

Uso de la terapia de presión negativa en el tratamiento de heridas complejas. Reporte de 4 casos

Jacobo Felemovicius Hermangus,* Roberto Carlos López Konschot*

RESUMEN

Antecedentes: La terapia de presión negativa es una herramienta indispensable en el manejo actual de heridas complejas. Mejora la perfusión sanguínea de las heridas, incrementa el tejido de granulación, reduce la cantidad de bacterias e incrementa el flujo sanguíneo local. **Casos clínicos:** Presentamos 4 casos clínicos con heridas complejas (dos en abdomen, dos en extremidades inferiores) que fueron manejados satisfactoriamente con este método. Se presenta además una revisión exhaustiva y actualizada en el uso de terapia de presión negativa. **Conclusiones:** Los autores han tenido resultados satisfactorios utilizando esta terapia como puente para el manejo definitivo de heridas y áreas cruentas complejas, especialmente en la extremidad inferior antes de la cobertura definitiva.

Palabras clave: Terapia de presión negativa, presión negativa, heridas complejas, fracturas expuestas.

Nivel de evidencia: IV.

Use of negative pressure wound therapy in the treatment of complex wounds. A 4 case report

ABSTRACT

Background: Negative pressure wound therapy is an indispensable tool for the current treatment of complex wounds. It improves blood perfusion to the wound, increases granulation tissue, reduces the amount of bacteria and increases local blood flow. **Clinical cases:** We report four cases with complex wounds (two in the abdomen, two in the lower extremities) that were treated successfully with this method. We also present an extensive and updated review regarding negative pressure wound therapy. **Conclusions:** The authors have had satisfactory results using this type of treatment as a bridge between the original wound and the definitive treatment of complex wounds, especially in the lower extremity.

Key words: negative pressure wound therapy, negative pressure, complex injuries, open fractures.

Level of evidence: IV.

INTRODUCCIÓN

El uso de la terapia de presión negativa (TDPN) se ha convertido en una parte integral de los protocolos para el tratamiento de heridas. Este sistema mejora la perfusión de la herida, aumenta el tejido de granulación, reduce la carga bacteriana e incrementa el flujo sanguíneo local.

La primera descripción de la aplicación de esta técnica fue en Alemania en el año 1993 por Fleischman y cols. quienes trataron 15 pacientes con fracturas expuestas.¹ En 1997, Argenta y Morykwas² y Morykwas y cols.³ presentaron los resultados de estudios experimentales en animales así como de ensayos clínicos en humanos que documentan la utilidad de la TDPN en heridas agudas, subagudas y crónicas. Entre sus hallazgos reportaron un incremento de hasta 4 veces en el flujo sanguíneo de las heridas al aplicar 125 mmHg de presión subatmosférica sobre

* Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva. Centro Médico ABC, Santa Fe

Recibido para publicación: 20/11/14. Aceptado: 27/03/15.

Abreviaturas:

TDPN = Terapia de presión negativa,

VAC = Vacuum-assisted closure, por sus siglas en inglés.

Correspondencia: Dr. Jacobo Felemovicius Hermangus

Centro Médico ABC Santa Fe

Avenida Carlos Graef Fernández Núm. 154,
Consultorio 303, Col. Tlaxala, 05300, Del. Cuajimalpa de Morelos,
Ciudad de México, D.F.

Tel. 1664-7053, 1664-7054, 1664-7055

E-mail: jacofele@hotmail.com o rk@esteticayreconstructiva.com

las heridas, además de un aumento significativo en el grado de formación de tejido de granulación, así como una disminución considerable en las cuentas bacterianas 4 días después de aplicar la presión negativa. Su experiencia los llevó a patentar el sistema VAC (*Vacuum-assisted closure*).

Desde entonces, la TDPN ha sido muy bien recibida por la comunidad médica para el manejo de heridas, se han extendido las indicaciones para su uso y se han mejorado los aparatos y la gama de productos asociados a este sistema.

La TDPN se ha utilizado con éxito en casi todas las regiones del cuerpo como cráneo, región facial, tronco y extremidades.

Mecanismo de acción

Una teoría sugiere que la presión subatmosférica induce microdeformaciones entre 5 y 20% en los tejidos. Este nivel de deformación ha sido asociado al aumento en la proliferación y división celular, a la elaboración de factores de crecimiento y a la angiogénesis.⁴ La inflamación generalmente se asocia a un aumento en la permeabilidad que incrementa el líquido intersticial. El edema afecta negativamente la curación de las heridas al disminuir el transporte de oxígeno y nutrientes a través de los tejidos. La TDPN activa-mente disminuye la cantidad de líquido inflamatorio, las enzimas proteolíticas, las proteínas de fase aguda, las metaloproteasas, los mediadores proinflamatorios y las citoquinas.³ El incremento en el tejido de granulación se debe probablemente a cambios benéficos en la regulación de señales en el proceso de curación de las heridas. Al evacuar el líquido intersticial, se reduce el edema y al mantener aislada la herida de contaminación externa, se reduce la carga bacteriana, se controla la infección y se evita la sobreinfección.

Técnica de aplicación

El sistema tiene 3 componentes principales: 1) Esponja (con o sin plata) que es cortada a la medida de la herida. 2) Material plástico para obtener un sello hermético. 3) El sistema de vacío. Habitualmente se utiliza succión continua de 75-125 mmHg para todo tipo de heridas.⁵

Para que la terapia sea benéfica deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Tener un diagnóstico adecuado.
- Las heridas deben estar limpias, sin residuos ni tejido necrótico.

- Deben contar con un adecuado aporte sanguíneo.
- El uso de prendas compresivas puede mejorar la insuficiencia o estasis venosa.
- Lograr un adecuado control glucémico.
- Controlar infección mediante antibioticoterapia, desbridamiento o drenaje.
- Optimizar cualquier comorbilidad.

Existen contraindicaciones para el uso de la terapia. Entre las absolutas: vasos sanguíneos, nervios u órganos expuestos; sitios de anastomosis; malignidad; osteomielitis no tratada; fistulas no intestinales o no exploradas; tejido necrótico. Las contraindicaciones relativas son: difícil hemostasia de la herida o sangrado activo; uso de anticoagulantes.⁵

Usos clínicos

Heridas agudas. Acorta el tiempo de cierre en heridas que no pueden afrontarse de manera primaria debido a infección y/o edema.

Heridas crónicas. Úlceras por presión, por vasculitis o por estasis venosa, pie diabético y heridas que no sanan, son beneficiadas con esta terapia, ya que al reducir el edema eliminan el líquido intersticial, reduciendo citosinas, enzimas proteolíticas y aumentan la circulación sanguínea.³

Exposición ósea, tendinosa o de material de osteosíntesis. Al aplicar esta técnica sobre el periostio o paratenon, promueve la granulación de tejido, permitiendo la aplicación de un injerto de espesor parcial al poco tiempo, reduciendo de manera importante el tiempo de recuperación. En el caso de exposición de material de osteosíntesis en la herida, es posible salvarla si es de tan sólo unos pocos centímetros. Habitualmente puede inducirse suficiente tejido de granulación del tejido circundante para permitir un cierre secundario o cobertura con un colgajo sin necesidad de retirar el material.^{6,7}

Abdomen abierto. Si la fascia está dehiscente, facilita la remoción de líquido peritoneal, promueve la formación de una neopared abdominal a partir del tejido de granulación. Esto permite un adecuado cierre tardío de la fascia abdominal.⁸⁻¹⁰

Heridas esternas. Tras abordajes cardiacos, la herida puede infectarse incrementando la morbimortalidad de estos pacientes. La terapia mejora la mecánica ventilatoria y permite el afrontamiento de la herida.¹¹

Heridas de fasciotomías. Permite la rápida descompresión de músculos y tejidos, disminuyendo el intervalo entre fasciotomías y cierre de las heridas.¹²

Lesiones por extravasación. Se ha utilizado para remover sustancias no deseadas al fallar la venoclisis y en el tratamiento de mordeduras y picaduras de animales e insectos venenosos.¹³

Injertos de piel/piel artificial. Al incrementar el flujo sanguíneo y limpiar el lecho de la herida, favorece la integración de los injertos (92% comparado con 67%). También es útil como método de fijación. En piel artificial reduce el tiempo de espera para un injerto secundario.¹⁴

Quemaduras. La terapia reduce la progresión del daño en la zona de estasis, preservando más piel.¹⁵

La decisión de utilizar cualquier nueva tecnología médica debe incluir, entre otras cosas, una evaluación de costos. La TDPN se asocia a gastos elevados por la necesidad de utilizar esponjas especiales, material oclusivo y la renta de la máquina de vacío. Sin embargo, al comparar con la cantidad de material utilizado por la larga duración del tratamiento convencional, resulta similar en costo, con beneficios clínicos importantes.¹⁶

La TDPN no está exenta de complicaciones. Estas incluyen: infección (al retener segmentos del material utilizado) y hemorragia.⁵

El propósito de este trabajo es presentar la experiencia de los autores en el manejo de heridas complejas en 4 pacientes tratados en el Centro Médico ABC Santa Fe con este sistema y la modificación en la aplicación del mismo en uno de los casos, para la cobertura definitiva de áreas cruentas en diferentes zonas del cuerpo y en diversas circunstancias.

CASOS CLÍNICOS

Caso 1

Masculino de 20 años de edad. Siete días previos a su ingreso había sufrido accidente automovilístico de alta velocidad que evoluciona con peritonitis secundaria a ruptura intestinal. Es sometido a laparotomía exploradora con resección extensa de intestino delgado con anastomosis término-terminal, resección de colon y colostomía de transverso. Es ingresado a la Unidad de Terapia Intensiva donde evoluciona con sepsis y falla orgánica múltiple. Presenta incisiones de laparotomía de epigastrio a pubis y de flanco a flanco próximas a la fascia y áreas cruentas con pérdida de piel, tejido celular subcutáneo y parcial de pared muscular en prácticamente todo el hipocondrio y flanco izquierdo. Se encuentra expuesta la bioprótesis (malla biológica) que contenía las vísceras abdominales, así como dos

arcos costales inferiores. Se aisló de dichas áreas *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Figura 1). El progreso de la destrucción de tejidos blandos es muy rápido y se contempla la posibilidad de una gangrena de Fournier, por lo que se decide iniciar previa desbridación y TDPN modificada. Esta modificación consistió en utilizar una sonda larga fenestrada por debajo de compresas blancas antibacterianas a lo largo de todas las zonas expuestas para evitar la pérdida del vacío y poder incorporar todas las áreas cruentas utilizando un solo sistema (Figura 2). Se realizan 10 cambios de sistema VAC (7 bajo sedación en su cama en terapia intensiva cada 72

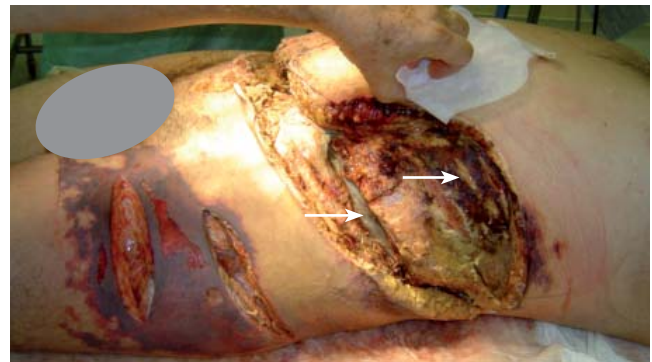


Figura 1. Herida compleja en abdomen, muslo y región inguinal. Áreas cruentas en hipocondrio, flanco y muslo izquierdo. Llama la atención exposición de malla biológica y de arcos costales.



Figura 2. Modificación a la técnica de presión negativa. Postoperatorio inmediato después de realizar desbridación amplia y colocación de terapia de presión negativa modificada para incluir todas las áreas cruentas y lograr aislar éstas del contenido abdominal expuesto y de la colostomía que, como puede verse, está en el margen del defecto más complejo.

horas y 3 en quirófano), conforme fueron mejorando las condiciones generales del paciente, se iniciaron los cierres parciales de las incisiones y rotación de colgajos locales para cobertura de áreas críticas. Un mes después del inicio de la TDPN fue posible la cubierta definitiva con un injerto de espesor parcial de piel autóloga en la zona del muslo y dos semanas más tarde, del resto de las áreas cruentas. En todas las áreas injertadas se utilizó TDPN para sostener los injertos y favorecer su integración. El paciente fue dado de alta y mostró una recuperación total (*Figura 3*).



Figura 3.

Resultado final 18 meses después.



Figura 4. Zona de necrosis en abdomen y cara lateral muslo derecho.

Caso 2

Masculino de 50 años de edad con diagnóstico de carcinomatosis. Durante su internamiento presenta súbitamente áreas de necrosis en dedos de manos y pies así como necrosis de piel de espesor total en flanco, fosa iliaca y muslo derecho, probablemente secundarias a trombosis (*Figura 4*). Se realiza desbridación exhaustiva y cambio de sistema de TDPN (*Figura 5*) en 3 ocasiones (en quirófano, cada 72 horas, utilizando esponja con plata: VAC GranuFoam Silver®) para finalmente realizar cobertura definitiva en las áreas de abdomen y muslo afectadas, con injerto mallado de espesor parcial de piel autóloga tomada del muslo contralateral. Se utilizó TDPN para los injertos. El paciente evolucionó favorablemente, las áreas de necrosis en dedos se autolimitaron y no requirieron tratamiento, fue dado de alta 10 días después.



Figura 5. Herida tras desbridación extensa y aplicación de la terapia. Se re colocó la sonda en T que previamente salía por el área comprometida.



Figura 6. Fractura expuesta de tibia con pérdida de cobertura. Uso de terapia de presión negativa mientras se realiza manejo definitivo de las fracturas.

Caso 3

Masculino de 28 años de edad que sufrió accidente en motocicleta con fractura expuesta de tibia y fractura de peroné izquierdo, con pérdida importante de cubierta cutánea en pierna y dorso de pie y de hueso de tibia (Gustilo 3-B). Manejada mediante lavado y colocación de fijador externo. A los dos días se realiza desbridación de tejido necrótico y colocación de TDPN (Figura 6). Se realizan avances de colgajos locales y tres cambios más de TDPN (en



Figura 7. Una vez resuelta la fractura, la placa de osteosíntesis queda expuesta.



Figura 8. Herida resuelta mediante cobertura con rotación de colgajo sural reverso e injertos de espesor parcial de piel.



Figura 9. Defecto resultante después de la desbridación de la zona de la fractura expuesta tipo Gustilo III-B. Por las características de la lesión se decide iniciar terapia de presión negativa

quirófano, cada 72 horas, utilizando esponja con plata), ya que el manejo definitivo de la fractura se difiere debido a la contaminación de la herida. Dos semanas después, con cultivos negativos, se coloca placa de osteosíntesis en tibia y peroné (Figura 7). Se realiza cobertura del material de osteosíntesis de tibia con colgajo sural reverso y se aplican injertos de espesor parcial de piel autóloga de muslo (Figura 8). Se utilizó TDPN para los injertos. Tras su egreso recibe rehabilitación para lograr una adecuada función del tobillo.

Caso 4

Masculino de 56 años de edad que fue atropellado por vehículo a alta velocidad sufriendo, entre otras lesiones, fractura expuesta de tibia y fractura de peroné izquierdo, con pérdida importante de cubierta cutánea en pierna y de hueso de tibia (Gustilo 3-B) en tercio superior y medio. Manejado inicialmente en otra unidad, fue trasladado a nuestro centro 6 días después donde se realiza lavado y colocación de fijador externo. Realizamos escarpectomías, desbridación amplia y se inicia TDPN (Figura 9).

Tras 3 recambios (en quirófano, cada 72 horas, utilizando esponja con plata) se realiza rotación de colgajo de gemelo medial para cobertura de tibia proximal y se aplica injerto mallado de espesor parcial de piel autóloga de muslo (Figura 10). Se utilizó TDPN para los injertos.



Figura 10. Área cruenta resuelta con rotación de colgajo de gemelo y colocación de injerto. Nótese que la zona reconstruida muestra integración total del injerto y la cobertura funcional del 100% del área cruenta.

DISCUSIÓN

Hoy en día, los cirujanos plásticos se enfrentan a diversos tipos de heridas complejas, cada una con sus presentaciones y características fisiopatológicas específicas. A medida que la experiencia evoluciona, también lo hace la tecnología. Actualmente, se experimenta con diversas modalidades para el manejo de heridas complejas como aplicación de corriente eléctrica; ondas de choque extracorpóreas para el tratamiento de quemaduras; aplicación de láser para la preparación de lechos de heridas; hidroterapia con CO₂; promoción de epitelización y cierre de herida mediante la técnica de suspensión celular epidérmica (ReCell); entre otras.¹⁷⁻²⁰

Si bien estas alternativas podrán tener un papel en el algoritmo de manejo futuro de heridas complejas, aún no muestran su utilidad con base en evidencias.

El cierre definitivo del abdomen abierto representa un enorme reto para el cirujano y está asociado a una considerable morbilidad.²¹ Entre los retos de esta situación destacan el manejo de la pérdida insensible de fluidos, la contención de órganos intra-abdominales, el manejo de edema visceral, la prevención de la retracción de la fascia, así como la preservación de la integridad de la misma. Se cuenta con evidencia de que la TDPN facilita y acelera el cierre primario retardado de la fascia disminuyendo la morbilidad.²²⁻²⁶ En los casos con grandes defectos de fascia donde no es posible realizar un cierre primario, se ha utilizado con éxito matriz dérmica a celular como un puente fascial asociado a TDPN.²⁷ Debe hacerse notar que el uso de TDPN sin una interfase entre el intestino expuesto y el sistema de presión negativa está asociado a un aumento en el riesgo de fistulas enterocutáneas,²⁸ por lo que se recomienda el uso de bioprótesis u otras capas de superficies de contacto para disminuir este riesgo.²⁹

En cuanto al beneficio de la TDPN en heridas agudas de la extremidad inferior se han reportado resultados satisfactorios en varios tipos de lesiones traumáticas, entre éstas se incluye el tobillo, el calcáneo, fracturas de la tibia, defectos de tejidos blandos con exposición de tendones, hueso o material de osteosíntesis, entre otras.³⁰⁻³³

En cuanto al impacto socioeconómico de esta terapia se ha reportado que inicialmente se asocia a mayor costo de materiales, al compararse con el manejo de apósitos tradicionales, pero que en heridas complejas termina siendo menos costoso y es superior en la satisfacción reportada por el paciente debido a que requiere menor número de curaciones.^{16,34}

CONCLUSIÓN

El uso de la TDPN, desde su introducción en los años noventa y el perfeccionamiento de la técnica y los equipos de succión recientemente, la han hecho una buena alternativa en el manejo de heridas complejas agudas o crónicas. Los autores han tenido resultados satisfactorios utilizando esta terapia como puente para el manejo definitivo de heridas y áreas cruentas complejas, especialmente en la extremidad inferior antes de la cobertura definitiva con colgajos vascularizados o injertos de piel. La aplicación correcta de la técnica permite aislar el área tratada del resto del medio que rodea al paciente (tejido contaminado, fijadores externos, estomas, cavidades, mucosas, ropa de cama, etcétera) mientras la zona está lista para cobertura definitiva. La TDPN permanece trabajando ininterrumpidamente por 72 horas, mientras que las curaciones convencionales deben realizarse cuando menos, cada 24 horas y no suelen mantener el área tratada completamente aislada del medio. La TDPN es especialmente efectiva para la fijación de injertos de piel en áreas extensas o irregulares mientras éstos se integran. La TDPN no está libre de complicaciones y debe utilizarse con prudencia. El sangrado continúa siendo el evento adverso más grave y debe anticiparse especialmente en pacientes anticoagulados.

BIBLIOGRAFÍA

- Whitworth I. History and development of negative pressure therapy. In: Banwell PE, Teot L, editors. 1st International Topical Negative Pressure Focus Group Meeting. Faringdon, UK: TPX Communications; 2004. pp. 22-26.
- Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg.* 1997; 38 (6): 563-577.
- Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg.* 1997; 38 (6): 553-562.
- Saxena V, Hwang CW, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill DP. Vacuum-assisted closure: microdeformation of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg.* 2004; 114 (5): 1086-1096.
- Thompson JT, Marks MW. Negative pressure wound therapy. *Clin Plastic Surg.* 2007; 34 (4): 673-684.
- Desai KK, Hahn E, Pulikkotil B, Lee E. Negative pressure wound therapy: an algorithm. *Clin Plastic Surg.* 2009; 39 (3): 311-324.
- DeFranzo AJ, Argenta LC, Marks MW, Molnar JA, David LR, Webb LX et al. The use of vacuum-assisted closure therapy for the treatment of lower extremity wounds with exposed bone. *Plast Reconstr Surg.* 2001; 108: 1184-1191.
- Scott BG, Welsh F, Pham H, Carrick MM, Liscum KR, Granchi TS, et al. Early aggressive closure of the abdomen. *J Trauma.* 2006; 60: 17-22.

9. Miller PR, Thompson JT, Faler BJ, Meredith JW, Chang MC. Late fascial closure in lieu of ventral hernia: the next step in open abdomen management. *J Trauma*. 2002; 53: 843-849.
10. Stone PA, Hass SM, Flaherty SK, DeLuca JA, Lucente FC, Kusminsky RE. Vacuum-assisted facial closure for patients with abdominal trauma. *J Trauma*. 2004; 57: 1082-1086.
11. Orgill DP. Advancing the treatment options of chest wounds with negative pressure wound therapy. *Ostomy Wound Manage*. 2005; 51: 395-435.
12. Yang CC, Chang DS, Webb LX. Vacuum-assisted closure for fasciotomy wounds following compartment syndrome of the leg. *J Surg Orthop Adv*. 2006; 15 (1): 19-23.
13. Miller MS, Ortegón M, McDaniel C. Negative pressure wound therapy: treating a venomous insect bite. *Int Wound J*. 2007; 4 (1): 88-92.
14. Moisisidis E, Heath T, Boorer C, Ho K, Deva AK. A prospective, blinded, randomized, controlled clinical trial of topical negative pressure use in skin grafting. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 114: 917-922.
15. Molnar JA. Applications of negative pressure wound therapy to thermal injury. *Ostomy Wound Manage*. 2004; 50: 17-19.
16. Braakenburg A, Obdeijn MC, Feitz R, van Rooij IA, van Griethuysen AJ, Klinkenbijnl JH. The clinical efficacy and cost effectiveness of the vacuum-assisted closure technique in the management of acute and chronic wounds: a randomized controlled trial. *Plast Reconstr Surg*. 2006; 118 (2): 390-399.
17. Tenenhaus M, Rennekampff HO. Surgical Advances in Burn and Reconstructive Plastic Surgery: New and Emerging Technologies. *Clin Plastic Surg*. 2012; 39 (4): 435-443.
18. Bogie KM, Reger SI, Levine SP, Sahgal V. Electrical stimulation for pressure sore prevention and wound healing. *Assist Technol*. 2000; 12: 50-66.
19. Ottomann C, Stojadinovic A, Lavin PT. Prospective randomized phase II Trial of accelerated reepithelization of superficial second-degree burn wounds using extracorporeal shock wave therapy. *Ann Surg*. 2012; 255: 23-29.
20. Wood FM, Giles N, Stevenson A, Rea S, Fear M. Characterisation of the cell suspension harvested from the dermal epidermal junction using a ReCell Kit. *Burns*. 2012; 38: 44-51.
21. Baker DE, Kaufman HJ, Smith LA, Ciraulo DL, Richart CL, Burns RP. Vacuum pack technique of temporary abdominal closure: a 7-year experience with 112 patients. *J Trauma*. 2000; 48 (2): 201-206.
22. Perez D, Wildi S, Clavien PA. The use of an abdominal vacuum-dressing system in the management of abdominal wound complications. *Adv Surg*. 2007; 41: 121-131.
23. Perez D, Wildi S, Demartines N, Bramkamp M, Koehler C, Clavien PA. Prospective evaluation of vacuum-assisted closure in abdominal compartment syndrome and severe abdominal sepsis. *J Am Coll Surg*. 2007; 205 (4): 586-592.
24. Petersson U, Acosta S, Bjork M. Vacuum-assisted wound closure and mesh-mediated fascial traction—a novel technique for late closure of the open abdomen. *W J Surg*. 2007; 31 (11): 2133-2137.
25. Suilburk JW, Ware DN, Balogh Z. Vacuum-assisted wound closure achieves early fascial closure of open abdomens after severe trauma. *J Trauma*. 2003; 55 (6): 1155-1160.
26. Miller PR, Meredith JW, Johnson JC. Prospective evaluation of vacuum-assisted fascial closure after open abdomen: planned ventral hernia rate is substantially reduced. *Ann Surg*. 2004; 239 (5): 608-614.
27. De Moya MA, Dunham M, Inaba K, Bahouth H, Alam HB, Sultan B et al. Long term outcome of acellular dermal matrix when used for large traumatic open abdomen. *J Trauma*. 2008; 65 (2): 349-353.
28. Rao M, Burke D, Finan PJ, Sagar PM. The use of vacuum-assisted closure of abdominal wound: a word of caution. *Colorectal Dis*. 2007; 9 (3): 266-268.
29. Shaikh IA, Ballard-Wilson A, Yallamarthi S, Amin AI. Use of topical negative pressure in assisted abdominal closure does not lead to high incidence of enteric fistulae. *Colorectal Dis*. 2010; 12 (9): 931-934.
30. Mullner, T Mrkonjic L, Kwasny O, Vecsei V. The use of negative pressure to promote the healing of tissue defects: a clinical trial using de vacuum sealing technique. *Br J Plast Surg*. 1997; 50 (3): 194-199.
31. Grear S, Kasabian A, Thorne C, Borud, L, Sims CD, Hsu M et al. The use of a sub atmospheric pressure dressing to salvage a Gustillo grade IIIB open tibial fracture with concomitant osteomyelitis to avert a free flap. *Ann Plast Surg*. 1998; 41 (6): 687.
32. DeFranzo AJ, Argenta LC, Marks MW, Molnar JA, David LR, Webb LX et al. The use of vacuum-assisted closure therapy for the treatment of lower extremity wounds with exposed bone. *Plast Reconstr Surg*. 2001; 108 (5): 1184-1191.
33. Stannard JP, Robinson JT, Anderson ER, McGwin G, Jr., Volgas DA, Alonso JE. Negative pressure wound therapy to treat hematomas and surgical incisions following high-energy trauma. *J Trauma*. 2006; 60 (6): 1301-1306.
34. Philbeck TE Jr, Whittington KT, Milsap MH, Briones RB, Wight DG, Schroeder WJ. The clinical and cost effectiveness of externally applied negative pressure wound therapy in the treatment of wounds in home health care Medicare patients. *Ostomy Wound Manage*. 1999; 45 (11): 41-50.