

# MODIFICACIÓN DE LA TÉCNICA DE TERAPIA DE PRESIÓN NEGATIVA PARA TRATAMIENTO DE INFECCIÓN DE LA HERIDA DESPUÉS DE CIRUGÍA DE COLUMNA

*MODIFICAÇÃO DA TÉCNICA DE TERAPIA DE PRESSÃO NEGATIVA PARA TRATAMENTO DE INFEÇÃO DE FERIDA DEPOIS DE CIRURGIA DE COLUNA*

*MODIFICATION OF THE NEGATIVE PRESSURE THERAPY TECHNIQUE FOR TREATMENT OF WOUND INFECTION AFTER SPINAL SURGERY*

MARTÍN BETANCOURT-CARLOS,<sup>1</sup> ARELHI CATALINA GONZÁLEZ-CISNEROS,<sup>2</sup> JOSÉ MARÍA JIMÉNEZ-ÁVILA<sup>1</sup>

1. Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional de Occidente, Ortopedia, Clínica de Columna vertebral, Guadalajara, Jalisco, México.

2. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Guadalajara, Jalisco, México.

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir las indicaciones y contraindicaciones de la terapia de cicatrización de heridas asistida por presión negativa, así como una modificación a la técnica de presión negativa que ha demostrado acortar el número de recambio de apósitos y la estancia hospitalaria con el cierre temprano de la herida. **Métodos:** Se realizó una revisión de la literatura existente en las bases de datos OVID, PubMed, Cochrane y Medigraphic en relación a la terapia de cicatrización de heridas asistida por presión negativa. Es un sistema de cicatrización no invasivo y activo que utiliza presión negativa localizada y controlada, que consiste de un apósito especializado que incluye esponja reticulada que elimina los exudados a través de un tubo a un recipiente hermético. Este conjunto forma micro deformaciones en el lecho de la herida, que se sabe que causan aumento importante de la migración fibroblástica y, por consiguiente, tejido de mayor calidad, formación de tejido de granulación y angiogénesis. **Resultados:** Se constató que este método acorta el número de días de estancia hospitalaria. La técnica describe el cierre primario de la herida después de limpieza intensa y desbridamiento del tejido no viable y de los signos de infección. **Conclusiones:** La terapia de heridas por presión negativa es eficaz para el tratamiento de las infecciones profundas de heridas en el postoperatorio de la columna vertebral, con un tiempo promedio de uso de 1 a 4 semanas en los casos más severos. **Nivel de evidencia IV; Serie de Casos.**

**Descriptor:** Terapia de Presión Negativa para Heridas; Infección; Columna Vertebral.

## RESUMO

**Objetivo:** Descrever as indicações e contraindições da terapia de cicatrização assistida pela pressão negativa, assim como uma modificação nessa técnica, que demonstrou diminuir o número de recargas de curativos e de internação hospitalar, por meio da manipulação do fechamento precoce de feridas. **Métodos:** Foi realizada uma revisão da literatura, em bases de dados da OVID, PubMed, Cochrane e Medigraphic, sobre a terapia de cicatrização assistida pela pressão negativa. Este é um sistema ativo de cura não invasivo utilizando pressão negativa controlada e localizada, que consiste em um curativo especializado, com a inclusão de uma espuma reticulada que conduz, através de um tubo de exsudado, a um recipiente hermético, formando micro deformações no leito da ferida. A técnica tem provado ser uma importante causa do aumento da migração fibroblástica e, conseqüentemente, de tecido de qualidade mais elevada, junto com a formação de tecido de granulação e angiogênese. **Resultados:** Em relação à técnica, descreve-se as etapas como forma de fechamento primário da ferida após limpeza intensa, desbridamento da área não viável e das características infecciosas. Além disso, o uso da técnica demonstrou diminuir o número de dias de internação hospitalar. **Conclusão:** Este método de pressão negativa é eficaz para o tratamento de infecções pós-cirúrgicas profundas da coluna vertebral, sendo usado, em média, de uma a quatro semanas nos casos mais graves. **Nível de evidência IV; Série de Casos.**

**Descritores:** Tratamento de Ferimentos com Pressão Negativa; Infecção; Coluna Vertebral.

## ABSTRACT

**Objective:** To describe the indications and contraindications of negative pressure assisted wound therapy as well as a modification to the negative pressure technique that has been shown to shorten the number of changes of dressings and hospital stay with the early closure of the wound. **Methods:** A review of the existing literature in the databases OVID, PubMed, Cochrane and Medigraphic was carried out in relation to the pressure-assisted closure of wounds. This is a non-invasive and active healing system that uses localized and controlled negative pressure, which consists of a specialized dressing that includes reticulated foam that removes the exudates through a tube to an airtight container. This set forms microdeformations in the wound bed, which are known to cause an important increase in fibroblastic migration and consequently of higher quality tissue, granulation tissue formation and angiogenesis. **Results:** It was found that this method shortens the number of days of hospital stay. The technique describes the primary closure of the wound after intense cleansing and debridement of the non-viable tissue and signs of infection. **Conclusions:** Negative pressure wound therapy is effective for the treatment of deep infections in postsurgical spinal wound, with average time of use of 1 to 4 weeks in the most severe cases. **Level of evidence IV; Case Series.**

**Keywords:** Negative-Pressure Wound Therapy; Infection; Spine.

Trabajo realizado en Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional de Occidente, Ortopedia, Clínica de Columna vertebral, Belisario Domínguez #1000. CP: 44340. Colonia Independencia. Guadalajara, Jalisco, Mexico.

Correspondencia: José María Jiménez Avila. Av. Normalistas, 442, Colinas de la Normal, Guadalajara, Jalisco, México. 44270. josemajimenez@hotmail.com



<http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120191803222148>

## INTRODUCCIÓN

Aun con conocimiento de la biología de las heridas y los nuevos tipos de curaciones disponibles, en la actualidad un gran número de heridas aun falla en curar evolucionando a la cronicidad.<sup>1-3</sup>

La terapia de cicatrización por presión negativa (TCPN) es una manera de actuar positivamente en el ambiente de la herida que se encuentra estancada en las fases de inflamación y proliferación, y aún en heridas que se encuentran en un estado agudo para disminuir su complejidad y evitar complicaciones aplicando presión subatmosférica, la terapia reconoce diferentes nomenclaturas incluyendo: curación o terapia subatmosférica (subatmospheric dressing, subatmospheric therapy), técnica de sellado al vacío (vacuum assisted sealing technique), cierre de heridas mediado por vacío (vacuum assisted closure), mechado al vacío (vacuum packing), entre otros.<sup>1,4-7</sup>

Su mecanismo de acción se basa en tres niveles del proceso de curación de heridas:

1. Remoción del excedente de líquido intersticial.
2. Trasmisión de fuerzas mecánicas que estimulan la proliferación tisular.
3. Mantenimiento de un ambiente adecuado en la herida en cuanto a humedad y temperatura.<sup>1,4,8-10</sup>

Las primeras referencias con respecto a los métodos de curación de heridas se remontan a los "sanadores" egipcios (asu) que al aplicar una curación compuesta por grasa animal, miel y lino, probablemente no sabían que estaban utilizando una curación no adherente, osmótica y antibacteriana y con capacidad de absorción de exudados, respectivamente.

Antes de 1960 el manejo de las heridas estaba dirigido a prevenir la infección por lo cual luego de lavarlas con antisépticos, las mismas se cubrían con una curación seca que evitaría el desarrollo bacteriano.

Se comprobó que las heridas que se mantenían húmedas curaban más rápidamente que las expuestas al aire, desde entonces los beneficios de la curación húmeda han sido probados y son utilizados diariamente en el manejo de heridas.

A medida que la biología de las heridas se ha hecho más conocida, se han definido también las características de la curación ideal.<sup>1,7,9,11-13</sup>

La terapia de cicatrización por presión negativa (TCPN) es un sistema de cicatrización no invasivo, activo que utiliza presión negativa localizada y controlada, esta consta de un apósito especializado que incluye esponja reticulada con una porosidad específica de 400 a 600 micras la cual es sellada con un apósito semioclusivo cuyo objetivo es mantener la presión negativa en el sitio de la herida, llevando a través de un tubo el exudado a un contenedor hermético con un sobre antibacterial y gelatinizante, esto en conjunto forma en el lecho de la herida micro deformaciones que en diversos estudios han demostrado ser causa importante de una mayor migración fibroblástica y por consiguiente un tejido de mayor calidad, mayor formación de tejido de granulación y angiogénesis.

La efectividad de este proceso está dado por:

1. Remoción de fluidos:
  - a. Disminución de factores pro-inflamatorios o degradadores de la matriz extracelular;
  - b. Retiro efectivo de microorganismos contenidos en el lecho de la herida.
2. Aumento del Flujo Sanguíneo Capilar, cuatro veces mayor;
3. Aumento de la Formación de tejido de granulación de hasta 103%;
4. Promoción de un ambiente húmedo para la cicatrización;
5. Reducción del edema local.

No existe en la actualidad una curación que incluya todas estas características y con el objeto de encontrar esta curación ideal, se han probado varias técnicas y materiales como: alginatos, hidrogeles, colágeno y productos de reemplazo de la piel que han demostrado su utilidad en ciertos tipos de heridas.

Existen varios dispositivos en etapa de experimentación y aplicación aún no generalizada como: los factores de crecimiento, agentes farmacológicos, láser, oxigenoterapia hiperbárica y estimulación eléctrica y la mayoría de éstas se consideran como técnicas avanzadas en el cuidado de heridas (advanced wound care

technologies).<sup>1,10,12,14</sup>

Estas se definen como aquellas que inciden en el proceso de curación de heridas en forma activa y positiva por contrarrestar, eliminar o disminuir significativamente por los menos dos factores que puedan comprometer este proceso.

La terapia de cicatrización de presión negativa (TCPN) utilizada en forma aislada o asociada a otras técnicas similares aumenta las tasas de curación de las heridas.<sup>3,7,10,15</sup>

Dado el aumento en el número y expectativa de vida de la población con heridas crónicas, en aquellos que requieren cuidados locales adicionales para llegar a la indicación y oportunidad quirúrgica, o en los que los procedimientos quirúrgicos han fallado, las técnicas avanzadas del cuidado de heridas y entre ellas la TCPN se convierten en la modalidad terapéutica primordial y no raramente la única.<sup>3,6,7,9</sup>

Este tipo de heridas son más probables en el anciano o en las personas con múltiples problemas de salud, debido a que las personas están viviendo mucho más tiempo, con cuadros más complejos y están siendo sometidas a más procedimientos de tratamiento quirúrgico extensivos, el número de personas con heridas crónicas y complicaciones de heridas continúa aumentando, a pesar de la atención médica o de enfermería, algunas de estas heridas no curan fácilmente y causan mucha incomodidad y dolor.<sup>1,4,16</sup>

El manejo inicial de las heridas está dirigido a prevenir la infección, por ejemplo, lavando la herida con un antiséptico y cubriendo la herida con un vendaje seco que no contenga bacterias, la investigación sobre cicatrización de heridas en las décadas de 1950 y 1960 reveló que las heridas agudas curan más rápidamente si se mantienen húmedas, ya que esto permite que las células de la dermis y epidermis se dividan y migren por la superficie de la herida.<sup>2,4,5,12</sup>

A pesar del uso de vendajes modernos, un gran número de heridas crónicas todavía son difíciles de curar, una manera de manipular el medio ambiente de la herida es aplicar una presión negativa tópica (TCPN) (medida en mm Hg) a la superficie de la herida, por medio de un vendaje, el concepto de presión negativa para crear una fuerza de aspiración que posibilite el drenaje de heridas quirúrgicas para estimular la cicatrización de la herida está bien documentado.<sup>1,2,5,8,9,14,17</sup>

Se ha sugerido hace mucho tiempo que si el exceso de líquido no es adecuadamente eliminado de la herida después de una operación, sus componentes pueden funcionar como impedimentos físicos y químicos para la cicatrización de la herida.

El concepto básico de que las fuerzas mecánicas influyen sobre la forma y el crecimiento de los tejidos también está bien documentado, se ha informado que la (TCPN) tiene ambas propiedades es decir, quita el exceso de líquido intersticial y transmite fuerzas mecánicas a los tejidos circundantes con la resultante deformación de la matriz extracelular y de las células.<sup>8-10,18,19</sup>

Se supone que ambos factores estimulan la cicatrización de la herida a través de una variedad de mecanismos, el vendaje adhesivo transparente empleado para afianzar la venda también puede ayudar a mantener un ambiente húmedo de la herida.

Existen varios términos para describir el tratamiento de una herida con TCPN, incluyendo tratamiento o vendaje de presión subatmosférica, técnica de sellado al vacío, cierre de herida asistido por vacío, cierre ayudado por vacío, vendaje de presión negativa, vendaje de espuma con aspiración, compresión por vacío, compresión al vacío o aspiración de la herida con superficie sellada, a los fines de esta revisión, la intervención se denominará TCPN.<sup>8,10,12,13,20</sup>

La TCPN requiere una venda de celdas abiertas (p.ej., espuma, fieltro, toalla quirúrgica, gasa) para comprimir la herida, una estructura tubular, para conectar el vendaje a una bomba de aspiración con un recipiente intermedio que recoge cualquier exudado que pueda existir y un cierre hermético alrededor del vendaje, sin embargo existe evidencia suficiente que demuestra que los apósitos con porosidad específica de 400 a 600 micras son los únicos capaces de lograr las micro deformaciones en el tejido.

Todos los tejidos no viables se extirpan de antemano, la TCPN se considera generalmente contraindicada si la herida o los tejidos circundantes son cancerosos, si hay fístulas que comunican con órganos o

cavidades, en casos que se sospecha de una fístula de líquido cefalorraquídeo o bien si existe tejido necrótico o una osteomielitis no tratada.<sup>1,3,7</sup>

La evidencia de laboratorio acerca del efecto de la TCPN sobre el medio ambiente de la herida se ha obtenido a partir de varios estudios en animales, una serie de estudios, realizados usando un modelo en cerdo de heridas agudas, informó un aumento en la perfusión funcional sanguínea local, una velocidad significativamente superior de formación de tejido de granulación, una reducción significativa de los niveles de bacterias en tejidos y un aumento significativo en el flujo sanguíneo en heridas tratadas con TCPN, comparadas con heridas tratadas con gasa humedecida en solución fisiológica.<sup>9,2,12,20,21</sup>

El uso de TCPN en heridas humanas crónicas ha sido descrito por una cantidad de clínicos, el uso de TCPN para el tratamiento en el domicilio de heridas crónicas ha sido revisado usando ensayos con grupos control no simultáneo.

Esta revisión examina el impacto de la TCPN sobre las heridas humanas crónicas utilizando ensayos en los que los pacientes se han asignado al azar a grupos control coexistente.<sup>4,12,13,16,19</sup>

Así mismo exponemos una nueva técnica de cierre cutáneo y colocación de TCPN que permiten un mejor y más rápida resolución del proceso infeccioso.

En relación con la infección, el principal enfoque de tratamiento es drenar todo el material purulento, quitar los desechos, el tejido desvitalizado, los cuerpos extraños y eliminar la etiología de la infección.<sup>4,5</sup>

Para el manejo de la herida complicada y de los factores arriba mencionados se recurre a diversas terapéuticas, como la limpieza quirúrgica, el empleo de fármacos de mayor potencia, el oxígeno hiperbárico, entre otras, con resultados aceptables, sin embargo, en muchos casos se requiere un largo periodo de atención médica dentro del hospital, con el consecuente consumo de recursos materiales y humanos: antibióticos, antisépticos, material de curación, horas quirófano, tiempo del médico o personal paramédico, entre otras.<sup>19,22,23</sup>

La primera función la ejecuta la unidad computarizada que sirve para extraer fluidos de la herida, evacuados hacia un recipiente por medio del tubo colector colocado sobre la esponja, esta acción acelera el proceso de cicatrización, al activar la señal de división celular y por incremento en el flujo sanguíneo, existen dos tipos de esponja la primera es de poliuretano de poro abierto (400 a 600  $\mu\text{m}$ ), hidrofóbica, indicada para formación de tejido de granulación siempre y cuando no exista tendones, vasos sanguíneos o nervios expuestos, en estos casos se tendrá que utilizar la esponja hidrofílica de polivinilalcohol, ambas tienen la propiedad de transmitir la fuerza de aspiración a la superficie cruenta, donde provoca micro-deformaciones, se cuenta además con una esponja adicional de las mismas características que la de poliuretano pero con una adición de plata para heridas infectadas.<sup>8,10,11,15</sup>

La esponja está diseñada con poro abierto para facilitar la eliminación del exceso de exudado de la herida, transmite la presión subatmosférica a la herida, acción que provoca modificaciones en la superficie del tejido en contacto con ella, induciendo aceleración del proceso de cicatrización, la película adhesiva mantiene ambiente húmedo, con la característica de ser permeable, lo cual facilita el intercambio gaseoso y junto con la esponja, protege la herida de contaminantes del ambiente.<sup>1,12,24,25</sup>

Se ha demostrado también que la presión negativa incrementa el flujo sanguíneo por disminución del edema alrededor de la herida y por la remoción de enzimas dañinas del lecho de la herida.<sup>1,12</sup>

Las indicaciones de la terapia TCPN son: heridas agudas, crónicas, por trauma, quemaduras, úlceras por diabetes o por decúbito y abdomen abierto y se contraindica en heridas con tejido necrótico, osteomielitis no tratada, fístulas no exploradas no étéricas y no se recomienda su colocación en áreas de malignidad.

El trabajo fue aprobado por el Comité de Ética con el número del protocolo de aprobación de la Institución 216-1301-183. Se realizó una modificación de la técnica de uso de la TCPN, en aquellos pacientes que muestran dehiscencia de herida quirúrgica pos operados de instrumentación de columna.

La modificación principal consiste en un cierre casi total primario de la herida. A continuación se describe la técnica paso a paso.

a. Realizar lavado intenso con 3-5 lts. solución salina 0.9% de la

herida dehiscente, continuando con desbridamiento de todo aquel tejido no viable y de características infecciosas.

- Retiro de los bordes cutáneos de la herida dehiscente aproximadamente 2-3 mm, que incluya tejido celular subcutáneo y piel.
- Continuar con cierre por planos de caso el 70% de la longitud de la herida. Realizando cierre de planos profundos con vicryl 1-0 y piel con nylon 2-0 con puntos anti-tensiones.
- Continua con colocación de "tiras" de esponja de plata por la apertura de la herida, hasta planos profundos (teniendo cuidados de cubrir con apósito de alcohol polivinílico los tejidos óseos para evitar el daño de los mismos), a seguir realizar cierre parcial de herida faltante. (Figura 1)
- Importante destacar que los cambio de apósitos deberán de ser como máximo cada 5 días, ya que de ser mayor a este tiempo será difícil extraer por completo las "tiras" de esponja introducidas por la herida.
- Al cabo de 12 días posterior a la utilización de TCPN se puede retirar los puntos de sutura de la primer parte del cierre. (Figura 2)
- Pasados 24 días posteriores a la colocación inicial del sistema de presión negativa y con un exudado menor a 100 cc en menos de 72 hrs, se realiza cierre final de herida (herida resultante menor a 3 cm) con vigilancia de la misma hasta el retiro de ptos de sutura. (Figura 3)

Nota: En pacientes que presenten un exudado menor a 100 cc al momento del primer recambio apósitos, se podrá retirar el sistema de presión negativa y realizar cierre definitivo de herida, con un riesgo mínimo de reapertura de herida.



Figura 1. Paciente masculino con dehiscencia de herida quirúrgica tras instrumentación por fractura de L2.

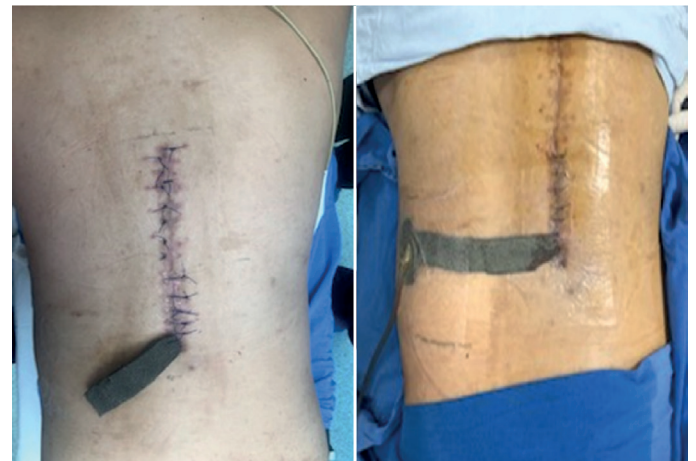


Figura 2. De forma inicial se realiza desbridamiento y cierre cutáneo casi total, con la aplicación de presión negativa. Con puenteo de sitio de colocación de T.R.A.C.

Al realizar cierre de herida de forma inicial y posterior a un aseo y desbridamiento selectivo. Y con la colocación de tiras de apósito de esponja impregnada de plata entre la fascia muscular y el tejido celular subcutáneo se logra la disminución de la presión sobre la piel favoreciendo el cierre precoz de la herida así como, la continua limpieza de la herida a través de la presión negativa. Logrando la resolución temprana de la infección de la herida y el cierre de la misma en un tiempo breve.

Al extraer el excedente de líquido de la zona cruenta, disminuye la compresión, lo que favorece al sistema linfático y al circulatorio, la mayor tensión dificulta la oxigenación así como el paso de nutrientes; aislando la herida se elimina o disminuye la carga bacteriana, que consume nutrientes, oxígeno y desnaturaliza proteínas, con daño a la cicatrización. (Figura 4)

Este tipo de terapia ha sido aceptada en la cirugía de columna, su utilidad es de gran ayuda si se considera el elevado costo de la instrumentación utilizada en este tipo de cirugías y una de las contraindicaciones se encuentra la sospecha o presencia de ruptura o desgarramiento de la duramadre con posible fuga de líquido cefalorraquídeo.<sup>1,3,6,7,23</sup>

## MÉTODOS

Se realizó una revisión de la literatura existente en las bases de datos OVID, PubMed, Cochrane y Medigraphic en relación con el cierre de heridas por presión.

El estudio fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional como el protocolo de aprobación número 216-1301-183.

## CONCLUSIÓN

Las infecciones profundas que ocurren posterior a una cirugía de columna son causa muy significativa de morbimortalidad, ya que tienen una incidencia del 0.9% al 13.4% de todos los procedimientos quirúrgicos, lo cual representa un problema muy importante tanto para el paciente como para el equipo de salud y los distintos niveles de atención.

La terapia de cierre con presión negativa es usada con gran éxito, principalmente en la cirugía abdominal, cirugía de tórax con apertura esternal y en las fracturas expuestas de miembros inferiores, el cual mediante presión negativa se elimina y absorbe el edema y los líquidos, mejorando la circulación sanguínea y generando la proliferación celular con tejido de granulación, así como factores de crecimiento tisular local.

Además se ha demostrado que el uso de terapia con presión negativa disminuye los costos en la atención del paciente, ya que los ahorros económicos derivados de la cicatrización más rápida, el menor tiempo dedicado por el personal médico y paramédico, la menor estancia hospitalaria y la disminución en el tiempo de uso de antibiótico podrían compensar los costos de adquisición de los apósitos para el tratamiento con presión negativa.

Esta técnica que hemos desarrollado nos ha mostrado eficacia en el manejo de heridas dehiscentes de columna y otras áreas de la cirugía ortopédica.

Este método es eficaz para el tratamiento de las infecciones post quirúrgicas profundas de la columna vertebral, utilizándose en promedio de 1 a 4 semanas, influyendo en este tiempo si existe exposición de material inerte, realizando los recambios de la esponja y la película adherente tres veces por semana teniendo un porcentaje significativo de éxito sin retirar el implante expuesto, así mismo realizando repetidos desbridamientos y aseos exhaustivos, hasta el cierre completo de la herida.

La modificación de la TCPN presenta está dada principalmente



Figura 3. Tras 14 días del cierre de herida se retira puntos de sutura y se pasa a cierre del segmento final.



Figura 4. Retiro de puntos de sutura a 5 semanas de primer intervención inicial de TCPN. Cierre total de herida.

por el índice creciente de pacientes que presentan infecciones de heridas quirúrgicas posteriores a una intervención en la columna vertebral.

A esto se añade esta técnica de presión negativa ofrece la disminución de los días de estancia hospitalaria, disminución del tiempo de terapia con antimicrobianos, disminución en los costos de la atención médica y restituir al paciente en el menor tiempo posible a sus actividades cotidianas.

La infección asociada a la atención de la salud, conocida como nosocomial, es la infección localizada o sistémica que resulta como una reacción adversa a la presencia de un agente infeccioso.

En Estados Unidos, este tipo de infecciones deroga más de 100,000 muertes al año con un costo de cerca de \$ 6.7 billones de dólares al año.

En México, la incidencia de infección en el sitio de la cirugía después de una laminectomía descompresiva, discectomía y fusión es menor a 3%, pero la incidencia se incrementa hasta 12% cuando el paciente fue instrumentado.

Todos los autores declaran ningún conflicto de intereses potencial con respecto a este artículo.

**CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:** JMJA (0000-0002-5532-5318) y MBC (0000-0002-9095-8006) fueron los principales contribuyentes en la redacción del manuscrito. JMJA (0000-0002-5532-5318), MBC (0000-0002-9095-8006) y ACGC (0000-0002-4278-5024) realizaron la cirugía, acompañaron a los pacientes y reunieron datos clínicos. MCB, JMJA Y ACGC realizaron la investigación bibliográfica, la revisión del manuscrito y contribuyeron con el concepto intelectual del estudio. \*ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

## REFERENCIAS

1. Antony S, Terrazas S. A retrospective study: clinical experience using vacuum-assisted closure in the treatment of wounds. *J Natl Med Assoc.* 2004;96(8):1073-7.
2. Labler L, Keel M, Trentz O, Heinzelmann M. Wound conditioning by vacuum assisted closure (V.A.C.) in postoperative infections after dorsal spine surgery. *Eur Spine J.* 2006;15(9):1388-96.
3. Morykwas MJ, Faler BJ, Pearce DJ, Argenta LC. Effects of varying levels of subatmospheric pressure on the rate of granulation tissue formation in experimental wounds in swine. *Ann Plast Surg.* 2001;47(5):547-51.
4. Brox-Jiménez A, Díaz-Gómez D, Parra-Membrives P, Martínez-Baena D, Márquez-Muñoz M, Lorente-Herce J, et al. [A vacuum assisted closure system in complex wounds: a retrospective study]. *Cir Esp.* 2010;87(5):312-7.
5. Dunn RM, Ignatz R, Mole T, Cockwill J, Smith JM. Assessment of gauze-based negative pressure wound therapy in the split-thickness skin graft clinical pathway-an observational study. *Eplasty.* 2011;11:e14.
6. Nain PS, Uppal SK, Garg R, Bajaj K, Garg S. Role of negative pressure wound therapy in healing of diabetic foot ulcers. *J Surg Tech Case Rep.* 2011;3(1):17-22.
7. Yuste BV, Rodrigo PJ, Silva BM, Monclús FE, Gómez-Escobar LL. Tratamiento mediante presión negativa VAC de herida infectada tras artrodesis raquídea. *Cir Plast Iberolatinoam.* 2011;37(1):S73-6.
8. Kolios L, Kolios G, Beyersdorff M, Dumont C, Stromps J, Freytag S, et al. Cost analysis of Topical Negative Pressure (TNP) Therapy for traumatic acquired wounds. *Ger Med Sci.* 2010;8:Doc13.
9. Malmström M, Gustafsson L, Lindstedt S, Gesslein B, Ingemansson R. The effects of variable, intermittent, and continuous negative pressure wound therapy, using foam or gauze, on wound contraction, granulation tissue formation, and ingrowth into the wound filler. *Eplasty.* 2012;12:e5.
10. Ortega-León LH, Vargas-Domínguez A, Ramírez-Tapia D, Zaldivar-Ramírez FR, Rodríguez-Báez A, Montalvo-Javé E. Empleo de la presión negativa en el tratamiento de heridas complicadas. Reporte de seis casos. *Cir Gen.* 2011;33(2):115-20.
11. Hsu CC, Tsai WC, Chen CP, Lu YM, Wang JS. Effects of negative pressures on epithelial tight junctions and migration in wound healing. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2010;299(2):C528-34.
12. Singh K, Anderson E, Harper JG. Overview and management of sternal wound infection. *Semin Plast Surg.* 2011;25(1):25-33.
13. Penn-Barwell JG, Fries CA, Street L, Jeffery S. Use of topical negative pressure in british servicemen with combat wounds. *Eplasty.* 2011;11:e35.
14. Armstrong DG, Jude EB. The role of matrix metalloproteinases in wound healing. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92(1):12-8.
15. Canavese F, Gupta S, Krajcovich JL, Emara KM. Vacuum-assisted closure for deep infection after spinal instrumentation for scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90(3):377-81.
16. Saxena V, Hwang CW, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill DP. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg.* 2004;114(5):1086-96.
17. Ortiz PN, Remondino R, González G, Catá CE. Infección profunda post quirúrgica luego de una fusión espinal. Manejo con el sistema de cicatrización asistida por vacío. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2010;74(4):365-8.
18. Peinemann F, Sauerland S. Negative-pressure wound therapy: systematic review of randomized controlled trials. *Dtsch Arztebl Int.* 2011;108(22):381-9.
19. Macedo FB, Carriquiry CE. Tratamiento de heridas utilizando presión negativa tópica. *Bio-medicina.* 2006;2(2):122-30.
20. Gwan-Nulla DN, Casal RS. Toxic shock syndrome associated with the use of the vacuum-assisted closure device. *Ann Plast Surg.* 2001;47(5):552-4.
21. Moffatt CJ, Soldevilla JJ. La presión negativa tópica en el tratamiento de heridas. Documento de Posicionamiento. *Wounds.* 2007;19(1 Suppl):1-9.
22. Venturi ML, Attinger CE, Mesbahi AN, Hess CL, Graw KS. Mechanisms and clinical applications of the vacuum-assisted closure (VAC) Device: a review. *Am J Clin Dermatol.* 2005;6(3):185-94.
23. Jimenez-Avila JM, Calderon-Granados A, Bitar-Alatorre W. Costo directo de las lesiones en columna. *Cir Cir.* 2012;80:435-41.
24. Shi B, Chen SZ, Zhang P, Li JQ. [Effects of vacuum-assisted closure (VAC) on the expressions of MMP-1, 2, 13 in human granulation wound]. *Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi.* 2003;19(4):279-81.
25. Horn PL, Ruth B, Kean JR. Use of wound V.A.C. therapy in pediatric patients with infected spinal wounds: a retrospective review. *Orthop Nurs.* 2007;26(5):317-22.