

# Revista Médica



2013 4(2):97-104pp

Publicado en línea 01 de febrero, 2013;  
[www.revistamedicamd.com](http://www.revistamedicamd.com)

## Terapia de presión negativa para el cierre asistido de heridas en pediatría

Yamir Fernando Monroy-Martín, Héctor Orozco-Villaseñor, Óscar Aguirre-Jáuregui, Everardo Rodríguez-Franco, Roberto Atzkary Guzmán-Montes de Oca, Juan David Acosta-Real, Rogelio Zúñiga-Gordillo y Omar Sánchez-Álvarez.

### Autor para correspondencia

Dr. Yamir Fernando Monroy Martín, Cirugía Pediátrica, Antiguo Hospital Civil “Fray Antonio Alcalde”, Hospital 278, Col. El Retiro, C.P. 44328, Guadalajara, Jalisco, MX.  
Correo electrónico: [yamdoc@hotmail.com](mailto:yamdoc@hotmail.com)

**Palabras clave:** heridas, injerto de piel, presión negativa, tejido de granulación.

**Keywords:** granulation tissue, negative pressure, skin graft, wounds.

REVISTA MÉDICA MD, Año 4, número 2, noviembre-enero 2013, es una publicación trimestral editada por Roberto Miranda De La Torre, Sierra Grande 1562 Col Independencia, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44340. Tel. 3334674451, [www.revistamedicamd.com](http://www.revistamedicamd.com), [md.revistamedica@gmail.com](mailto:md.revistamedica@gmail.com). Editor responsable: Javier Soto Vargas. Reservas de Derecho al Uso Exclusivo No. 04-2012-091311450400-102, ISSN: 2007-2953. Licitud de Título y Licitud de Contenido: En Trámite. Responsable de la última actualización de este número: Comité Editorial de la Revista Médica MD Sierra Grande 1562 Col. Independencia, Guadalajara, Jalisco, C.P. 44340. Fecha de última modificación 31 de enero de 2013.





## Terapia de presión negativa para el cierre asistido de heridas en pediatría

Monroy-Martín YF<sup>a</sup>, Orozco-Villaseñor H<sup>b</sup>, Aguirre-Jáuregui O<sup>a</sup>, Rodríguez-Franco E<sup>a</sup>, Guzmán-Montes de Oca RA<sup>a</sup>, Acosta-Real JD<sup>a</sup>, Zúñiga-Gordillo R<sup>a</sup>, Sánchez-Álvarez O<sup>a</sup>.

### Resumen

#### Introducción

En Cirugía Pediátrica existen condiciones quirúrgicas/traumáticas que pueden crear grandes heridas, siendo éstas de cierre difícil, requiriendo de tecnologías como la Terapia de Presión Negativa (TPN) para un cierre asistido de las mismas. El objetivo de este estudio es presentar nuestra experiencia en el tratamiento de heridas con TPN en niños.

#### Material y métodos

De forma prospectiva, de febrero del 2011 a octubre del 2012 se incluyeron los niños menores de 15 años de edad que requirieron el uso de TPN para el cierre de heridas, recolectándose datos como causa, localización y tamaño de la herida, la duración de aplicación de la TPN, tiempo de inicio de granulación de la herida, complicaciones y el mecanismo de cierre final de la herida.

#### Resultados

Un total de seis pacientes recibieron TPN, con un rango de edad de 3–14 años, la causa de las heridas fueron postquirúrgicas (3 pacientes) y secundarias a trauma (3 pacientes). El tiempo promedio de aplicación de TPN fue de 10 días (rango 7-45 días), con aparición de tejido de granulación a los 7 días en promedio (rango 4-10 días). No se observaron complicaciones significativas. Se logró el cierre definitivo de las heridas, por mecanismo de segunda intención en los pacientes postquirúrgicos, y con colocación de injerto de piel en los postraumáticos, con un intervalo entre el inicio de la TPN y la colocación del injerto de 18 días en promedio (rango 13-24 días).

#### Conclusiones

La TPN para el cierre de las heridas postquirúrgicas y/o traumáticas en niños nos ofreció una alta calidad de resultados con recubrimiento del defecto con tejido de granulación robusto y vascularizado, que nos permitió el cierre de segunda intención en las primeras, y la colocación de injertos de piel de espesor parcial, con buena integración de los mismos, en las segundas.

**Palabras clave:** *heridas, injerto de piel, presión negativa, tejido de granulación.*

a. Servicio de Cirugía Pediátrica, Antiguo Hospital Civil de Guadalajara “Fray Antonio Alcalde”, Guadalajara, MX.  
b. Clínica de Cirugía Plástica Pediátrica, Departamento de Cirugía Pediátrica, Antiguo Hospital Civil de Guadalajara “Fray Antonio Alcalde”, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

---

#### Autor para correspondencia

Dr. Yamir Fernando Monroy Martín,  
Cirugía Pediátrica, Antiguo Hospital Civil “Fray Antonio Alcalde”, Hospital 278, Col. El Retiro, C.P. 44328, Guadalajara, Jalisco, MX. Correo electrónico:yamdoc@hotmail.com

# Negative-pressure therapy for the assisted closure of wounds in pediatrics

## Abstract

### Introduction

In pediatric surgery, there are surgical/traumatic conditions that can create large wounds, these being of difficult closure require technologies like the negative-pressure therapy (NPT) for their assisted closure. The objective of the study is to present our experience with the treatment of wounds with NPT on children.

### Material and methods

In a prospective manner, from February of 2011 to October of 2012 were included children under 15 years of age who required the use of NPT for the closure of the wounds. The data collected included cause, location and size, duration of the application of NPT, time of wound granulation, complications and the mechanism of final closure of the wound.

### Results

A total of 6 patients received NPT, with a range of 3 to 14 years, the cause of the wound on all 3 were post-surgical and secondary to trauma. The average time of application of the NPT was 10 days (range 7-45 days), with the appearance of granulation tissue on the 7th day on average (range 4-10 days). There was no significant complications. The definite closure of the wound was achieved through the second intention mechanism on post-surgical patients and with the placement of a skin graft on the post-traumatic. There was an interval between the starting of the NPT and the placement of the graft of 18 days on average (range 13-24 days).

### Conclusion

The NPT for the closure of the post-surgical or traumatic wounds on kids has offered a high quality of results with the covering of the defect. With the granulation and vascularized thick tissue the second intention closure was possible on the first ones, and the placement of skin grafts of split-thickness with a good integration on the second ones.

**Keywords:** granulation tissue, negative pressure, skin graft, wounds.

## Introducción

La terapia de presión negativa (TPN) para el cierre asistido de heridas, también llamada terapia de succión, se refiere al uso de un sistema cerrado y sellado sobre la superficie de la herida, que utiliza presión negativa (subatmosférica) intermitente o continua. Actualmente es una modalidad para el tratamiento de heridas agudas y crónicas.<sup>1</sup>

Comercialmente están disponibles varios sistemas para la TPN que incluyen, dispositivos comerciales para el cierre asistido por vacío (terapia VAC™) (KCI, San Antonio, Texas), el Renasys® (Smith&Nephew, Londres, Reino Unido) y el Avance ® (Mölnlycke Health Care, Alemania); así como dispositivos convencionales con succión de pared y la terapia simplificada de succión negativa.<sup>2</sup>

Los sistemas TPN consisten de una esponja de espuma de poliuretano de poro abierto, cubierta de un adhesivo semi-oclusivo, un sistema de recogida de fluido, y la bomba de succión.<sup>2</sup> La naturaleza porosa de la espuma de poliuretano distribuye uniformemente una presión inferior a la atmosférica a la superficie de la herida, y proporciona un conducto para la eliminación de líquido de la superficie de la herida al sistema de recolección.<sup>3</sup> El apósito y los tubos se cambian cada 24 a 48 horas dependiendo de la situación clínica. Al finalizar, el dispositivo se apaga, el apósito semi-oclusivo se elimina y la esponja se retira cuidadosamente. Si la esponja es adherente al tejido de granulación subyacente, puede ser empapado con solución salina y se deja reposar

durante unos minutos antes de la extracción.<sup>2</sup> Hidroterapia en el momento de los cambios de apósito, o la colocación de una capa de interposición con plata (por ejemplo, Aquacel Ag®), puede ayudar a reducir la carga bacteriana y el olor, así mismo, alternativamente da la posibilidad de retener el dispositivo TPN por un día o dos.

El mecanismo de acción de la TPN es el acelerar la cicatrización de heridas y reducir el tiempo de cierre de las mismas. La curación normal de las heridas progresiona a través de las siguientes fases: hemostasia, inflamación, proliferación y remodelación. Estudios han demostrado que la presión inferior a la atmosférica mejora el entorno local de la herida a través de efectos directos e indirectos. Dentro de los efectos directos está el mantenimiento de un ambiente húmedo y caliente que es estable y más propicio para la cicatrización de la herida, genera un gradiente de presión entre la herida y el cilindro de succión que favorece el transporte de fluido, siendo primero desde el lecho de la herida y luego desde el espacio intersticial, con la consecuente reducción del edema de la herida, y finalmente la deformación de tejidos es un importante estímulo para la remodelación tisular mediada a nivel celular.<sup>4-10</sup> En cuanto a los efectos indirectos, éstos incluyen aumento del flujo sanguíneo,<sup>11</sup> disminución de la respuesta inflamatoria y de la actividad de la metaloproteinasa sobre la matriz de la herida,<sup>12,13</sup> reducción de la carga bacteriana<sup>14</sup> y cambios bioquímicos en la herida a través de mecanotransducción con aumento del crecimiento y

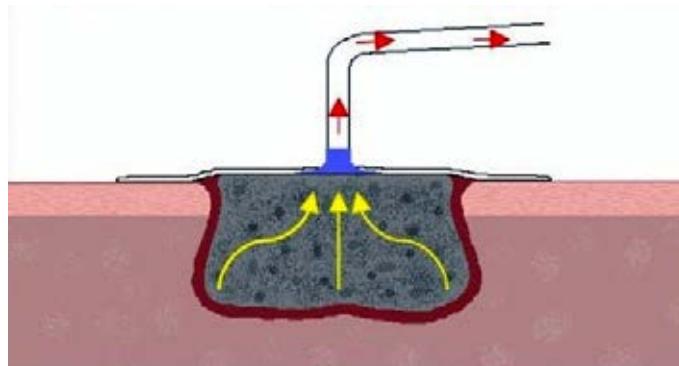


Figura 1. Dispositivo de Terapia de Presión Negativa.

la migración de fibroblastos humanos.<sup>10</sup>

Los beneficios de la TPN han sido clarificados por varios estudios a través del sistema VAC®, sin embargo, aún existe poca evidencia en pacientes pediátricos.<sup>15</sup>

El objetivo de este estudio es presentar la experiencia de la Clínica de Cirugía Plástica Pediátrica del Antiguo Hospital Civil de Guadalajara “Fray Antonio Alcalde” en el tratamiento de heridas con la terapia de presión negativa.

## Material y métodos

De forma prospectiva se incluyeron en el estudio a todos los pacientes menores a 15 años de edad que requirieron el uso de terapia de presión negativa para el cierre asistido de herida. Se recolectaron datos como: edad, sexo, causa, localización y tamaño de la herida, la duración de aplicación de la TPN, tiempo para la granulación completa de la herida, complicaciones relacionadas al uso de TNP y mecanismo de cierre final de la herida, como es cicatrización por segunda intención o el uso de injertos de piel de espesor parcial, en el

caso de estos últimos si hubieron complicaciones postoperatorias como lo es el fallo en la integración de los mismos.

Los pasos para la colocación del dispositivo fueron (Figura 1), previa preparación de la herida con aseo y necrosectomía si era necesaria, la esponja de espuma se recortaba para adaptarse al tamaño de la herida abierta y colocándose sobre la misma, teniendo cuidado de que no se extendiera más allá del margen de la herida, la espuma se aseguraba debajo de una lámina adhesiva. Posteriormente se cortaba un agujero en el adhesivo con la colocación de un puerto de succión con un tubo; este último se extendía a un recipiente de recolección desechable. Finalmente una bomba portátil de presión negativa se conectaba al tubo de succión, a través de ésta, se aplicaba una presión de aspiración de -80 a -125 mmHg continua, con un promedio de -100 mmHg.<sup>3</sup>

## Resultados

Durante el periodo comprendido entre febrero del 2011 y octubre del 2012 se incluyeron un total de seis pacientes que requirieron de cierre asistido de herida con TPN. Cinco pacientes fueron del sexo masculino y uno del sexo femenino. La edad promedio fue de 8.1 años (rango de 3 – 14 años). La causa de las heridas fueron: 1) postquirúrgicos en tres pacientes (una crónica y dos agudas) y 2) posterior a trauma en tres pacientes (Tabla 1) (Figuras 2 y 3). Los gérmenes aislados en las heridas postquirúrgicas fueron *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Staphylococcus epidermidis*. El tiempo promedio de aplicación de TPN fue de 10 días (rango 7- 45 días), con aparición de tejido de granulación a los 7 días en promedio (rango 4-10 días). No se observaron complicaciones significativas. Se logró el cierre definitivo de la herida por segunda intención en los tres pacientes con heridas postquirúrgicas. En los tres pacientes con herida por

Tabla 1. Datos principales en la presentación inicial de los pacientes previo al inicio de TPN

Paciente	Edad (años)	Sexo	Localización del defecto	Dimensiones del defecto (cm)	Mecanismo de la lesión
1	3	M	Abdominal	6 x 7 x 4	Postquirúrgico Gastrostomía/Funduplicatura
2	10	M	Abdominal	7 x 6 x 9	Postquirúrgico apendicectomía complicada
3	14	M	Dorso-lumbar con exposición parcial de prótesis de columna vertebral(barras de Luque)	25 (subdérmico – tipo cavitada) x 6( ancho) x 4(salida a nivel de S1)	Postquirúrgico de colocación de prótesis de columna vertebral de titanio por escoliosis severa (barras de Luque) + liberación de médula anclada secundario a mielomeningocele
4	3	M	Glúteo-muslo derecho	50 x 44 x 39	Politraumatismo por dermoabrasión secundario a atropellamiento por vehículo de motor
5	6	M	Codo-antebrazo izquierdo con exposición ósea	15.4 x 10.5 x 16 x 5	Politraumatismo secundario a atropellamiento por vehículo de motor
6	13	F	Dorso de pie-tobillo derecho con exposición tendinosa	14.3 x 7.1 x 3 x 17 x 16.3	Politraumatismo secundario a atropellamiento por vehículo de motor



**Figura 2.** Paciente núm. 1, masculino de 3 años de edad quien presenta dehiscencia de la herida quirúrgica posterior a Gastrostomía/Funduplicatura. En quien se logra el cierre de la misma por segunda intención después de 15 días de TPN. Paciente 2. Masculino de 10 años de edad quien presenta dehiscencia de la herida quirúrgica posterior a Apendicectomía x Apendicitis Complicada. En quien se logra el cierre de la misma por segunda intención después de 10 días de TPN. Paciente 3. Masculino de 14 años de edad quien presenta dehiscencia de la herida quirúrgica con cavitación de 25 cm posterior colocación de prótesis de columna vertebral de titanio por escoliosis severa (barras de Luque) y liberación de médula anclada secundario a mielomeningocele. Lográndose el cierre de la misma por segunda intención después de 45 días de TPN.



Paciente 4.



Paciente 5.



Paciente 6.



**Figura 3.** Paciente 4. Masculino de 3 años de edad quien presenta herida por avulsión/abrasión secundaria a trauma por accidente automovilístico en glúteo-muslo derecho. Lográndose el cierre de la misma después de 16 días de TPN más colocación de injerto de piel de espesor parcial. Paciente 5. Masculino de 6 años de edad quien presenta herida por avulsión/abrasión secundaria a trauma por accidente automovilístico en codo-antebrazo izquierdo. Lográndose el cierre de la misma después de 8 días de TPN más colocación de injerto de piel de espesor parcial. Paciente 6. Femenino de 13 años de edad quien presenta herida por avulsión/abrasión secundaria a trauma por accidente automovilístico en dorso de pie-tobillo derecho con fractura maleolar y lesión tendinosa. Lográndose el cierre de la misma después de 24 días de TPN más colocación de injerto de piel de espesor parcial.

Tabla 2. Principales resultados de la intervención con TPN para el cierre de las heridas

Paciente	Manejo convencional previo (tiempo)	Tiempo de uso de TPN (días)	Inicio de Granulación (días)	Tiempo de estancia hospitalaria (días)	Tipo de cierre final de la herida
1	Si (60 días)	15	10	75	Segunda intención
2	Si (7 días)	10	7	17	Segunda intención
3	Si (14 días)	45	10	50	Segunda intención
4	No	16	5	40	Injerto de piel de espesor parcial
5	No	8	3	15	Injerto de piel de espesor parcial
6	Si (24 días)	24	9	60	Injerto de piel de espesor parcial

trauma, el mecanismo de lesión fue secundario a accidente automovilístico, con sitio de avulsión-abrasión/superficie corporal afectada de: antebrazo-codo izquierdo/1%, glúteo-muslo derecho/5.5% y tobillo-pie derecho/2.5%; se requirió injerto de piel para la resolución final de las mismas, con un intervalo entre el inicio de la TPN y la colocación del injerto de piel de 18 días en promedio (rango 13-24 días). En la tabla 2 se resume la evolución del cierre asistido con TPN de cada paciente.

## Discusión

En cirugía pediátrica/reconstructiva existen condiciones quirúrgicas o traumáticas que tiene el potencial de crear grandes heridas complejas. El logro de cierre de la herida en estos casos puede ser difícil debido a que muchas de estas heridas requieren injerto/colgajo de tejidos, y en ocasiones múltiples cirugías para aproximar o cerrar los defectos mayores, por lo que, la intervención temprana y el tratamiento con tecnologías innovadoras como la TPN, pueden proporcionar el cierre más oportuno, disminución de la morbi-mortalidad y una mejor calidad de vida.<sup>16</sup>

La terapia de presión negativa es una herramienta de gran utilidad y eficacia en el tratamiento de las heridas postquirúrgicas (agudas y crónicas) sobre todo en aquéllos casos que después de una complicación operativa, la reintervención quirúrgica puede poner en peligro la vida del niño o aumentar sus comorbilidades.<sup>17</sup> Una de las lecciones aprendidas es que la esponja se puede adaptar perfectamente a las áreas a tratar manteniendo la transmisión homogénea de la presión negativa, sin afectar su efectividad, ni el principio de respetar los bordes de la herida, para evitar el daño a la piel sana circundante. Esto se logra recortando la esponja en varias partes en forma de figuras geométricas, asegurando el contacto de la superficie entre ellas y la hermeticidad del sistema, incluso, realizado un puente de esponja hacia una zona donde no se afecte el sistema por la posición del

paciente, protegiendo el lecho de piel por debajo del puente con una lámina adhesiva (Figura 3).

En el contexto de los pacientes con lesiones postraumáticas secundarias a accidentes automovilísticos, se asocian la pérdida significativa de la piel y grasa subcutánea, incluso fascia y músculos, con daño o disruptión de los vasos perforantes que entran en la hipodermis perpendicularmente a la superficie y mantienen su flujo sanguíneo, por lo que representan un reto al cirujano reconstructivo pediátrico, el sustituir a todos los tejidos perdidos de la mejor manera posible. Además, estos tipos de lesiones a menudo se combinan con otras más graves, tales como fracturas y lesiones tendinosas. Hasta el momento, la opción de tratamiento para estas lesiones por lo general consiste en la eliminación radical de todos los tejidos necróticos seguida por el acondicionamiento del lecho de la herida y colocación de injerto de piel de espesor parcial, siendo el acondicionamiento del lecho de la herida uno de los principales problemas por el lento crecimiento del tejido de granulación, sobre todo en superficies de contornos irregulares del cuerpo con presencia de defectos óseos y/o tendinosos, prolongando la estancia hospitalaria, condicionando infección de la herida y fracaso en la integración del injerto de piel, requiriendo varias intervenciones quirúrgicas para colocación de nuevos injertos y/o colgajos de piel con resultados funcionales y cosméticos muy lejos de lo ideal.<sup>18</sup>

El uso de la TPN para el cierre definitivo de las heridas en niños con lesiones postraumáticas, en nuestro caso, nos ofreció una alta calidad de resultados, como son heridas clínicamente limpias con un recubrimiento del defecto con tejido de granulación robusto, suficientemente vascularizado, que nos permitió la colocación de injertos de piel de espesor parcial con buena integración de los mismos.

El hallazgo más notable y positivo de este informe de casos es del uso de la TPN como una terapia secuencial para la preparación del lecho de la herida para la adecuada

integración de los injertos de piel, que si bien el tratamiento de tres pacientes no representan datos científicos, la alta calidad de los resultados son una fuerte indicación de que este concepto tiene un potencial considerable.<sup>19</sup> Si bien el alto costo inicial de la TPN puede considerarse como desventaja, podría verse compensado por las ventajas que nos proporciona en los niños, en quienes se limitan las opciones reconstructivas, como son: 1) disminuir el número de procedimientos quirúrgicos y el tiempo de hospitalización, en contraste con los pacientes tratados convencionalmente, 2) mejorar la calidad de las heridas, permitiendo una buena integración de los injertos cutáneos, si es el caso, 3) cubrir

estructuras como tendones y superficies óseas, y 4) lograr cicatrices de mejor aspecto estético, pero sobretodo, mayor capacidad funcional cuando involucran extremidades. Este informe constituye un estudio inicial para continuar con un ensayo prospectivo comparativo entre casos históricos, modalidades de TPN y su uso como terapia secuencial.

Finalmente, la TPN debe ser individualizada, no reemplaza el cuidado médico para pacientes pediátricos en grave riesgo, siempre debe mantenerse vigilancia de los signos vitales, el estado nutricional, el volumen y características del exudado de la herida, para conseguir resultados eficaces.

## Referencias bibliográficas

1. Capobianco CM, Zgonis T. An overview of negative pressure wound therapy for the lower extremity. *Clin Podiatr Med Surg* 2009; 26:619.
2. 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; 6:185.
3. Ubbink DT, Westerbos SJ, Nelson EA, Vermeulen H. A systematic review of topical negative pressure therapy for acute and chronic wounds. *Br J Surg* 2008; 95:685.
4. Orgill DP, Manders EK, Sumpio BE, Lee RC, Attinger CE, Gurtner GC, Ehrlich HP. The mechanisms of action of vacuum assisted closure: more to learn. *Surgery* 2009; 146:40.
5. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997; 38:553.
6. Pollak AN. Use of negative pressure wound therapy with reticulated open cell foam for lower extremity trauma. *J Orthop Trauma* 2008; 22:S142.
7. Whelan C, Stewart J, Schwartz BF. Mechanics of wound healing and importance of Vacuum Assisted Closure in urology. *J Urol* 2005; 173:1463.
8. Scherer SS, Pietramaggiori G, Mathews JC, Prsa MJ, Huang S, Orgill DP. The mechanism of action of the vacuum-assisted closure device. *Plast Reconstr Surg* 2008; 122:786.
9. Urschel JD, Scott PG, Williams HT. The effect of mechanical stress on soft and hard tissue repair; a review. *Br J Plast Surg* 1988; 41:182.
10. Nishimura K, Blume P, Ohgi S, Sumpio BE. Effect of different frequencies of tensile strain on human dermal fibroblast proliferation and survival. *Wound Repair Regen* 2007; 15:646.
11. Kairinos N, Voogd AM, Botha PH, Kotze T, Kahn D, Hudson DA, et al. Negative-pressure wound therapy II: negative-pressure wound therapy and increased perfusion. Just an illusion? *Plast Reconstr Surg* 2009; 123:601.
12. Norbury K. Vacuum-assisted closure therapy attenuates the inflammatory response in porcine acute wound healing model. *Wounds* 2007; 19:97. Available online at: [www.woundsresearch.com/article/7180](http://www.woundsresearch.com/article/7180) (Accessed on June 15, 2010).
13. Greene AK, Puder M, Roy R, Arsenault D, Kwei S, Moses MA, et al. Microdeformational wound therapy: effects on angiogenesis and matrix metalloproteinases in chronic wounds of 3 debilitated patients. *Ann Plast Surg* 2006; 56:418.
14. Mouës CM, van den Bemd GJ, Heule F, Hovius SE. Comparing conventional gauze therapy to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomised trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007; 60:672.
15. McCord SS, Naik-Mathuria BJ, Murphy KM, Mcclane KM, Gay AN, Basu CB, et al. Negative pressure therapy is effective to manage a variety of wounds in infants and children. *Wound Rep Reg* 2007; 15:296-301.
16. Baharestani M, Amjad I, Bookout K, Fleck T, Gabriel A, Kaufman D, et al. V.A.C. Therapy in the management of paediatric wounds: clinical review and experience. *Int Wound J* 2009; 6:1-26.
17. Pauniaho S, Costa J, Boken C, Turnock R, Baillie C. Vacuum drainage in the management of complicated abdominal wound dehiscence in children. *J Pediatr Surg* (2009) 44, 1736-1740.
18. Schiestl C, Neuhaus K, Biedermann T, Böttcher-Haberzeth S, Reichmann E, Meuli M. Novel Treatment for Massive Lower Extremity Avulsion Injuries in Children: Slow, but Effective with Good Cosmesis. *Eur J Pediatr Surg* 2011; 21: 106-110.
19. Li RG, Yu B, Wang G, Chen B, Qin CH, Guo G, et al. Sequential therapy of vacuum sealing drainage and free-flap transplantation for children with extensive soft-tissue defects below the knee in the extremities. *Injury, Int J Care Injured* 43 (2012) 822-828.