia de un borde de granulación en la herida para el 5º día postoperatorio es señal de que la herida va a fallar.²²

En casos de dehiscencias pequeñas subclínicas, el estudio diagnóstico de elección es la tomografía computada.⁵³

Tratamiento

En casos muy selectos de dehiscencia ó evisceración parcial en pacientes muy inestables, se puede intentar un manejo conservador con fajas y compresión abdominal de contención, para permitir que se desarrolle una “hernia controlada” que posteriormente se resolverá de manera quirúrgica.¹⁶ La piel puede cerrarse ó dejar que cierre por segunda intención. Recientemente el uso de dispositivos de vacío (VAC) ha tenido éxito como coadyuvante al mantener la herida limpia.⁵⁴ Este manejo tiene un alto índice de falla y complicación, y se reporta mas bien de manera anecdótica.

El tratamiento definitivo para la mayoría de los pacientes es quirúrgico de urgencia. En cuanto se detecta la evisceración, las vísceras deben ser bañadas con solución fisiológica tibia y cubiertas con compresas húmedas, así como con un apósito estéril grande. El paciente debe de ser llevado de inmediato a quirófano.¹⁶ La cirugía debe de incluir debridación de los tejidos necróticos ó debilitados, una búsqueda de complicaciones intraabdominales como fuga anastomótica o perforación (que pudieran ser la causa de la falla de herida), y posteriormente el cierre de la herida con alguna técnica de refuerzo. Si solo una porción de la herida esta abierta bastara con cerrar esa región, pero si se extiende a mas del 50% es necesario abrir toda la herida y cerrarla de nuevo. Existen varias técnicas de reparación que han tenido resultados variables.

Suturas de Retención

Muchos abogan por una reparación inicial con re-sutura de la herida original. Esto se puede hacer con puntos continuos que en teoría distribuyen mejor la tensión, pero en una pared debilitada, un solo punto que desgarre el tejido será suficiente para que el cierre falle.¹⁶ Por otro lado, estudios retrospectivos no han demostrado que el uso de puntos separados disminuya el índice de hernia incisional después de evisceración aguda.⁵⁵ Posteriormente el cierre es reforzado con puntos totales de contención. Estos últimos se pueden dar con distintas técnicas, pero en general incluyen los mismos principios básicos: Uso de una sutura gruesa no absorbible, usualmente monofilamento; puntos amplios e individuales (a 3cm ó mas de la herida y a menos de 3cm entre si); puntos ya sea externos (extendiéndose de piel a

peritoneo), ó internos (todas las capas excepto la piel); un refuerzo ó protección para evitar que la sutura erosione la piel; y finalmente permanencia de las suturas al menos por 3 semanas ó más. ¹

Si bien es el método más comúnmente empleado y más conservador, este tipo de sutura tiene un gran número de inconvenientes. Es doloroso, poco estético, tiene complicaciones locales en la piel como erosión e infección, aumenta el riesgo de lesión inadvertida a una víscera y se acompaña comúnmente de fuga de líquido peritoneal por la herida.¹⁶ Más aún, no ha demostrado reducir el número de hernias incisionales posterior a la dehiscencia.⁵⁶

Reparación con materiales protésicos

La reparación no electiva con malla está indicada en casos de destrucción de la pared ó edema masivo del intestino que impide un cierre primario. El principal problema de usar un material protésico es el riesgo inherente de infección del mismo. En consecuencia se han desarrollado materiales que tienen un menor índice de infección, tales como el Marlex[®] (polipropileno/polietileno de alta densidad) ó el PTFE (politetrafluoroetileno). Por otro lado, el uso de un material biológico absorbible no previene el desarrollo de hernias incisionales.^{57,58} De tal forma que, aunque este tipo de reparaciones con malla han recibido mucho estudio últimamente, en realidad no son prometedoras, pues aumentan el riesgo de infección, requieren materiales caros y difíciles de conseguir, y tienen resultados poco aceptables.

Las complicaciones que se han reportado con el uso de mallas para reparación de evisceración aguda incluyen fístula fecal, extrusión de la malla y hernia, con una incidencia combinada de hasta 50%. Aunque estudios recientes no muestran un aumento de estas complicaciones en comparación con la reparación sin malla, si demuestran una disminución en el número de hernias incisionales cuando se usan mallas no absorbibles, sin embargo, estas están proscritas en el contexto de infección.⁵⁸

Otras técnicas de reparación

Se han realizado estudios que evalúan el cierre del defecto abdominal con incisiones relajantes, separación de componentes de la pared abdominal, ó rotación de colgajos locales. Sin embargo, hasta ahora ninguna de estas técnicas ha tenido resultados que reduzcan las complicaciones significativamente.⁵⁹ Además son técnicas complejas que requieren un entrenamiento especial.

Pronóstico

El pronóstico de estos pacientes suele ser grave, la mortalidad reportada en 20 revisiones antes de 1940 se encontraba en 36% (rango de 0% a 75%), y de 1950 a 1984 en 18%, siendo la falla cardiorrespiratoria la causa de muerte en más del 50% de los casos y la peritonitis en el 15%. ¹ La edad avanzada, sexo femenino y asistencia mecánica ventilatoria postevisceración fueron los factores asociados con el mayor riesgo de mortalidad. Estudios más recientes reportan la mortalidad entre 15% y 35%.^{16,53} En 70 años se ha mantenido prácticamente igual.

En cuanto a la morbilidad, Madsen encontró un índice de recurrencia de evisceración de 5.5% (11 en 198 pacientes).⁶⁰ Otros estudios han encontrado una recurrencia de 1.9%.¹ Sin embargo se han llegado a reportar índices de reincidencia de la de hasta 50%.⁶¹

Otras complicaciones que se han reportado en series grandes son infección (14%), fístula entérica (6%) y absceso (4%).⁶⁰

Relación con Hernia Incisional

Es importante hacer una mención especial sobre la relación que existe entre la evisceración aguda y la hernia incisional, pero sobre todo, entre la dehiscencia de la herida (muchas veces subclínicas) y el posterior desarrollo de una hernia incisional.

Aun cuando la mayoría de los reportes de dehiscencia aguda de pared han encontrado una incidencia de entre 0.1% y 3.5%, estudios prospectivos enfocados a hernia incisional y no a evisceración han demostrado que la incidencia verdadera de dehiscencia de la herida está al rededor de 11%, aunque no llega a ser evidente clínicamente en la mayoría de los casos. A su vez, hasta un 94% de estos pacientes con dehiscencias subclínicas llegan a desarrollar hernias incisionales hasta 3 años después de la cirugía. La mayoría de las hernias incisionales se originan de dehiscencias clínicamente ocultas.⁶²

Resultados a 43 meses	Separación <12mm	Separación >12mm
% Sanó	95% (140/147)	6% (1/18)
% Hernia Incisional	5% (7/140)	94% (17/18)

Tabla 3. Dehiscencia oculta en laparotomía en el día 30⁶²

Se ha postulado que la separación paulatina de los bordes de la herida, por menor que sea, resulta en una pérdida de la carga tensil sobre el tejido, que como se ha mencionado es un importante mediador para su proliferación y aumento de resistencia. Esta pérdida de la arquitectura que debe tener una herida al cicatrizar, resulta en una selección anormal de fibroblastos en la herida, similar a la que se ve en heridas crónicas. Estas alteraciones en los fibroblastos a su vez se asocian con una expresión anormal de colágeno, caracterizada por un incremento en la proporción de formas inmaduras como el colágeno tipo III, y una proporción de tipo I a III disminuida. Finalmente, estos mecanismos podrían explicar la alta incidencia de hernia incisional en pacientes con dehiscencia subclínica.²⁴ Estas mismas alteraciones del colágeno se han observado en pacientes con hernia incisional,⁵³ lo que sugiere que estas hernias se originan desde las fases iniciales de la reparación de una herida, aún cuando su presentación clínica se de años después.

Otro mecanismo propuesto para explicar la alta incidencia de hernia incisional es el llamado “agujero de botón”. Se refiere al pequeño orificio que permanece en la fascia cuando se usa sutura no absorbible. Dicho orificio va aumentando paulatinamente de tamaño conforme la sutura desgarrar el tejido cada vez que el abdomen se mueve. Este mecanismo puede tardar años en formar una hernia.³⁷

La incidencia de hernia incisional después del manejo quirúrgico de una evisceración aguda se ha reportado en el rango del 48% a 69%^{1,16,58} Todos los pacientes con manejo conservador desarrollan hernias incisionales.¹

Cierre reforzado de pared abdominal

En 2007 Hollinsky y cols. realizaron un estudio experimental en 38 cadáveres.³⁷ Se abrió la línea alba por la mitad y en uno de los lados de la herida hilvanaron una sutura de polipropileno 1.0, longitudinal y paralela a la herida, a 1.5 cm del borde de la misma. Posteriormente se colocó un solo punto de poliéster 1.0 en el epigastrio, otro en la línea media y otro en el hipogastrio, todos ellos tomando la sutura longitudinal. En el lado contralateral se dieron los mismos puntos sin la sutura paralela. Se midió la fuerza tensión con un tensómetro hasta que la sutura desgarró el tejido. Sus resultados mostraron que en el 78% de los casos en el lado sin refuerzo, la sutura desgarró el tejido con una fuerza promedio de 67.5N, mientras que en el lado reforzado ningún punto desgarró el tejido, y la fuerza promedio en la cual el hilo se rompió fue de 120N.

La técnica propuesta por Hollinsky se basa en que la sutura longitudinal disipa la fuerza horizontal hacia el resto de la pared, sin embargo, este estudio tiene varios puntos en que mejorar.

En primer lugar fue un estudio realizado en cadáveres 24 horas después de su muerte. Como se menciono, uno de los principales factores que debilitan el tejido es la proteólisis propia de las primeras fases de la cicatrización, que en este modelo no fue replicada. En segundo lugar, el modelo fue probado con puntos simples, sin embargo se ha demostrado que la sutura continua provee mejor distribución de la fuerza, y si el principio de la línea de refuerzo es precisamente la dispersión de la fuerza, una sutura continua sería más adecuada.

Hasta la fecha no pudimos encontrar estudios que emplearan esta técnica en animales ó humanos vivos.

Vale la pena hacer una mención en cuanto a la dispersión de las fuerzas. Se han realizado estudios que demuestran que la pared abdominal distribuye las fuerzas de tanto transversal como longitudinalmente, aún cuando sus fibras sean solamente transversales.⁶³ El tener una técnica de sutura que distribuya la fuerza sobre una mayor área y en dos dimensiones, tanto longitudinal como trasversal, disminuirá la tracción neta aplicada sobre los puntos a nivel de la herida.

La rata como modelo de la pared abdominal humana.

Buscando un modelo animal accesible y similar a la pared abdominal humana, Brown y cols. realizaron un estudio en ratas Sprague-Dawley, para evaluar las características morfológicas de los 4 músculos de la pared abdominal.⁶⁴ Encontraron que el diámetro y longitud de los fascículos musculares presentan un patrón similar al de los músculos abdominales de los humanos. Más aún, la longitud de los sarcómeros fue similar a la del humano. En estudios fisiológicos encontraron que la capacidad de generar fuerza y cambiar su longitud es similar a las de los humanos, y finalmente, que las líneas de acción de cada uno de los músculos eran similares a los del humano. Una diferencia que se encontró fué en el abdomen

inferior (debajo de la entrada a la pelvis) donde en el humano el músculo oblicuo externo se vuelve aponeurótico, mientras que en la rata se engrosa y continúa hacia abajo para insertarse en la pelvis.

Además de este estudio, se han realizado muchos otros que utilizan a la rata (incluyendo ratas Wistar) como modelo de pared abdominal humana. ^{9,39,64,67}

Métodos para medir la fuerza de la pared abdominal.

Se han utilizado varios métodos para medir las propiedades tensiles de la pared abdominal, entre ellos los mas comunes son pruebas en que se infla la cavidad abdominal y se registra la presión alcanzada, ó pruebas directas de tensión utilizando diferentes tipo de tensiómetros para medir puntos de ruptura, elasticidad y otros parámetros de los tejidos. ^{9,13,39,63}

Un método comúnmente usado y relativamente sencillo que permite medir varios parámetros consiste en fijar el tejido entre dos sujetadores perforados y posteriormente jalarlos con un tensiómetro, esto se ha realizado en varios estudios de biomecánica, logrando obtener resultados constantes y reproducibles. ⁶⁸

4. Planteamiento del Problema

La incidencia de dehiscencia aguda con evisceración posterior a una laparotomía se estima hoy en día entre 0.2% y 3.5%, alcanzando una mortalidad de 36% a 50%. Se ha visto un índice de recurrencia de evisceración de entre 1.9-5.5%.^{1,60} Además, hasta ahora no se ha podido encontrar un método de reparación que sea sencillo, económico y que reduzca las complicaciones.

En cuanto a la hernia incisional, se estima que 11% de los pacientes tienen una dehiscencia de herida subclínica, que si bien no lleva a una evisceración, en 94% de los casos se asocia con hernia incisional dentro de los primeros 3 años.⁶²

Como se mencionó, el principal factor de riesgo modificable por el cirujano para desarrollar dehiscencia de la herida es la técnica quirúrgica, y de los mecanismos descritos, el más común con mucho es el desgarramiento del tejido por la sutura, incluyendo el mecanismo de hernia por “agujero de botón”. Hasta ahora no se ha propuesto ninguna técnica que aborde este problema específicamente.

5. Justificación

La mayoría de los factores de riesgo para dehiscencia, evisceración y hernia incisional, ya sean sistémicos ó locales, se pueden controlar hoy en día. La técnica quirúrgica es un factor de riesgo importante, totalmente dependiente del cirujano y que aún puede ser perfeccionada.

Se ha demostrado que lo importante al elegir un método de cierre es controlar los factores de riesgo inherentes al mismo, la técnica en si pasa a un segundo plano.¹¹ En ese sentido, existen 4 factores de falla atribuibles a la sutura: Falla en el nudo, ruptura de la sutura, pérdida de la fuerza de la sutura y desgarramiento del tejido por la sutura. Los 3 primeros se han logrado controlar, básicamente a través del desarrollo de nuevos materiales con mayor resistencia y fuerzas tensiles con vidas medias mas largas. El 4º factor, el desgarramiento del tejido, hasta ahora no ha sido controlado con éxito y el lograr hacerlo disminuirá de manera significativa la incidencia de evisceración y de hernia incisional.

6. Hipótesis

Hipótesis Nula

En una pared abdominal debilitada, el cierre reforzado de la pared no provee mayor fuerza tensil ni menor desgarro del tejido cuando se compara con el cierre simple.

Hipótesis Alterna

En una pared abdominal debilitada, el cierre reforzado de la pared provee mayor fuerza tensil y menor desgarro del tejido cuando se compara con el cierre simple.

7. Objetivos

Objetivo General

El objetivo principal de la investigación es demostrar si el cierre reforzado de pared abdominal provee mayor fuerza tensil y menor desgarro del tejido en el contexto de una pared abdominal debilitada, en comparación con el cierre no reforzado con surjete simple en un modelo animal en ratas. La finalidad última es encontrar un método de cierre que al no desgarrar el tejido debería de disminuir la incidencia de dehiscencia, evisceración y hernia incisional, a la vez siendo una opción de reparación para la pared dehiscentada. Este modelo podrá traspolarse a un estudio clínico en humanos.

Objetivos Específicos

Medir la fuerza tensil del cierre simple de la pared relaparotomizada en el postoperatorio 7.

Medir la fuerza tensil del cierre reforzado de la pared relaparotomizada en el postoperatorio 7.

Evaluar el desgarro del tejido de la herida cuando se usa cierre simple en comparación a cuando se usa cierre reforzado.

Hacer un análisis estadístico comparativo de los resultados encontrados entre el grupo de cierre simple y el de cierre reforzado.

8. Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el mes de Abril 2012 en el Centro de Investigación y Capacitación Quirúrgica del Centro Médico ABC, México D.F. Se utilizaron 20 ratas Wistar de 300-350 gr. y 6 meses de edad.

Se aleatorizó a las ratas en dos grupos de 10 animales cada uno, “Cierre Simple (CS)” ó “Cierre Reforzado (CR)”. En el día 1 con técnica estéril, y bajo anestesia con pentobarbital sódico IM y sevoflurano inhalado, se realizó tricotomía a todos los animales, y con tijera se abrió la piel, disecándola del músculo 4cm a cada lado de la línea media. Posteriormente se realizó con bisturí una incisión de laparotomía vertical sobre la línea alba de 8cm de longitud, accediendo a la cavidad abdominal. Inmediatamente se cerró con sutura de polipropileno 5/0 en surjete simple en masa, con puntos separados 5mm entre sí, y separados 5mm de la línea media. La piel se cerró en un segundo plano con poliglactina 910 (Vicryl®) en surjete subdérmico. Se administró ketorolaco como analgésico durante los primeros 3 días postoperatorios. Los animales se mantuvieron con una dieta a base de alimento especial para rata y agua a libre demanda, desde las primeras 12 horas del postoperatorio y hasta 7 días después.

En el 7º día postoperatorio se relaparotomizó a las ratas, se retiró la sutura de la piel y se abrió la pared abdominal a nivel de la incisión previa sobre la línea alba. El grupo CS se cerró de nuevo con polipropileno 5/0 en surjete simple en masa con puntos separados 5mm entre sí, y separados 5mm de la línea media; en el grupo CR se colocó primero a cada lado de la herida una línea de sutura de polipropileno 5/0 corriendo paralela a la herida y a 4mm del borde de la misma (Línea de Refuerzo), posteriormente se realizó un surjete simple en masa con puntos separados 5mm entre sí, y separados 5mm de la línea media asegurándose de incluir en cada punto la línea de refuerzo. (Fig. 10)

Inmediatamente después de terminar el cierre, se sacrificó a las ratas mediante sobredosis de anestésico, se explantó la pared abdominal dejando un margen de 4 cm a cada lado de la línea media y se fijo cada lado con un dispositivo de sujeción. Posteriormente se midió la fuerza de ruptura del tejido utilizando un dinamómetro con escala de 1 a 44 Lb marca Davis-Geck®. Se registraron las fuerzas alcanzadas hasta que se abrió línea de sutura, ó bien, hasta que se rompió el tejido en algún otro punto. En los casos que no se abrió la línea, se buscó desgarró del tejido a nivel de los puntos y se midió su distancia al punto y la separación de la línea media.

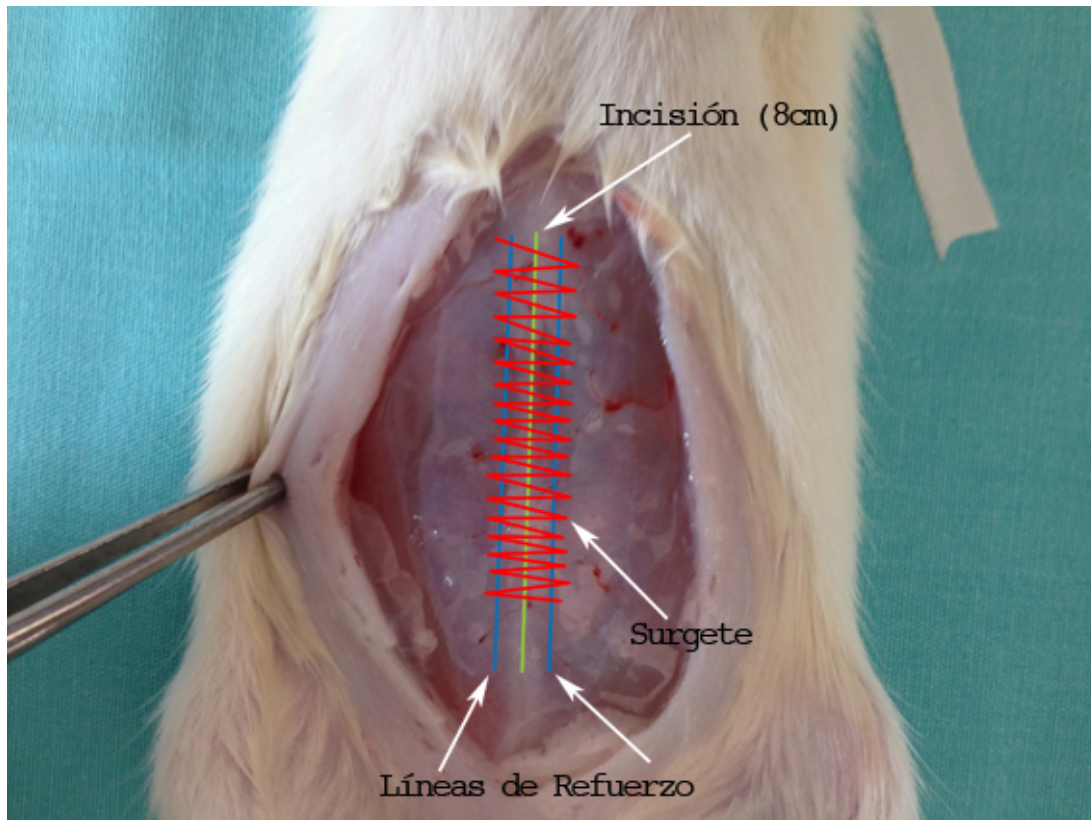


Fig. 10. Esquema de Cierre Reforzado

Se excluyeron a las ratas que murieron durante el postoperatorio. Se decidió no excluir a las ratas que presentaron infección de la pared, sin embargo el análisis de resultados se hizo dos veces, una de ellas tomando en cuenta a las ratas infectadas y la segunda sin ellas.

Los datos se registraron en una hoja de cálculo (Numbers '09®, Apple Inc.) y el análisis estadístico se hizo en SPSS 19 (IBM®), utilizando una prueba de Mann-Whitney U de dos colas.

9. Resultados

Se encontró que dentro del grupo CS, en 8 casos (80%) se abrió la línea de sutura a nivel de la herida, incluyendo 1 caso de infección de pared; en los 2 casos restantes (20%), el músculo se rompió en algún otro punto diferente al borde de la herida, sin embargo, en estos casos se observó un desgarro del músculo a nivel de los puntos con una separación de la línea media en promedio de 2.5mm. En el grupo CR solo en 2 (20%) de los casos se abrió la línea de sutura (1 de ellos con infección de la herida). En el 80% restante (8 casos), el músculo se rompió antes de que se abriera la línea, sin embargo, en estos casos no se observó separación ni desgarro del tejido. Las fuerzas máximas alcanzadas fueron más altas para el grupo CR.

Cuando se compararon los grupos en cuanto a fuerza tensil máxima, se encontró para el grupo CS una mediana de 27.78N con un rango promedio de 7.2; para CR una mediana de 37.78N y un rango promedio de 13.8. Mediante el análisis con prueba U de Mann-Whitney se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.012$, dos colas) a favor del grupo CR, con una $U = 17$ que hace poco probable que el resultado se deba al azar.

Además, se realizó el mismo análisis estadístico excluyendo de los grupos a las ratas infectadas (una en cada grupo), encontrando para CS una mediana de 28.89N y rango promedio 6.05, mientras que para CR la mediana fue de 37.78N con un rango promedio de 12.94. Cuando se aplicó la prueba estadística se encontró una diferencia todavía más significativa, ($p=0.006$, dos colas), con una $U = 9.5$, favoreciendo aún más al grupo de CR.

Cabe mencionar que en el contexto de la pared infectada, aún cuando ambos casos se abrieron en la línea media, el cierre reforzado tuvo una fuerza de ruptura 250% más alta que el cierre simple, (9.78 N vs. 24.44 N).

Cierre Simple		
Rata #	Fuerza en N	Observaciones
1	35.56	Se abrió la línea de sutura
2	28.89	Se rompió el músculo y se separó la línea 3mm
3	22.23	Se rompió el músculo y se separó la línea 2mm
4	28.89	Se abrió la línea de sutura
5	42.23	Se abrió la línea de sutura
6	31.12	Se abrió la línea de sutura
7	24.45	Se abrió la línea de sutura
8	26.67	Se abrió la línea de sutura
9*	9.78	Se abrió la línea de sutura. *INFECTADA
10	25.34	Se abrió la línea de sutura

Tabla 4. Resultados para el grupo CS

Cierre Reforzado		
Rata #	Fuerza en N	Observaciones
1	36.90	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.
2	35.56	Se abrió la línea de sutura
3	31.56	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.
4	40.45	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.
5	37.78	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.
6	40.01	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.
7	42.23	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.
8	42.23	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.
9*	24.45	Se abrió la línea de sutura. *INFECTADA
10	37.78	Se rompió el músculo, sin separación de la línea.

Tabla 5. Resultados para el grupo CR

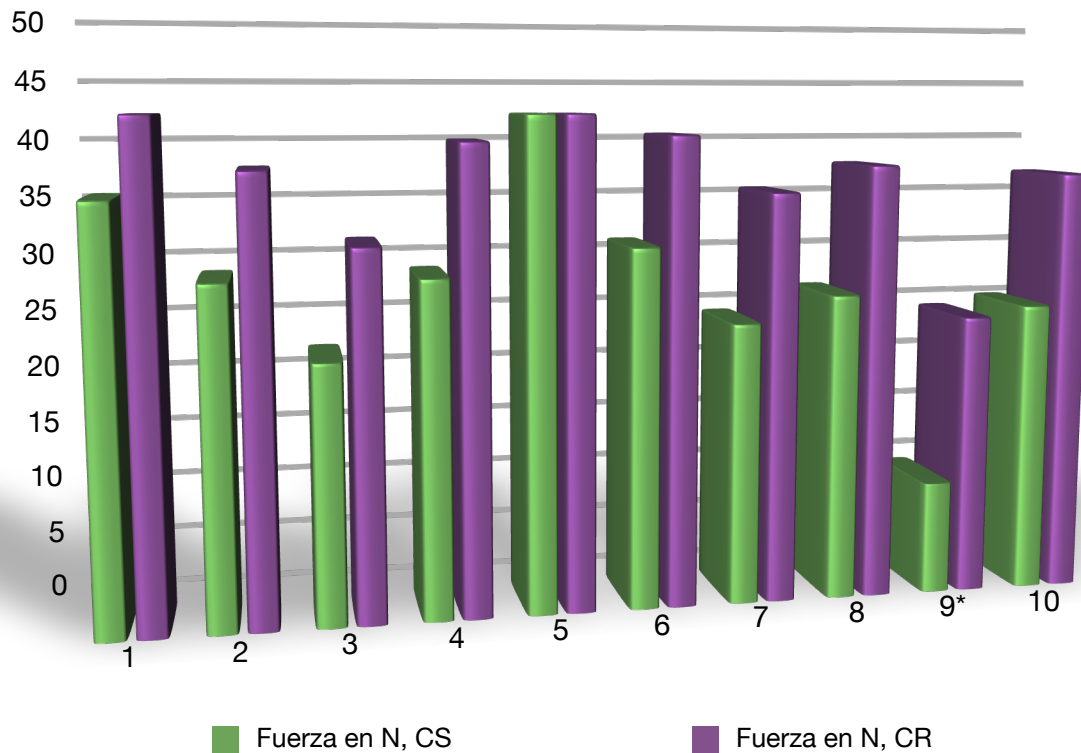


Fig. 11. Histogramas de fuerza para CS y CR

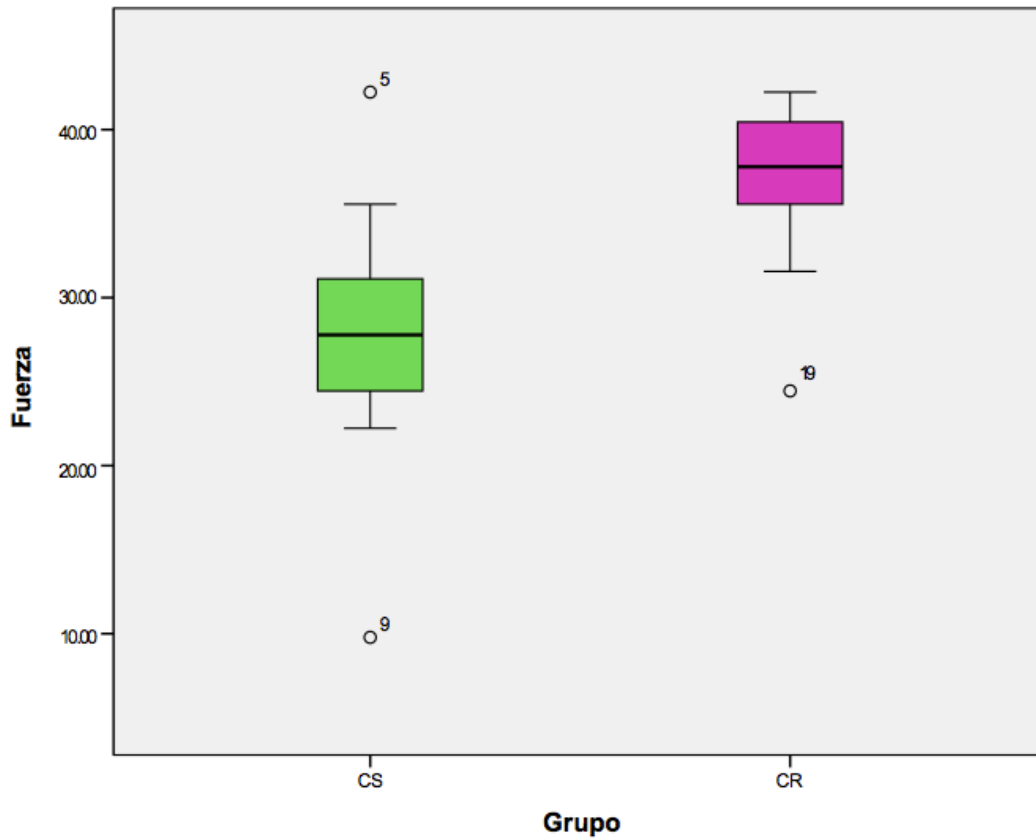


Fig. 12. Gráfica de "tallo y hojas". Fuerza tensil para CS y CR.

10. Discusión

La evisceración aguda y la hernia incisional después de una laparotomía continúan siendo hasta hoy complicaciones de gran importancia para el cirujano, la primera por su alta mortalidad, la segunda por su alta incidencia. Se han realizado muchos esfuerzos para disminuirlas, desde estudios básicos para conocer mejor la fisiología de la pared abdominal y de su cicatrización, hasta el desarrollo de nuevos materiales de sutura específicos para la pared abdominal. A pesar de todos estos esfuerzos, la incidencia de estas complicaciones se ha modificado poco.

Es bien sabido ahora que la línea alba es más que tan solo una zona fibrosa de la pared donde simplemente se insertan los músculos, si no que es el sitio donde se decusan e interrelacionan las diferentes aponeurosis de los músculos planos, con una intrincada configuración que permite movimientos coordinados que disipan las fuerzas generadas en la pared. El cortar la línea alba por la mitad altera estos mecanismos, y la cicatriz fibrosa que se forma en las primeras etapas de la cicatrización, si bien restaura la continuidad del tejido, no restaura su función si no hasta meses después, cuando el tejido ha madurado. Esta cicatriz inmadura y poco funcional es además débil, así como lo es el tejido adyacente. Por lo tanto es fundamental que la sutura mantenga los tejidos afrontados mientras que permita la adecuada transmisión de las fuerzas mecánicas a través de la cicatriz, un estímulo importante para su maduración.

La sutura puede fallar, ya sea en el nudo, al perder su fuerza tensil, al romperse, ó al desgarrar el tejido. En cualquiera de los casos, su función de mantener el tejido afrontado se vera comprometida, con la consecuente dehiscencia que llevara a evisceración aguda, ó a hernia incisional. Se ha logrado controlar en mayor ó menor medida la seguridad de los nudos, la vida media y la resistencia de las suturas, mas no así el desgarro del tejido.

Este mecanismo de desgarro del tejido esta bien documentado, justifica el dogma tradicional de dejar al menos 1 cm de margen entre la herida y el punto, pues al distenderse el abdomen, existe suficiente margen para impedir que el punto desgarre la aponeurosis por completo hasta la herida.⁴⁰ Se ha demostrado que la incisión postoperatoria se puede elongar hasta en un 30% si el paciente se distiende, con el consecuente aumento en la distancia entre los puntos a expensas de su distancia al margen de la herida, reflejándose finalmente en una mayor tendencia a desgarrar el tejido.⁴¹

Este estudio se realizo en ratas relaparotomizadas para simular un escenario de pared abdominal debilitada. La técnica propuesta demostró de manera significativa que el cierre reforzado provee una fuerza tensil en promedio 130% mas alta que el cierre simple tradicional. Incluso en el caso de infección de la pared, la fuerza del cierre reforzado fue 250% mas alta, aunque estamos conscientes de que únicamente se trata de 2 casos para comparar.

También se observó que, en los casos de cierre simple en que no se abrió la línea de sutura por completo, los puntos desgarraron el tejido con una distancia de separación promedio de 2.5mm, mientras que en el grupo de cierre reforzado ninguno de los puntos desgarró el tejido. Es importante pensar que si bien esta separación de 2.5mm pareciera pequeña, es suficiente para alterar los mecanismos de transducción de fuerza en la pared que finalmente llevan a la maduración efectiva de la cicatriz. Mas aún, es de suponer que en condiciones reales de un paciente postoperado, los movimientos de la pared abdominal se traducirán en un desgarro constante del músculo que hará un defecto cada vez de mayor tamaño.

Al “anclar” los puntos sobre la línea de refuerzo, se logra efectivamente disipar la tensión a lo largo de toda la herida y en 2 dimensiones, tal como fisiológicamente sucede en la pared abdominal sana. Esta técnica evita que al distenderse el abdomen la sutura migre a la zona debilitada de proteólisis, también evita que con los movimientos de la pared la sutura cercene el tejido poco a poco. El hecho de que el músculo se rompa antes de que se abra la línea de sutura demuestra que la fuerza se está disipando efectivamente al resto de la pared abdominal, la cual provee una mayor área, resistencia y elasticidad.

La técnica propuesta además es una opción para la reparación de la pared eviscerada, pues provee mayor fuerza tensil que la sutura tradicional, no se asocia a las complicaciones de los puntos totales, y se puede utilizar aún en casos de infección de la herida. Un último punto que vale la pena mencionar es el económico, pues el tipo de reparación propuesta requiere únicamente de 1 o 2 suturas más, que no se ven reflejadas significativamente en el costo de la operación, a diferencia por ejemplo de las mallas y materiales protésicos cuyos precios oscilan al rededor de los \$6,000.00 dólares (en E.U.). El cierre reforzado está al alcance de cualquier hospital y paciente.

11. Conclusión

En este estudio se comprobó la hipótesis alterna, de que el cierre reforzado de la pared abdominal provee mayor fuerza tensil e impide el desgarro del tejido en comparación con el cierre simple de herida y en el contexto de una pared abdominal debilitada.

Es una técnica que promete solucionar el problema de la sutura desgarrando el tejido, y en consecuencia disminuir la incidencia de evisceración aguda y hernia incisional. Además, es un método que se debe evaluar como alternativa para la reparación del paciente eviscerado.

Los hallazgos de este trabajo justifican realizar un nuevo estudio en pacientes laparotomizados para evaluar la eficacia de este tipo de cierre en el contexto clínico.

12. Referencias

1. Carlson, M. A. Acute wound failure. *Surg. Clin. North Am.* 77, 607–636 (1997).
2. McVay, C. B. & Anson, B. J. Composition of the rectus sheath. *The Anatomical Record* 77, 213–225 (1940).
3. Afzal, S. & Bashir, M. M. Determinants of Wound Dehiscence in Abdominal Surgery in Public Sector Hospital. *Annals of King Edward Medical University* 14, (2010).
4. Sadler, T. W. & Feldkamp, M. L. The embryology of body wall closure: Relevance to gastroschisis and other ventral body wall defects. *Am. J. Med. Genet.* 148C, 180–185 (2008).
5. Turnage, R. H. & Badgwell, B. *Chapter 45 - Abdominal Wall, Umbilicus, Peritoneum, Mesenteries, Omentum, and Retroperitoneum. Sabiston Textbook of Surgery* 1088–1113 (Elsevier Inc.: 2012).
6. Bell, R. L. & Seymour, N. E. Abdominal wall, omentum, mesentery, and retroperitoneum. *Brunnicardi CF. Schwartz's Principles of Surgery. 8th ed. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc* 1317–1328 (2005).
7. Skandalakis, J. *et al.* Surgical anatomy. *Abdominal wall and hernias. Paschalidis Medical, Athens* 458–472 (2004).
8. Burke, A. C. & Nowicki, J. L. A new view of patterning domains in the vertebrate mesoderm. *Dev. Cell* 4, 159–165 (2003).
9. Rizk, N. N. A new description of the anterior abdominal wall in man and mammals. *Journal of Anatomy* 131, 373–385 (1980).
10. Monkhouse, W. S. & Khalique, A. Variations in the composition of the human rectus sheath: a study of the anterior abdominal wall. *Journal of Anatomy* 145, 61–66 (1986).
11. Rath, A. & Chevrel, J. The healing of laparotomies: a bibliographic study part two: technical aspects. *Hernia* 4, 41–48 (2000).
12. Ellis, H., Coleridge-Smith, P. D. & Joyce, A. D. Abdominal incisions--vertical or transverse? *Postgrad Med J* 60, 407–410 (1984).
13. Rath, A., Zhang, J. & Chevrel, J. The sheath of the rectus abdominis muscle: an anatomical and biomechanical study. *Hernia* 1, 139–142 (1997).
14. Standring, S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice.* (Elsevier Ltd:).
15. Askar, O. M. Aponeurotic hernias. Recent observations upon paraumbilical and epigastric hernias. *Surg. Clin. North Am.* 64, 315–333 (1984).
16. Burt, B. M., Tavakkolizadeh, A. & Ferzoco, S. Incisions, Closures, and Management of the Abdominal Wound. *Maingot's abdominal operations* 73–102

17. Ellis, H., Harrison, W., Hugh, T.B. The Healing of Peritoneum Under Normal and Pathological Conditions. *Br J Surg* 52, 471–476 (1965).
18. Albertsmeier, M. *et al.* Evaluation of the safety and efficacy of MonoMax® suture material for abdominal wall closure after primary midline laparotomy—a controlled prospective multicentre trial: ISSAAC [NCT005725079]. *Langenbecks Arch Surg* 397, 363–371 (2011).
19. Bucknall, T. E. Factors influencing wound complications: a clinical and experimental study. *Ann R Coll Surg Engl* 65, 71–77 (1983).
20. Naumann, R. W., Hauth, J. C., Owen, J., Hodgkins, P. M. & Lincoln, T. Subcutaneous tissue approximation in relation to wound disruption after cesarean delivery in obese women. *Obstet Gynecol* 85, 412–416 (1995).
21. Rath, A. & Chevrel, J. The healing of laparotomies: review of the literature. *Hernia* 2, 145–149 (1998).
22. Mizell, J. S. Abdominal surgical incisions: Prevention and treatment of complications. *Uptodate.com* 1–41 (2012).
23. Dubay, D. A. & Franz, M. G. Acute wound healing: the biology of acute wound failure. *Surg. Clin. North Am.* 83, 463–481 (2003).
24. Franz, M. G. The Biology of Hernia Formation. *Surgical Clinics of North America* 88, 1–15 (2008).
25. Rodriguez Hermosa, J. I., Codina-Cazador, A. & Bartomeo Ruiz, J. Factores de riesgo de dehiscencia aguda de la pared abdominal tras laparotomía en adultos. *Cir Esp* 77, 280–286 (2005).
26. Mäkelä, J. T., Kiviniemi, H., Juvonen, T. & Laitinen, S. Factors influencing wound dehiscence after midline laparotomy. *Am. J. Surg.* 170, 387–390 (1995).
27. Penninckx, F. M., Poelmans, S. V., Kerremans, R. P. & Beckers, J. P. Abdominal wound dehiscence in gastroenterological surgery. *Ann. Surg.* 189, 345–352 (1979).
28. Sørensen, L. T., Hemmingsen, U. B., Kirkeby, L. T., Kallehave, F. & Jørgensen, L. N. Smoking is a risk factor for incisional hernia. *Arch Surg* 140, 119–123 (2005).
29. Webster, C. *et al.* Prognostic models of abdominal wound dehiscence after laparotomy. *Journal of Surgical Research* 109, 130–137 (2003).
30. Greenall, M., Evans, M. & Pollock, A. Midline or transverse laparotomy? A random controlled clinical trial. Part I: Influence on healing. *British Journal of Surgery* 67, 188–190 (1980).
31. Hendrix, S. L. *et al.* The legendary superior strength of the Pfannenstiel incision: a myth? *Am. J. Obstet. Gynecol.* 182, 1446–1451 (2000).
32. Proske, J. M., Zieren, J. R. & Mller, J. M. Transverse Versus Midline Incision for Upper Abdominal Surgery. *Surg Today* 35, 117–121 (2005).
33. Poole, G. V. *et al.* Suture technique and wound-bursting strength. *Am Surg* 50, 569–572 (1984).
34. Kumagai, S. G. *et al.* Effects of electrocautery on midline laparotomy wound infection. *Am. J. Surg.* 162, 620–2– discussion 622–3 (1991).
35. Bartlett, L. C. Pressure necrosis is the primary cause of wound dehiscence. *Can J Surg* 28, 27–30 (1985).

36. Herrmann, J. B. Changes in tensile strength and knot security of surgical sutures in vivo. *Arch Surg* 106, 707–710 (1973).
37. Hollinsky, C. & Sandberg, S. A biomechanical study of the reinforced tension line (RTL) – a technique for abdominal wall closure and incisional hernias. *Eur Surg* 39, 122–127 (2007).
38. Seid, M. H., McDaniel-Owens, L. M., Poole, G. V. & Meeks, G. R. A randomized trial of abdominal incision suture technique and wound strength in rats. *Arch Surg* 130, 394–397 (1995).
39. Niggebrugge, A. H., Trimbos, J. B., Hermans, J., Knippenberg, B. & van de Velde, C. J. Continuous double loop closure: a new technique for repair of laparotomy wounds. *Br J Surg* 84, 258–261 (1997).
40. Israelsson, L. & Jonsson, T. Suture length to wound length ratio and healing of midline laparotomy incisions. *British Journal of Surgery* 80, 1284–1286 (1993).
41. Jenkins, T. P. The burst abdominal wound: a mechanical approach. *Br J Surg* 63, 873–876 (1976).
42. Israelsson, L., Jonsson, T. & Knutsson, A. Suture technique and wound healing in midline laparotomy incisions. *Eur J Surg* 162, 605–609 (1996).
43. Millbourn, D., Cengiz, Y. & Israelsson, L. A. Risk factors for wound complications in midline abdominal incisions related to the size of stitches. *Hernia* 15, 261–266 (2011).
44. Millbourn, D., Cengiz, Y. & Israelsson, L. A. Effect of stitch length on wound complications after closure of midline incisions: a randomized controlled trial. *Arch Surg* 144, 1056–1059 (2009).
45. Goligher, J. C. *et al.* A controlled clinical trial of three methods of closure of laparotomy wounds. *Br J Surg* 62, 823–829 (1975).
46. Wadström, J. & Gerdin, B. Closure of the abdominal wall; how and why? Clinical review. *Acta chirurgica scandinavica* 156, 75 (1990).
47. Niggebrugge, A., Hansen, B., Trimbos, J., Van de Velde, C. & Zwaveling, A. Mechanical factors influencing the incidence of burst abdomen. *Eur J Surg* 161, 655–661 (1995).
48. Diener, M. K., Voss, S., Jensen, K., Büchler, M. W. & Seiler, C. M. Elective midline laparotomy closure: the INLINE systematic review and meta-analysis. *Ann. Surg.* 251, 843–856 (2010).
49. Gammelgaard, N. & Jensen, J. Wound complications after closure of abdominal incisions with daxon® or vicryl®. A randomized double-blind study. *Acta chirurgica scandinavica* 149, 505–508 (1983).
50. Bresler, L. *et al.* Results of a controlled trial comparing 3 suture threads at slow resorption for the closure of supra-umbilical midline laparotomies]. *Annales de chirurgie* 49, 544 (1995).
51. Ceydeli, A., Rucinski, J. & Wise, L. Finding the best abdominal closure: an evidence-based review of the literature. *Current Surgery* 62, 220–225 (2005).
52. Goldberg NH, Silverman Ronald P. *Management of Abdominal Wall Defects. Current Surgical Therapy* 665–671 (Mosby, Inc.: 2011).
53. Slater, N. J., Bleichrodt, R. P. & van Goor, H. Wound dehiscence and incisional hernia. *Surgery* 30, 282–289 (2012).

54. Heller, L., Levin, S. L. & Butler, C. E. Management of abdominal wound dehiscence using vacuum assisted closure in patients with compromised healing. *The American Journal of Surgery* 191, 165–172 (2006).
55. Pavlidis, T. E. *et al.* Complete dehiscence of the abdominal wound and incriminating factors. *European Journal of Surgery* 167, 351–354 (2001).
56. Rink, A. D., Goldschmidt, D., Dietrich, J., Nagelschmidt, M. & Vestweber, K. H. Negative side-effects of retention sutures for abdominal wound closure. A prospective randomised study. *Eur J Surg* 166, 932–937 (2000).
57. Balique, J. G. *et al.* Intraperitoneal treatment of incisional and umbilical hernias using an innovative composite mesh: four-year results of a prospective multicenter clinical trial. *Hernia* 9, 68–74 (2005).
58. Scholtes, M., Kurmann, A., Seiler, C. A., Candinas, D. & Beldi, G. Intraperitoneal Mesh Implantation for Fascial Dehiscence and Open Abdomen. *World J. Surg.* 36, 1557–1561 (2012).
59. van Ramshorst, G. H. *et al.* Therapeutic alternatives for burst abdomen. *Surg Technol Int* 19, 111–119 (2010).
60. Madsen, G., Fischer, L. & Wara, P. Burst abdomen--clinical features and factors influencing mortality. *Danish medical bulletin* 39, 183 (1992).
61. Mathes, S. & Abouljoud, M. Wound Healing. *Clinical Surgery* 493 (1987).
62. Pollock, A. V. & Evans, M. Early prediction of late incisional hernias. *Br J Surg* 76, 953–954 (1989).
63. Förstemann, T. *et al.* Forces and deformations of the abdominal wall—A mechanical and geometrical approach to the linea alba. *Journal of Biomechanics* 44, 600–606 (2011).
64. Brown, S. H. M., Banuelos, K., Ward, S. R. & Lieber, R. L. Architectural and morphological assessment of rat abdominal wall muscles: comparison for use as a human model. *Journal of Anatomy* 217, 196–202 (2010).
65. Blanco, E., Aller, M. & Ortega, L. Vertical figure-of-eight stitches for surgical closure of laparotomies in the rat. *Revista española de Investigaciones Quirúrgicas* (2005).
66. Salgado, M. I. *et al.* Abdominal wall morphology and healing resistance after longitudinal and transversal laparotomy in rabbits. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* 34, 232–236 (2007).
67. de Souza Filho, Z. A. *et al.* Abdominal wall healing in reoperated rats. *Acta Cir Bras* 22, 147–151 (2007).
68. Kirilova, M., Stoytchev, S., Pashkouleva, D. & Kavardzhikov, V. Experimental study of the mechanical properties of human abdominal fascia. *Medical Engineering and Physics* 33, 1–6 (2011).