

# Terapia de presión negativa y podología

Carles Espinosa<sup>1</sup>, Ester Abad<sup>2</sup>, Joan Termens<sup>3</sup>, Leila González Barrera<sup>4</sup>, Alba Arnés<sup>2</sup>, Romà Subirà<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Podología. Profesor asociado UB. <sup>2</sup>Diplomado en podología por la UB. <sup>3</sup>Diplomado en podología por la UB. Máster en Podología clínica y quirúrgica avanzada. <sup>4</sup>Diplomada en Enfermería por la UB. Hospital Universitario de Bellvitge. Barcelona.

Correspondencia:  
Carles Espinosa Mondaza  
E-mail: carlesespinosa@ub.edu

## Resumen

La Terapia por Presión Negativa es un sistema de cicatrización no invasivo y activo que utiliza una presión inferior al valor de la presión atmosférica normal, localizada y controlada, para estimular la curación de heridas. Esto se realiza a través de un sistema de bomba de vacío con una serie de componentes y con un protocolo de aplicación determinado. La Terapia por Presión Negativa está indicada en todos aquellos casos en los que convenga eliminar exudado y reducir edema, aumentar la microcirculación de la herida, estimular el tejido de granulación, mejorar el lecho de la herida y reducir la complejidad y tamaño de la misma.

Numerosos estudios realizados demuestran las ventajas de esta terapia tanto a nivel clínico como a nivel socio-económico. Por el contrario, tras la realización de este trabajo, es evidente la falta de estudios centrados en la aplicación de la Terapia de Presión Negativa en podología (sobre todo en el pie diabético), por tanto, los resultados son insuficientes para establecer con claridad los beneficios terapéuticos y económicos de esta terapia en nuestra disciplina. El objetivo principal de este trabajo es hacer una presentación actualizada de la Terapia por Presión Negativa, de sus fundamentos biológicos y las aplicaciones clínicas actuales más frecuentes y, en consecuencia, la posibilidad de aplicación en el campo podológico.

**Palabras clave:** Terapia Presión Negativa. Herida. Tratamiento.

## Summary

The Negative-Pressure Therapy is a non-invasive system of cicatrization that uses pressure below the normal atmospheric pressure. It is localized and controlled and also used to cure wounds. This is carried out through a vacuum system with a series of components and with a determined protocol of application.

The Negative-Pressure Therapy is used in all those cases where we need to eliminate exudate and reduce edema, to increase the microcirculation of the wound, to stimulate the granulate tissue, to improve the wound and reduce the complexity and size of it. Numerous studies demonstrate the benefits of this therapy both at a clinical and socio-economic level. However, after the completion of this research, it is obvious that there is a lack of study focusing on the application of Negative-Pressure Therapy in podiatry (especially in the diabetic foot), therefore the result is insufficient to establish therapeutic benefits and economic impact of this therapy in our discipline.

The main goal of this article is to present an up-to-date perspective of the Negative-Pressure Therapy, its biological foundations and the most frequent clinical applications today, and as a result, the possibility of this application in the podiatry field.

**Key words:** Negative pressure therapy. Wound. Treatment.

## Introducción

SA pesar de los avances en el conocimiento de la fisiopatología de las heridas y de las nuevas terapias existentes en la actualidad, un gran número de heridas evolucionan hacia la cronicidad. La terapia con presión negativa tópica (NPT), desarrollada por los Doctores L. Argenta y M. Morykwas de la Escuela de medicina de la Universidad de Wake Forest en Carolina del Norte de EE.UU en 1989, es una manera de actuar positivamente en el ambiente de la herida aplicando una presión inferior a la presión atmosférica normal<sup>1</sup>. Es un sistema de cicatrización no invasivo y activo que utiliza una presión negativa localizada y controlada para estimular la curación de las heridas tanto agudas como crónicas<sup>2</sup>.

Básicamente su mecanismo de acción ocurre a tres niveles del proceso de curación de heridas:

- Estimulación del flujo sanguíneo.
- Reabsorción del exceso de líquido intersticial.
- Mantenimiento de un ambiente adecuado en la herida en cuanto a humedad y temperatura y manteniendo un sistema bien oxigenado lo cual disminuye la colonización bacteriana anaeróbica.

Las primeras referencias con respecto a los métodos de curación de heridas se remontan a los "sanadores" egipcios 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<sup>2</sup>. Antes de 1960 el manejo de las heridas estaba dirigido a prevenir la infección, posteriormente a un lavado con antisépticos, las mismas se cubrían con una cura seca que evitaría el desarrollo bacteriano. En 1962 Winter comprobó que las heridas que se mantenían húmedas curaban más rápidamente que las expuestas al aire<sup>2,3</sup>. 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, sería aquella cura que:

- extraiga el exudado y componentes tóxicos,
- mantenga humedad,
- permita el intercambio gaseoso,
- mantenga la temperatura,
- proteja de la infección,
- permita su manipulación sin lesión secundaria.

Alginatos, hidrogeles, colágenos, factores de crecimiento... han demostrado su eficacia en cierto tipo de heridas pero actualmente no existe ningún método que cumpla todas las premisas anteriormente descritas<sup>4</sup>.

La aplicación clínica de la presión negativa se remonta miles de años atrás. Se utilizó por primera vez como adyuvante en técnicas de acupuntura de la medicina china cuando se observó que causaba hiperemia. Posteriormente, en 1841, Junod adoptó el método aplicando tazas de cristal calientes a la piel de los pacientes para "estimular la circulación". Cuando se enfriaba el aire, se creaba una presión subatmosférica dentro de la taza de cristal, lo que causaba hiperemia<sup>1</sup>.

La NPT se está demostrando como un importante avance en el cuidado de las heridas asociado a resultados clínicos excelentes en un gran número de casos clínicos y ensayos aleatorios controlados<sup>2,3</sup>.

## Fisiopatología del mecanismo de reparación de las heridas

Cuando se produce una herida, el organismo pone en marcha una serie de procesos encaminados a la reparación y reemplazamiento de los tejidos lesionados, este proceso recibe el nombre de cicatrización, que se divide en cuatro fases cronológicas, encadenadas y en ocasiones superpuestas<sup>5</sup>:

- Inflamación
- Destrucción
- Reconstrucción
- Remodelación

Estos mecanismos de cicatrización son idénticos en heridas que lo hacen por primera intención como en aquellas que cicatrizan por segunda intención.

La respuesta inmediata en el área afectada es una vasoconstricción transitoria, seguida de una vasodilatación activa y aumento de la permeabilidad vascular venosa, como resultado hay filtración del líquido plasmático, lo cual provoca edema intersticial rico en proteínas, anticuerpos, agua y electrolitos.

Coincidiendo además con la vasodilatación, ocurren los fenómenos de migración, adherencia y diapédesis de los neutrófilos, más tarde aparecen los leucocitos, atraídos químicamente y comenzarán su acción fagocitaria e inductora de productos precursores de la aparición de los fibroblastos. Estos últimos empiezan a estar presentes en la base de la herida alrededor del 4º o 5º día y son los

responsables de la producción de los precursores del colágeno<sup>5</sup>. Alrededor del 2º-3º día empiezan a aparecer células endoteliales en el tejido de desarrollo inflamatorio. A medida que avanza el proceso de cicatrización, aparece el tejido de granulación, tejido formado por fibras de colágeno, fibroblastos y una peculiar mezcla de polisacáridos y sales junto a otros productos coloidales y vasos sanguíneos de nueva creación. El tejido de granulación rellena el lecho de la herida y produce una especie de matriz gelatinosa proveniente del interior de las mallas de fibras de colágeno que con el tiempo irá siendo reemplazado por tejido conectivo<sup>5</sup>. Paralelamente al recubrimiento del lecho de la lesión por tejido de granulación se pone en marcha la fase de contracción, fase que empieza alrededor del final de la primera semana y que puede continuar hasta que se rellena el espacio correspondiente al lecho de la herida, en la que los miofibroblastos, producen una disminución del área de la lesión por contracción de los bordes hacia el centro de la herida<sup>5</sup>. La producción de tejido de granulación continúa hasta que la base de la cavidad producida por la herida está próxima al nivel de la piel circundante, momento en que el epitelio que hay alrededor de la lesión, empieza a extenderse hacia el centro de la lesión recubriéndola, restaurándose la continuidad de la epidermis<sup>5</sup>. Posteriormente se produce el remodelado del nuevo tejido formado, que puede durar meses y que concluye con la reconstrucción total del tejido lesionado<sup>5</sup>. Para que el cierre de la herida sea lo más rápido y con la mayor calidad posible, los tratamientos empleados deben estar dirigidos a procurar la mayor perfusión tisular posible en la zona, para aportar los factores y nutrientes necesarios en el crecimiento celular y evitar la contaminación bacteriana.

## Metodología

Se tomó en cuenta la literatura internacional mediante una revisión bibliográfica del tema tratado en bases de datos Pubmed, Medline, Cochrane y revistas disponibles en nuestro medio. Las palabras clave utilizadas fueron terapia presión negativa, pie diabético, y se acotó la búsqueda a fuentes de revistas científicas con publicación posterior al año 2005. Los resultados obtenidos fueron 30 artículos de los cuales se excluyeron 13, unos por utilizar bibliografía poco actualizada, otros artículos por basarse en unas muestras poblacionales pobres o bien por discrepancias metodológicas.

Además, esta información fue contrastada con la experiencia clínica observada por uno de los autores y la incipiente experiencia clínica profesional en el área de la cirugía reparadora.

## Mecanismo de acción de la NPT

El mecanismo de acción de la NPT en las heridas es multifactorial pudiéndose agrupar en los siguientes apartados:

### Reducción del edema local

Las heridas crónicas y en menor grado las agudas y subagudas se caracterizan por presentar una acumulación de fluido intersticial en su periferia (edema tisular). Este edema genera una compresión extrínseca en la red microvascular. Este hecho origina que el aporte arterial de la herida esté alterado y que exista una disminución de la presión de oxígeno en los tejidos; por otro lado interfiere el drenaje venoso y linfático, perpetuando el edema. Se demostró que la aplicación de la NPT en las heridas, estimula el regreso de fluidos y disminuye el edema tisular en la periferia de las mismas. Esto promueve un aumento progresivo de la circulación microvascular, constatada mediante estudios con Doppler<sup>1</sup>. De igual manera, en los exudados de las heridas crónicas se evidencia la presencia de enzimas que degradan la zona germinativa (colagenasas en su mayoría) y un déficit de factores inhibidores de las mismas y de factores de crecimiento celular<sup>6,7</sup>. Éstos actúan en detrimento de la curación de las heridas, por lo que la aplicación de la NPT al extraer los fluidos retira de la herida el exceso de proteasas, de sus productos de degradación y de factores inhibidores del crecimiento celular, mejorando el microambiente de la misma<sup>6</sup>.

### Estimula el flujo sanguíneo y la formación de tejido de granulación

En estudios en animales se constató un incremento del 63,3% en la tasa de formación de tejido de granulación en las heridas tratadas con NPT en forma continua en comparación con las curas húmedas. Este resultado es significativo si se lo compara con la tasa de granulación obtenida utilizando factores de crecimiento como el derivado de las plaquetas (PDGF) y el fibroblástico básico (FGF)<sup>6,1</sup>. Estudios clínicos de expansión tisular, de distracción ósea y estudios in vitro

han demostrado que la aplicación de fuerzas mecánicas controladas en tejidos, inducen un aumento en la tasa de mitosis celular y en la formación de nuevos vasos sanguíneos. Basándose en estos estudios, se demostró el hecho de que las células pueden percibir la acción de fuerzas mecánicas, probablemente a través de cambios en su citoesqueleto, y responder mediante la regulación de ciertos genes que tienen como final la proliferación celular y angiogénesis. La tensión tisular que genera la NPT provee a las células de este contexto físico, siendo ésta la base biológica predominante de su acción<sup>6</sup>.

### Reducción de la colonización bacteriana local

Se ha comprobado en estudios experimentales y clínicos una disminución en los contenidos bacterianos de las heridas tratadas con NPT. En estudios con animales (en este caso fueron cerdos) todos (grupo de control y grupo NPT) fueron infectados con  $10^8$  organismos/tejidos. Las heridas NPT mostraron una reducción significativa del número de microorganismos ( $< 10^5$ ) en los días 4-5 (colonización de bacterias reducidas en un 1000X) en comparación con el día 11 en el grupo de control. La angiogénesis conlleva a un aumento del flujo sanguíneo y el consecuente aumento en la oxigenación tisular local, lo cual genera un mayor reclutamiento de células del sistema inmune (neutrófilos, macrófagos) y una reducción en potencial para la infección por organismos anaerobios. Por lo tanto, mejora la resistencia tisular a la infección, lo que acelera la curación de heridas.

### Crea un ambiente húmedo para la cicatrización y mejora la migración epitelial de los tejidos adyacentes

La reducción del edema tiene un efecto positivo en la cicatrización de las heridas, ya que existe una reducción de factores inhibidores contenidos en fluidos del tercer espacio (factor químico) y hay una descompresión de vasos sanguíneos pequeños que restablece el flujo (factor mecánico)<sup>8</sup>.

### Indicaciones y contraindicaciones

En todas las situaciones, lo primero es evaluar y tratar la etiología subyacente de la herida y de las enfermedades concomitantes. Para garantizar que

el tratamiento sea adecuado y conseguir el máximo efecto beneficioso es fundamental mejorar en lo posible, todos los aspectos del bienestar físico, nutricional y psicosocial del paciente.

### Indicaciones específicas

#### *Heridas agudas y traumáticas*

El tratamiento de este tipo de heridas, necesita un enfoque multidisciplinar.

La NPT se utiliza para tratar heridas con amplia pérdida de partes blandas y empieza a utilizarse actualmente en el tratamiento de las fracturas abiertas de la extremidad inferior, heridas por traumatismos de alta o baja energía, heridas de fasciotomía y lesiones por quemaduras<sup>9</sup> (Figura 1). La NPT permite estabilizar los injertos cutáneos y mejorar la cicatrización de la zona donante, estabilizar lesiones por traumatismos de alta o baja energía, lo cual permite movilizar al paciente sin peligro.

#### *Heridas abiertas crónicas: úlceras diabéticas, úlceras por presión, úlceras por estasis venosas*

Para favorecer el éxito de este tratamiento en las heridas abiertas crónicas debemos tener en cuenta

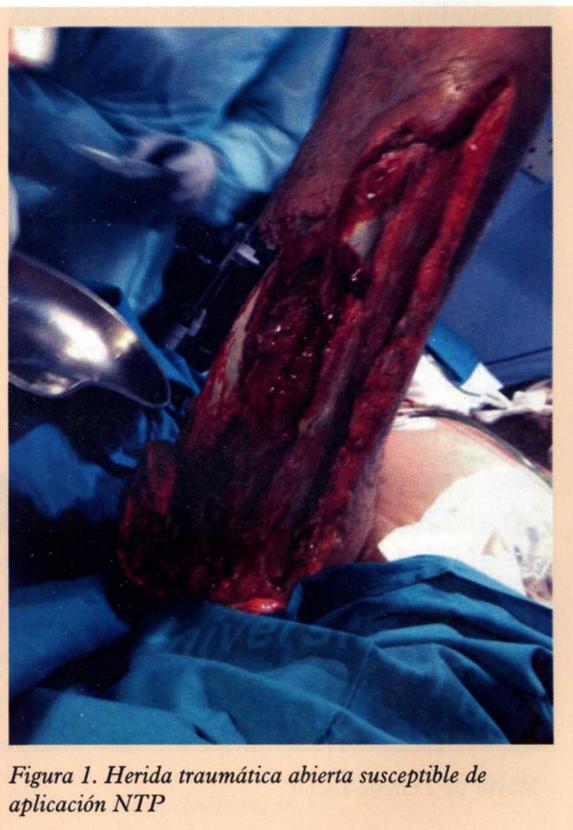


Figura 1. Herida traumática abierta susceptible de aplicación NPT

que la herida deberá tener una buena perfusión, un lecho granulado sano, realizar un desbridamiento en caso necesario, que sea mayor de 2 cm de ancho y con abundante exudado.

En estas condiciones ideales, las heridas que están bien profundadas responderán rápidamente al tratamiento y mostrarán signos de formación del tejido de granulación. En las heridas crónicas, los factores enumerados en la Tabla 1 ayudarán a determinar si es probable que la herida responda favorablemente al tratamiento con NPT.

### *Incisiones dehiscentes*

El sistema de NPT debe considerarse como un tratamiento de elección para la herida esternal dehiscente tras una intervención quirúrgica cardíaca. En heridas con infección profunda, es esencial desbridar el hueso antes de aplicar la terapia, el tratamiento en este tipo de heridas debe combinarse con la administración de antibióticoterapia adecuada.

En las heridas abdominales abiertas la NPT se puede utilizar para conseguir el cierre primario diferido de la fascia o para acelerar la formación del tejido de granulación antes de hacer un injerto cutáneo<sup>9</sup>.

### **Precauciones**

Es muy importante tener en cuenta una serie de precauciones al aplicar los apósitos estándar de NPT sobre órganos, vasos o tejidos expuestos, y es que la colocación de la espuma sobre un vaso puede lesionar dicha estructura. Hay que vigilar frecuentemente el volumen de sangrado y el contenido del depósito.

Otra precaución importante que deberemos tener en cuenta es en la aplicación de los apósitos sobre fístulas a órganos o cavidades corporales. Así mismo cuando haya una posible neoplasia maligna de la herida.

Se deberá extremar la precaución en presencia de trastornos de coagulación, en pacientes que bien tomen anticoagulantes orales o bien se hayan sometido recientemente a un acto quirúrgico<sup>9</sup>.

### **Efectos adversos**

Los efectos adversos más frecuentemente descritos son el sangrado y el dolor durante los procesos de cambio de cura. En muy contadas ocasiones en la bibliografía revisada se han descrito osteomielitis e infecciones de la herida, por lo que debemos concretar que los efectos adversos del tratamiento con presión negativa son raramente frecuentes.

Es preciso tener en cuenta los efectos adversos comunicados a la *Food and Drug Administration* (FDA), entre 1998 y 2004. Se refieren tres casos de muerte por sangrado masivo en pacientes tratados con dispositivos de vacío<sup>10</sup>. En las tres ocasiones se produjo hemorragia por erosión de un vaso sanguíneo de la zona intervenida, debido al dispositivo de vacío.

### **Contraindicaciones**

Se desaconseja utilizar la NPT como tratamiento aislado para heridas infectadas, hay textos que indican que se podría utilizar "con cuidado extraordinario" en este tipo de heridas, siempre que se acompañe del tratamiento adecuado para la infección<sup>1</sup>.

Es muy importante comprobar el aspecto de la herida y su evolución con regularidad aunque ésta no esté infectada. Posibles cambios que indiquen infección, un aumento del volumen del exudado o un aumento rápido de la presencia de sangre en el recipiente contenedor requiere un estudio inmediato con interrupción del tratamiento hasta que se controle la infección o la hemorragia.

En referencia al tamaño, las dimensiones de la herida deben comenzar a disminuir a medida que

**Tabla 1. Factores que favorecen el éxito del tratamiento con NPT**

<b>Factores de la herida</b>	<b>Factores del paciente</b>
Con buen riego sanguíneo	Estabilizado medicamentosamente
Recién desbridada	Con pocas enfermedades concomitantes o éstas controladas
Con lecho granulado sano	Colaborador
Con abundante exudado	Buen estado nutricional
Mayor de 2 cm de ancho	

el proceso de cicatrización va avanzando. Para controlar dicho proceso es importante disponer de un método de medición que sea exacto y reproducible, si al cabo de dos semanas la superficie de la herida no se ha reducido al menos un 15%, se suspenderá el tratamiento.

En las heridas crónicas, tras la primera aplicación, si la inflamación de los bordes de la herida ha aumentado, se suspenderá el tratamiento con NPT, se deben explorar tanto los bordes como el lecho de la herida regularmente, buscando un buen tejido de granulación del lecho, si no existiera una evolución favorable también suspenderíamos el tratamiento con NPT.

No está demasiado clara, tampoco, la aplicación de NPT en heridas superficiales, debido a la tensión que ejerce el tratamiento en la herida y en caso de heridas isquémicas se valorará la derivación al cirujano vascular antes de instaurar el tratamiento.

El tratamiento está totalmente contraindicado cuando exista malignidad de la herida, tejido necrótico con escarificación presente u osteomielitis sin tratar.

## Metodología de aplicación y recursos materiales

Antes de empezar el tratamiento con el sistema NPT es importante definir los propósitos del tratamiento, los objetivos y los criterios de valoración clínicos. El objetivo en algunas circunstancias será evitar más complicaciones y controlar los síntomas, más que influir en el tiempo, hasta lograr la cicatrización. Entre los criterios de valoración clínicos del tratamiento con NPT se encuentran, por ejemplo, la reducción del volumen al 50%, la formación de un 80% del tejido de granulación y el cierre completo. Como se ha comentado anteriormente los propósitos fundamentales de la aplicación de esta técnica serán eliminar el exudado, aumentar el riego microvascular local, estimular la formación de tejido de granulación, reducir la complejidad y tamaño de la herida.

El dispositivo comercial de la NPT Figuras 2 y 3 consta de unas esponjas estériles de diferentes tamaños, una cánula de aspiración, una lámina selladora y una bomba de succión con un reservorio Figura 4. El sistema es capaz de proveer niveles controlados de presión subatmosférica continua o intermitente de entre -25 a 200 mm Hg. El sistema consta de alarmas y sensores que detectan

fugas de vacío y avisan si el reservorio está lleno. Los componentes del sistema son desechables y de un solo uso.

Existen unos protocolos específicos según el tipo de herida para el ajuste de la configuración de la



Figura 2. Sistema NPT



Figura 3. Sistema NPT



Figura 4. Set para cambio de cura (esponja, film adhesivo, ventosa, cánula y conexiones en Y)

presión. La configuración por defecto del sistema es de 125 mm Hg en una indicación continua. Esta configuración puede ajustarse en incrementos de 25 mm Hg cuando hay drenaje excesivo o cuando el volumen de la herida es grande, y puede reducirse en disminuciones de 25 mm Hg cuando el paciente presenta problemas nutricionales, problemas de insuficiencia circulatoria, cuando existe un crecimiento excesivo del tejido de granulación o riesgo de hemorragia excesiva. La investigación ha demostrado que el tratamiento intermitente (cinco minutos con aspiración y dos sin aspiración) estimula la formación más rápida de tejido de granulación que únicamente una presión negativa continua<sup>1</sup>.

Se recomienda usar el tratamiento continuo durante las primeras 48-72 horas en todas las heridas. Aunque el tratamiento intermitente suele ser después la opción preferida, puede estar indicado seguir con el tratamiento continuo en:

- Pacientes con molestias con el tratamiento intermitente.



Figura 5. Material necesario para la realización de la cura



Figura 6. Material necesario para la realización de la cura

- Difícil mantener un sellado estanco (ej. Heridas en dedos de los pies).
- Existencia de injertos o colgajos.
- Cuando existan niveles altos de drenaje.

La intensidad se relaciona con la velocidad con la que el dispositivo alcanza la presión deseada tras iniciar el tratamiento. Cuanto menor es el ajuste de la intensidad, más tardará en alcanzar la presión deseada. Se recomienda que el tratamiento comience con la configuración de la intensidad más baja, lo que permite un aumento lento y suave de la presión negativa y la compresión resultante de la esponja en la herida. Pueden ser necesarios ajustes de intensidad mayores cuando la herida tenga mucho exudado o cuando sea difícil la aplicación del apósito.

Es imprescindible para el éxito de la técnica el mantenimiento del sellado. Para ello es fundamental que la piel que rodea a la herida esté seca o que el conducto de aspiración se sitúe lejos de prominencias óseas (mejor superficies planas). Si a pesar de ello no se consiguiera el sellado debemos recurrir a soluciones como la aplicación de un adhesivo líquido quirúrgico o la colocación y superposición de láminas selladoras que abarquen más área de piel íntegra.

### Técnica de aplicación

Los recursos materiales para realizar la cura serán los siguientes:

- *Material estéril*: gasas, guantes, tallas, suero fisiológico, tijeras, pinzas, bata, gorro, mascarilla.
- *Material del sistema NPT*: esponjas de poliuretano, esponjas de alcohol polivinilo, lámina adhesiva, cánula de drenaje, conexión en Y, contenedor, bomba de aspiración continua-intermitente.
- *Material no estéril*: guantes para retirar el sistema (Figuras 5 y 6).

En caso necesario se debe realizar una limpieza quirúrgica de la herida eliminando escaras o esfacelos si procede y consiguiendo la hemostasia de la misma. A continuación, se debe irrigar la zona con solución salina o solución desinfectante. La zona circundante a la herida debe estar seca y en buen estado, si no es así, se debe aplicar un apósito protector. El apósito o esponja se debe cortar en proporción al tamaño de la herida y debe ser colocado sin ejercer presión en la cavidad cubriendo de esta forma toda la base, laterales y zonas con pérdida de sustancia. Seguidamente se aplicará la lámina selladora (igualmente sin ejercer presión y sin estirar) sobre toda la herida, incluido el apósito/esponja y abarcando de 3 a 5

cm de piel intacta. A esta lámina se le realizará una incisión, preferentemente en forma circular, y con un diámetro aproximado de 1cm para permitir la aplicación de la presión negativa y en caso de existir exudado que éste traspase la lámina y se dirija a través de la cánula depositándose en el recipiente contenedor Figura 7. Se coloca la ventosa adhesiva, que conectará con el sistema de presión negativa a través de una cánula, en el mismo lugar donde hemos realizado la incisión en la lámina, haciendo coincidir de esta forma ambos orificios.

La frecuencia del cambio de curación oscila entre las 24 horas de los primeros días llegando a las 72 horas si existe una buena evolución de la herida. Para evitar adherencias de la esponja al lecho de la herida se puede aplicar anteriormente una sola capa de apósito no adherente graso.

### Beneficios sociales y económicos

La creciente bibliografía con evidencias clínicas revisadas y publicadas demuestran la eficacia de la NPT, reflejándose directamente en la reducción de la superficie de la herida, el tiempo medio que tardan éstas en estar preparadas para la cirugía, el tiempo de cicatrización completa y el porcentaje de amputaciones.

La NPT proporciona una serie de potenciales beneficios sociales y económicos resumidos en la Tabla 2<sup>11,12</sup>.

### Discusión

Como se ha comentado en la introducción de este trabajo, la aplicación de presión negativa con fines terapéuticos se remonta siglos atrás, pero es el año 1841 en que Junod aplica campanas de vidrio que provocan succión, sobre la piel sana generando lo que él denominaba “hiperemia terapéutica”<sup>5</sup>. Años después, concretamente en el 1952 A. Raffel describió la aplicación de drenajes utilizando presión negativa bajo los colgajos dermograsos tras la realización de una mastectomía con el fin



Figura 7. Imagen del contenedor con contenido de exudado

Tabla 2. Beneficios sociales y económicos del uso de la NPT

Beneficio clínico	Beneficio social	Beneficio económico
Cicatrización más rápida	Reducción del periodo de incapacidad Reducción de la estancia hospitalaria Tratamiento en un entorno de menor riesgo Recuperación más rápida de la actividad	Menores costes de hospitalización Menores costes de tratamiento Paso rápido a un entorno de tratamiento de menor coste
Cicatrización eficaz	Menor trastorno del estilo de vida normal Menores molestias por cambios de apósitos	Mayor productividad del servicio de enfermería Menor necesidad de analgésicos Reducción del gasto en apósitos
Ayuda a prevenir infecciones	Sin apósitos con fugas Mantiene la ropa del paciente limpia, sin exudados lo que aumenta su calidad de vida	Menor coste de tratamiento Menor uso de ATB
Reducción de los costes de tratamiento	Rehabilitación más rápida Menor impacto sobre las actividades cotidianas	Prevención de gastos de quirófano Menores costes de rehabilitación Menor carga para la asistencia social Reducción del tiempo y de los costes en los cuidados sanitarios

de evitar complicaciones postoperatorias como hematomas e infecciones<sup>6</sup>.

En 1966 varios autores rusos como Davydov, Iankov, Inoiatov y Kochev aplicaron este concepto de colocación de drenaje aspirativo en heridas cerradas. En 1989 Zamierowski, un cirujano plástico, patenta un dispositivo que permite la evacuación continua de heridas cubierto por una membrana impermeable<sup>5</sup>. El uso de la presión negativa en el tratamiento de heridas tiene raíces antiguas pero el concepto de NPT es nuevo. Este concepto fue descrito por Fleischmann *et al.* en 1993 en Alemania aplicando presión subatmosférica en 15 pacientes con fracturas expuestas. Los autores reportaron que los resultados del tratamiento fueron una marcada proliferación del tejido de granulación de la herida con una ausencia de infecciones óseas. Posteriormente los mismos autores, lo utilizaron en la terapéutica del síndrome compartimental en miembros inferiores y en infecciones agudas y crónicas con buenos resultados<sup>7</sup>. En la misma fecha pero en la Universidad de Wake Forest en Estados Unidos, los Doctores Louis Argenta y Michael Morykwas tienen una experiencia similar con el uso de presión negativa por lo cual patentan un dispositivo para su aplicación clínica; es aprobado para su uso clínico por la *Food and Drug Administration* (FDA) en 1993. La licencia para su comercialización mundial es de Kinetic Concepts Inc., San Antonio, Texas y la marca registrada es V.A.C.™ (siglas de “*vacuum assisted closure*” o cierre de heridas mediado por vacío)<sup>1</sup>.

En un estudio de Nord *et al.* los autores concluyen que si las modalidades de la terapia convencional hubieran sido sustituidas por la NPT durante un 50% del tiempo, las instituciones sanitarias podrían haberse ahorrado 0,7 billones € al año<sup>13</sup>. De los muchos estudios que examinan coste-efectividad de la NPT reflejamos tres de ellos por considerarlos sumamente representativos. Un estudio retrospectivo en el 2005, Schwien *et al.*, comparan 60 pacientes con UPPs, grados III y IV, tratadas con NPT (n=60), con pacientes tratados con otros métodos de tratamientos de heridas (n=2,288). Observan que los pacientes tratados con NPT fueron hospitalizados menos veces (35% vs. 48%,  $p \leq 0,05$ ), incurrieron en menos hospitalizaciones a causa de los problemas con sus heridas (5% vs. 14%,  $p \leq 0,01$ ), y precisaron de menos asistencias de cuidados emergentes consecuencia de problemas con las heridas (0% vs. 8%,  $p \leq 0,01$ ) suponiendo todo esto un ahorro

en costes comparado con otros tratamientos de 4.209 \$<sup>14</sup>.

En el 2004, un estudio retrospectivo realizado por Page *et al.*, observaron durante un año de seguimiento a pacientes tratados por heridas. Aquellos pacientes tratados con NPT contaban con un 80% menos de riesgo de necesitar readmisiones hospitalarias ( $p=0,020$ ), un 83% de reducción de complicaciones ( $p=0,0075$ ), y un 76% de reducción de otros procedimientos quirúrgicos ( $p=0,028$ )<sup>15</sup>. Moües *et al.* realizaron un estudio prospectivo randomizado, en los Países Bajos, para analizar los costes de la NPT y el tratamiento convencional con cura húmeda, en el manejo de heridas profundas que no pudieran cerrarse inmediatamente, consecuencia de la infección. La media de costes por hospitalización fue de 1.788 € para el grupo tratado con NPT y de 2.467 € ( $p=0,043$ ) para aquellos pacientes recibiendo tratamiento convencional, todo como resultado de una duración menor del tiempo necesario hasta que los pacientes estuvieron preparados para la cirugía en los que fueron tratados con NPT<sup>16</sup>.

## Terapia presión negativa y podología

Según los estudios nombrados anteriormente sugieren que los efectos con presión negativa son: optimización del flujo sanguíneo, reducción de la inflamación en los tejidos de la zona y la eliminación de los fluidos potencialmente dañinos para la herida<sup>9,10</sup>. Estos cambios fisiológicos generan un entorno húmedo para la curación y facilitan la eliminación de bacterias de la úlcera. Además la aplicación de presión subatmosférica podría ayudar a aumentar el ritmo de división celular y, por consiguiente, la formación de tejidos de granulación Figuras 8 y 9. Esto parece que podría ser eficaz a la hora de mejorar las lesiones de pie diabético complicadas<sup>17</sup>.

En la literatura médica hay escasas pruebas científicas sólidas sobre la aplicación de este tipo de curación en heridas de pie diabético.

En un estudio realizado por Armstrong *et al.* se examinó el uso del tratamiento con NPT después de una amputación parcial de un pie diabético. En este estudio multicéntrico llevado a cabo en 162 pacientes se comparó el tratamiento con NPT usando el sistema V.A.C.® con el tratamiento convencional húmedo de heridas. Los apósitos de NPT se cambiaron cada dos días, mientras que

los del tratamiento convencional se cambiaron siguiendo las directrices de consenso. El tratamiento convencional consistió en apósitos que promovían un entorno húmedo de la herida, como alginatos, hidrocoloides, espumas o hidrogeles, siguiendo las directrices clínicas según el criterio del médico que atendía al paciente. Se sometió a seguimiento a los pacientes durante 112 días o hasta que la herida cicatrizó<sup>17</sup>.

Las tasas de cicatrización al final del estudio fueron del 56% en el grupo de tratamiento con NPT y del 39% en el grupo de tratamiento convencional ( $p = 0,040$ ). Las heridas de la mayoría de los pacientes cicatrizaron por primera intención y no hubo una diferencia significativa en el porcentaje de heridas cicatrizadas por segunda intención entre ningún grupo. El tiempo medio transcurrido hasta la cicatrización en el grupo de tratamiento con PTN fue de 56 días, frente a 77 días en el grupo de tratamiento convencional. La mediana del tiempo transcurrido hasta alcanzar un porcentaje de granulación del 76%–100% fue de 42 días en el grupo de tratamiento con NPT y de 84 días en el grupo de tratamiento convencional ( $p = 0,002$ ).

Estos hallazgos tienen implicaciones económicas importantes, ya que indican que es probable que las heridas cicatricen antes en más pacientes tratados con el tratamiento con NPT que con el tratamiento convencional. Estos resultados son directamente relevantes para los responsables de tomar decisiones económicas en el ámbito de la sanidad y su repercusión sobre los presupuestos se puede cuantificar fácilmente<sup>17</sup>.

Las Tablas 3 y 4 refieren en qué tipo de lesiones de pie diabético se aconseja utilizar la terapia de presión negativa, según la clasificación de Wagner y la clasificación de Texas<sup>18</sup>.

Según la clasificación de Wagner, la terapia de presión negativa estaría aconsejada en prácticamente todos los grados de úlcera, excepto en aquellos casos en los que exista gangrena (necrosis o amputación); en la clasificación de Texas, la NTP se desaconsejaría en aquellos casos en los que la úlcera penetre hasta tendón, cápsula o articulación y coexista isquemia.

## Conclusión

Cuando se plantea el uso de la NTP para el tratamiento de heridas, hay que considerar aquellos mismos criterios que se aplicarían con otras intervenciones: debe elegirse si constituye el método

coste-efectivo razonable y cuál es su eficacia desde el punto de vista clínico para alcanzar los objetivos terapéuticos definidos. El tratamiento con NTP debe considerarse un componente importante más del tratamiento global de la herida y antes de



Figura 8. Aplicación en heridas de la NTP



Figura 9. Aplicación en heridas de la NTP

Tabla 3. Relación entre Clasificación de Wagner e indicación de la NTP

Grado	Lesión
0	Pie alto riesgo, sin herida o úlcera
1	✓Úlcera superficial (post-desbridamiento)
2	✓Úlcera profunda, compromiso de tendones (post-desbridamiento y elevados niveles de exudado; nec. Evaluación vascular)
3	✓Úlcera con compromiso óseo (post-desbridamiento. Evaluación vascular)
4	✓Gangrena localizada (terapia 1ª opción. Evaluación vascular)
5	✗Gangrena del pie (necrosis-amputación)

Tabla 4. Relación entre clasificación de texas y NTP

	0	I	II	III
<b>A</b>	Lesión pre o postulcerosa completamente epitelizada 0%	Herida superficial que no afecta tendón, cápsula o hueso 0%	Herida que penetra tendón o cápsula 0%	Herida que penetra al hueso o articulación 0%
<b>B</b>	Lesión pre o postulcerosa completamente epitelizada con infección 12,5%	Herida superficial que no afecta tendón, cápsula o hueso con infección 8,5%	Herida que penetra al hueso o articulación con infección 28,5%	Herida que penetra tendón o cápsula con infección 92%
<b>C</b>	Lesión pre o postulcerosa completamente epitelizada con isquemia 25%	Herida superficial que no afecta tendón, cápsula o hueso con isquemia 20%	Herida que penetra tendón o cápsula con isquemia 25%	Herida que penetra al hueso o articulación con isquemia 100%
<b>D</b>	Lesión pre o postulcerosa completamente epitelizada con infección e isquemia 50%	Herida superficial que no afecta tendón, cápsula o hueso con infección e isquemia 50%	Herida que penetra tendón o cápsula con infección e isquemia 100%	Herida que penetra al hueso o articulación con infección e isquemia 100%

administrarlo hay que definir sus objetivos y las situaciones en las que habrá que interrumpirlo. Debido a su mecanismo de acción, se ha demostrado que es un procedimiento eficaz en el tratamiento de heridas con escasa tendencia hacia la cicatrización espontánea.

El tratamiento debe ser revisado y evaluado continuamente. Debe interrumpirse si se han alcanzado los objetivos, si no hay una evolución de la herida en un espacio de tiempo razonable o si el paciente no lo tolera o causa complicaciones. Es importante mantener la comunicación y la información con el paciente, así como la colaboración y apoyo familiar en el cuidado de éste porque favorecen el conocimiento y el éxito del tratamiento.

En la literatura médica hay escasas pruebas científicas sólidas sobre la eficacia de la aplicación de este tipo de terapia en heridas de pie diabético ni tampoco sobre sus posibles efectos adversos. Tampoco aclaran tiempos de curación, confort del paciente, niveles de dolor o rango óptimo de presiones en cada tipo de herida.

Al no existir estudios centrados en el pie diabético los resultados son insuficientes para establecer con claridad los beneficios terapéuticos y económicos de la NTP. A pesar de esto la impresión clínica es positiva. El uso de NTP para el tratamiento de heridas tanto agudas como crónicas debe formar parte del arsenal terapéutico dentro de las unidades de pie diabético, ya que permite el manejo de heridas complejas con menor morbilidad para el paciente dado que acorta los tiempos de hospitalización si es que ésta fuera necesaria. La unificación de criterios y el establecimiento de un protocolo de actuación en la terapia con NTP nos permitirán poder facilitar una prestación de cuidados de calidad a pacientes con deterioro de la integridad cutánea o tisular.

## Agradecimientos

A Mercè Girona Diplomada en Enfermería, especialista en el tratamiento de úlceras por presión del Hospital Universitario de Bellvitge.

## Bibliografía

1. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-Assisted Closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Annals of Plastic Surgery* 1997;38(6):553-76.
2. Ladin DA. Understanding dressings. *Clinics in Plastic Surgery*. 1998;25(3):433-41.
3. Gaitán J. Evolución del tratamiento de las heridas en los últimos cuatro siglos. *El Peu* 2011;31(1):18-9, 184-9.
4. Evans D, Land L. Topical negative pressure for treating chronic wounds (Cochrane Review). En: The Cochrane Library, Issue 2, 2005.
5. Documento de posicionamiento de la European Wound management association: La presión negativa tópica en el tratamiento de heridas. [www.ewma.org/pdf/may07/posdoc%20spanish%2007final.pdf](http://www.ewma.org/pdf/may07/posdoc%20spanish%2007final.pdf).
6. Barreira F, Carriquiry C. Tratamiento de heridas utilizando Presión Negativa Tópica. *Biomedicina*, 2006;2-122-130.
7. Nwomeh BC, Yager DR, Cohen IK. Physiology of the chronic wound. *Clinics in Plastic Surgery* 1998; 25(3):341-56.
8. Brian Bucalo MD, Willian H Eaglestein MD, Vincent Falanga, MD 1993 Wound repair & Generation heridas.
9. Grupo nacional para el estudio y asesoramiento en úlceras por presión y heridas crónicas (GNEAU-PP). Directrices generales sobre el tratamiento de las úlceras por presión. Logroño 2003. Disponible en : <http://www.gneaupp.org/documentos/gneaupp/tratamiento.pdf>.
10. [www.fda.gov/search/databases.html](http://www.fda.gov/search/databases.html)
11. Philbeck Jr, Wayne and Kathy. RN,BSN,CETN Vacuum-assisted Closure Therapy for Diabetic Foot Ulcers: Clinicaland Cost Analyses. *Home Heath Care Consultant* 2001;8(3):1-7.
12. KCI®. Guía de tratamiento del pie diabético con terapia de presión negativa. *Ediciones corporativas SL*. ISBN: 978-84-690-3778-2.
13. D. Nord. Efficacy and Cost-Efficiency in wound care. The German VAC® Experience. *Journal of wound Technology*, 2008; n°1 June.
14. Schiwiem et al. Pressure ulcer prevalence and the role of NPWT in home health quality outcomes. *Ostomy/Wound Management* 2005;51(2):47-60.
15. Page JC, Newswander B, Schwenke DC, Hansen M, Ferguson J. Retrospective analysis of negative pressure wound therapy in open foot wounds with significant soft tissue defects. *Adv Skin Wound Care* 2004;17(7):354-64.
16. Moíses, et al. An economic evaluation of the use of TPN on full-thickness wounds. *Journal of Wound Care* 2005;14(5):224-7.
17. Armstrong DG, Lavery LA; Diabetic Foot Study Consortium negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: multicenter randomized controlled trial. *Lancet* 2005;366(94-98):1704-10.
18. The Role of Negative Pressure wound Therapy in the spectrum of wound Hedging. A Guidelines ostomy wound Management. 2010;56(5suppl):1-18.