

Aplicación del sistema de presión negativa VAC® en dehiscencia postesternotomía media en pacientes neonatos

Use of vacuum-assisted closure therapy (VAC®) in poststernotomy dehiscence in neonates



Pérez Sempere, M.

Pérez Sempere, M.*, Ferrer de la Fuente, C.*, Molino Gahete, JA.**,
Acosta Buesa, A.***, Arana Martín-Bejarano, E.****

Resumen

El sistema VAC® ha conseguido, en los últimos años, consolidarse como un pilar esencial en el manejo de la dehiscencia de esternotomía media infectada en pacientes neonatos. Su aplicación, tanto de forma aislada como combinada con otros tratamientos, ha logrado disminuir de manera importante la morbimortalidad asociada a esta entidad. Sin embargo, todavía no existen estudios controlados que ayuden a establecer un protocolo de tratamiento.

Presentamos 2 casos tratados entre junio del 2009 y febrero del 2010, así como una revisión bibliográfica sobre la aplicación del sistema VAC® en la dehiscencia de esternotomía media infectada en el paciente neonato. Con los datos obtenidos intentamos establecer una pauta de tratamiento que pueda ayudar a la resolución de esta temida complicación en cirugía cardíaca.

Abstract

Vacuum-assisted wound closure system (VAC®) has consolidated as an important tool for the management of post-sternotomy mediastinitis in neonates. Its use has reduced significantly the associated morbimortality in these cases. However, there are no controlled studies that could help to establish a treatment protocol.

We report our experience with 2 cases in neonates where the VAC® system was used successfully to managed post-sternotomy mediastinitis between June 2009 and February 2010, and we make a literature review of the published data about the subject. With the obtained data we propose treatment guidelines in the management of this dreaded complication of cardiac surgery.

Palabras clave Terapia de presión negativa,
Terapia de vacío,
Dehiscencia mediastino, Neonatos.
Código numérico 1526-5012

Key words Vacuum assisted therapy,
Vacuum assisted wound closure,
Mediastinitis, Neonates.
Numerical Code 1526-5012

* Médico Interno Residente Cirugía Plástica.

** Médico Adjunto Cirugía Pediátrica.

*** Médico Adjunto Cirugía Plástica.

**** Médico Adjunto, Coordinadora de la Unidad de Cirugía Plástica Pediátrica.

Unidad de Cirugía Plástica Pediátrica, Hospital Universitario Valle de Hebrón, Barcelona. España.

Introducción

La terapia de presión negativa VAC® ha ganado popularidad en los últimos tiempos, dando resultados óptimos en el manejo de heridas complejas en pacientes de todas las edades (1). A diferencia del adulto, en la población pediátrica no existe un protocolo de tratamiento claramente establecido. En los últimos años se han publicado diversos trabajos que han consolidado la aplicación de la terapia de presión negativa como un pilar fundamental en el manejo de la dehiscencia esternal asociada a mediastinitis en la población pediátrica. Sin embargo, todos ellos están basados en la experiencia clínica y, por el momento, no existen estudios controlados.

Los neonatos con patologías cardíacas congénitas a menudo requieren múltiples intervenciones quirúrgicas de forma precoz y en un corto periodo de tiempo. La vía de acceso más frecuentemente empleada es la esternotomía media. Estos pacientes poseen unas características únicas que les hacen especialmente vulnerables frente a una dehiscencia e infección de la herida esternal, siendo la incidencia descrita en la literatura de entre el 0.4-5%.

La dehiscencia de esternotomía media asociada a mediastinitis en el paciente neonato puede suponer una complicación fatal, elevando el porcentaje de mortalidad asociado a cirugía cardíaca hasta el 5-46% según las series (2). Además, debemos tener en cuenta el estado crítico en el que habitualmente se encuentran estos pacientes, que requieren un tratamiento precoz con escasa morbilidad asociada y que favorezca de forma rápida la cobertura de la herida y el control de la infección.

Entre los beneficios que aporta el uso del sistema de presión negativa cabe destacar una disminución del exudado y del edema junto con un aumento de la perfusión tisular, lo que favorece la proliferación del tejido de granulación y dificulta la colonización bacteriana. Todo esto genera un medio adecuado para la curación de la herida, reduce la complejidad del defecto y optimiza el lecho para futuras cirugías.

En este trabajo presentamos dos casos clínicos con el objetivo de, a través de los datos obtenidos de la bibliografía y de nuestra propia experiencia, intentar establecer unas pautas de tratamiento que pudieran ayudar en el manejo de la dehiscencia de esternotomía media en el paciente neonato mediante la aplicación de la terapia de presión negativa.

Material y método

Entre junio del 2009 y febrero del 2010 tratamos en la Unidad de Cirugía Plástica Pediátrica del Hospital Universitario Valle de Hebrón en Barcelona (España) 2 casos de dehiscencia de esternotomía media y mediastinitis en pacientes neonatos. En su manejo fue fundamental la aplicación de terapia de vacío mediante sistema VAC® (*Vacuum Assisted Closure*, KCI Clinic Spain SL).

Fueron 2 varones (paciente 1 y paciente 2) de 23 y 29 días de vida respectivamente, en el momento de inicio de la terapia VAC®. Ambos habían sido intervenidos quirúrgicamente con diagnóstico de trasposición de grandes vasos y ductus arterioso persistente. Durante el postoperatorio precisaron soporte ECMO y altas dosis de fármacos β -adrenérgicos por inestabilidad hemodinámica que, en el caso del paciente 2, requirió maniobras de reanimación cardiopulmonar avanzada y un total de 3 reintervenciones en un intervalo de 2 semanas. La herida de esternotomía media se cerró de manera diferida a los 7 días de la intervención inicial en el paciente 1 y a los 16 días en el paciente 2. Tras una media de 4.5 días (intervalo de 3 a 6 días) apareció dehiscencia de herida esternal con exposición de estructuras mediastínicas y exudado seropurulento, momento en el cual se contactó con nuestro Servicio. Los cultivos obtenidos de las heridas fueron negativos (Fig. 1).

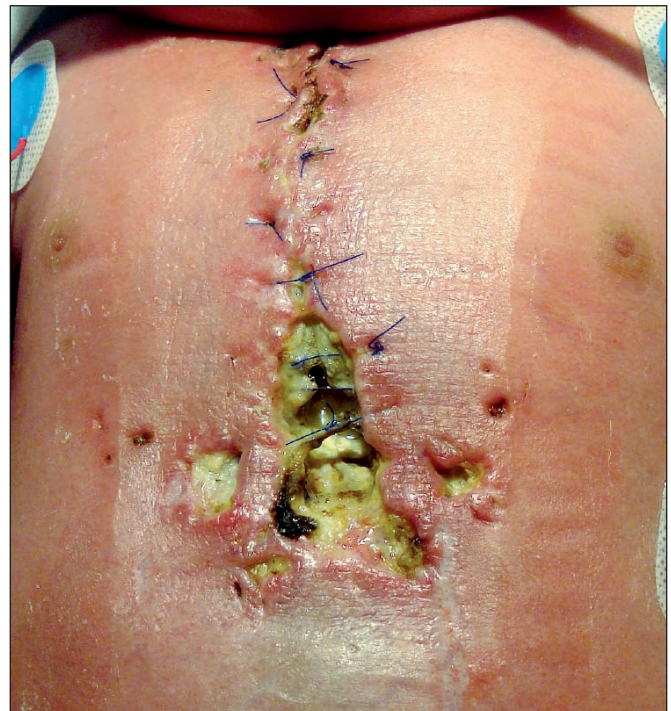


Fig. 1. Dehiscencia postesternotomía media de 5x3cm en el paciente 1. Primera valoración por nuestra Unidad.

El paciente 2 presentaba además quilotórax resistente al tratamiento quirúrgico, responsable de graves alteraciones hidroelectrolíticas y del empeoramiento de la mecánica respiratoria. Para su tratamiento se colocaron dos tubos de drenaje pleural bilateral.

Los datos de los pacientes se resumen en la Tabla I.

Procedimos al desbridamiento quirúrgico de las heridas, retirando el tejido no viable en su totalidad (que incluía parte del periostio esternal y el material de sutura previo). En el mismo acto se tomaron nuevos cultivos y se procedió a la colocación del sistema VAC® protegiendo la piel sana adyacente con un apósito adhesivo.

En el paciente 1 instauramos terapia VAC® inicial-

Tabla 1. Secuencia cronológica de los 2 casos presentados.

	Cirugía inicial	Cierre diferido	Dehiscencia herida	Inicio terapia VAC®
Paciente 1	8º día vida	7º día postcirugía	6º día tras cierre	23º día vida
Paciente 2	10º día vida	16º día postcirugía	3º día tras cierre	29º día vida

mente en modo continuo a -50 mmHg. Tras el primer cambio de cura a las 72 horas, los parámetros se modificaron a modo intermitente 5:2 (5 minutos en aspiración y 2 minutos en reposo) con el objetivo de agilizar la proliferación del tejido de granulación. Dado que el tratamiento fue bien tolerado por el paciente, se mantuvo hasta alcanzar las condiciones favorables del lecho para proceder al cierre definitivo, momento en el cual se retornó al modo continuo. Las curas se realizaron cada 72 horas (Fig. 2 y 3).

En el paciente 2 colocamos el sistema VAC® en modo continuo a -75mmHg dada la mayor cantidad de exudado presente en la herida. Debido a la dificultad respiratoria generada por el quilotorax, la aspiración se mantuvo continua durante todo el tratamiento, realizando curas cada 48 horas y empleando el contenedor de menor tamaño para un control más estricto de las pérdidas hidroelectrolíticas. Tras 24 horas de tratamiento hubo que recolocar ambos drenajes pleurales, lateralizándolos para que fueran compatibles con la terapia VAC®, ya que la presión

negativa estaba dificultando su funcionamiento. Posteriormente no hubo más incidencias.

En ambos pacientes empleamos esponja de polivinilo (VAC® *WhiteFoam*), previa adaptación exacta de la misma al contorno de la herida, pensando en una menor adherencia al lecho dada la naturaleza de las estructuras expuestas (Fig. 4).

Realizamos cultivos y desbridamientos periódicos y seriados de los tejidos necróticos. Las heridas se consideraron tributarias de cierre quirúrgico definitivo ante la ausencia local de signos de infección, presencia de cultivos negativos y proliferación de tejido de granulación: 15 días en el paciente 1 y 23 días en el paciente 2.

En el paciente 1 cubrimos el defecto mediante colgajos de avance de pectoral mayor de forma bilateral tras desinserción muscular limitada de su origen esternocostal y unión de ambos en la línea media. Previamente, fijamos los fragmentos esternales con Vicryl® 2-0 hasta lograr estabilidad ósea, a diferencia de lo que se practica en niños mayores en los que el material empleado es alambre. La fascia y el tejido celular subcutáneo se suturaron con Vicryl® 3-0 y, finalmente, la aproximación de los bordes cutáneos se llevó a cabo sin tensión con Ethilon® 4-0 tras un mínimo despegamiento. Empleamos puntos simples (Fig. 5). El paciente fue dado de alta por nuestra Unidad 10 días después de la intervención, tras la retirada de los puntos de sutura.

En el paciente 2 planteamos cobertura definitiva me-



Fig. 2. Colocación del sistema VAC® en el paciente 1.



Fig. 3. Paciente 1 en el 6º día de terapia VAC®.

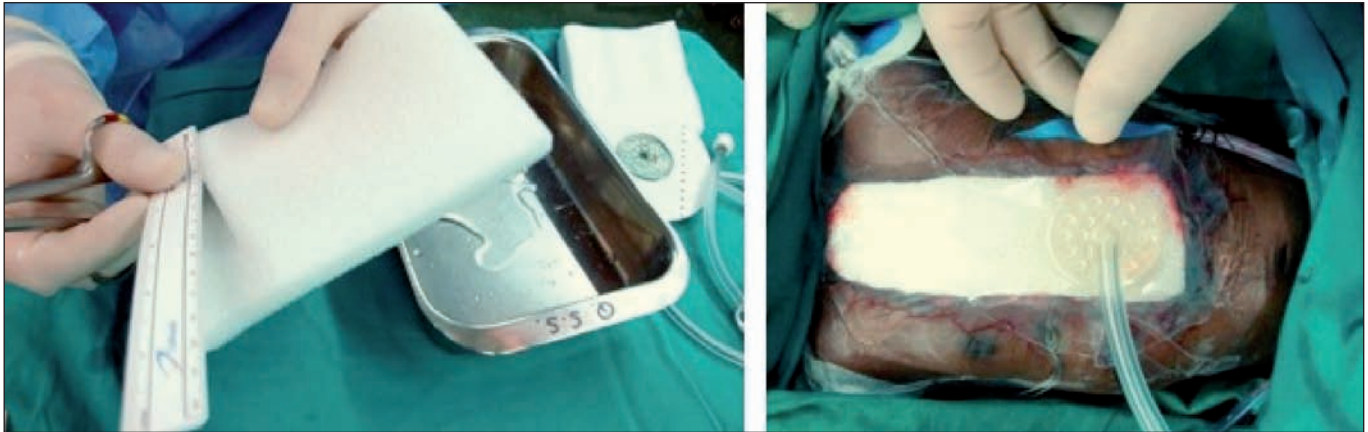


Fig. 4. Paciente 2. (A) Medida de la esponja de polivinilo VAC® WhiteFoam para su adaptación exacta a la herida. (B) Colocación del sistema VAC®.

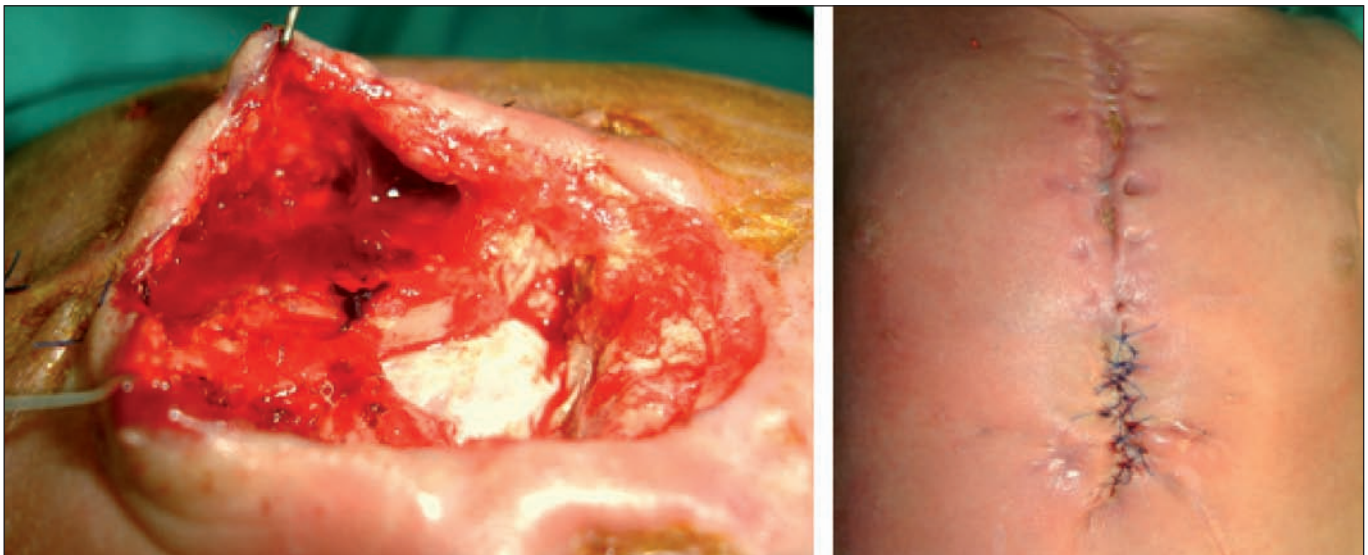


Fig. 5. Paciente 1, imagen intraoperatoria. (A) Avance y sutura de ambos colgajos de pectoral mayor en la línea media. (B) Cierre completo de la herida a los 10 días de postoperatorio en el momento de retirar los puntos de sutura



Fig. 6. Paciente 2. (A) Imagen a los 8 días y (B) a los 23 días de aplicación de la terapia VAC®, momento en el que consideramos la herida tributaria de cobertura mediante autoinjerto cutáneo.

dante autoinjerto cutáneo de espesor parcial, una vez alcanzada la granulación completa del lecho (Fig. 6). Desgraciadamente, la intervención no pudo llevarse a cabo debido a que el estado general del paciente evolucionó de manera progresiva e irreversible hacia el fallo multiorgánico.

A raíz de estos 2 casos, hemos realizado una búsqueda bibliográfica sobre la aplicación del sistema VAC® en la dehiscencia de esternotomía media en neonatos. Los

datos obtenidos a través de la bibliografía y de nuestra propia experiencia clínica se resumen en este artículo con el objetivo de establecer una pauta de tratamiento para este tipo de pacientes.

Resultados

La media de edad de nuestros pacientes en el momento de inicio de la terapia VAC® fue de 23 días de

Tabla II. Datos de aplicación de la terapia VAC® en los 2 casos presentados

	Terapia	Esjonja	Curas	Duración	Tto definitivo
Paciente 1	Inicial: Continua -50mmHg Tras 1ª cura: Intermitente 5:2	Polivinilo	c/72h	15 días	Colgajo avance pectoral mayor bilateral + cierre cutáneo directo
Paciente 2	Continua -75mmHg	Polivinilo	c/48h	23 días	*Autoinjerto cutáneo

*El paciente fue éxitus, por lo que no pudo llevarse a cabo la cobertura definitiva de la herida.

vida. El cierre diferido de la esternotomía media se llevó a cabo una media de 11.5 días tras la intervención inicial, produciéndose la dehiscencia y sobreinfección de la misma a los 4.5 días de media tras éste.

La duración media de la aplicación de la terapia VAC® fue de 19 días (15 días en el paciente 1 y 23 días en el paciente 2). En el paciente 1 la terapia se mantuvo en modo intermitente 5:2 tras la primera cura y hasta el 12º día, momento en el cual se retornó al modo continuo en espera del cierre quirúrgico definitivo.

Los datos obtenidos se resumen en la Tabla II.

Realizamos cultivos de las heridas en el momento del desbridamiento inicial y posteriormente en cada cambio de cura. Los gérmenes aislados en el paciente 1 fueron *Enterococcus faecalis* y *Corynebacterim spp* y en el paciente 2 *Enterobacter cloacae* multirresistente. En ambos casos se empleó antibioticoterapia endovenosa durante una media de 15 días según criterio de los facultativos responsables en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN).

Las curas y desbridamientos periódicos fueron realizados en la misma UCIN. Mientras que el paciente 2 permaneció sedoanalgesiado e intubado durante todo el tratamiento, el paciente 1 pudo ser extubado con éxito, sin condicionar la continuidad de la terapia VAC®, que se llevó a cabo bajo mínima sedación durante las curas. El tratamiento fue bien tolerado, sin que se observaran alteraciones en la hemodinamia ni en la mecánica respiratoria que precisaran medidas terapéuticas adicionales para el control de los neonatos. En el paciente 1, además, no hubo cambios en la frecuencia cardíaca, tensión arterial o frecuencia respiratoria sugerentes de que el paciente experimentara dolor durante la manipulación y las curas.

Discusión

Los pacientes neonatos intervenidos por patologías cardíacas congénitas son especialmente vulnerables a sufrir dehiscencia e infección de la herida esternal, siendo la incidencia descrita en la literatura de entre el 0.4-5% (2). Esto es debido a una serie de factores de riesgo como son: el cierre diferido del defecto, la necesidad de soporte ECMO, el empleo de fármacos β -adrenérgicos, un estado de inmunosupresión, así como múltiples reintervenciones en un corto periodo de tiempo (3). Una vez que la infección se ha instaurado, el porcentaje de mortalidad

asociado a la cirugía cardíaca aumenta hasta el 5-46% según las series consultadas.

Debemos tener en cuenta el estado crítico en el que habitualmente se encuentran estos pacientes, lo que hace que requieran un tratamiento de instauración precoz y con escasa morbilidad asociada, que favorezca la cobertura de la herida y el control de la infección de forma rápida; todo ello interfiriendo lo menos posible sobre las estructuras existentes, siendo primordial la conservación del esternón para el mantenimiento de la estabilidad de la caja torácica y de sus centros de osificación, de cara al futuro desarrollo del paciente(6,7).

La terapia VAC® ha supuesto toda una revolución en el tratamiento de la dehiscencia de esternotomía media asociada a mediastinitis en el paciente neonato, aportando de forma precoz las condiciones óptimas para el cierre de la herida y el control de la infección (1,4).

Los beneficios locales de esta terapia son bien conocidos:

- Disminución del exudado y reducción del edema, contribuyendo al control de la pérdida de fluidos, lo que es de gran importancia en el paciente neonato.
- Aumento de la perfusión tisular.
- Disminución de la colonización bacteriana.
- Neoformación de tejido de granulación.

En definitiva, genera un ambiente que favorece la curación, dando lugar a una reducción del tamaño y de la complejidad de la herida y acelerando la curación hasta 2.5 veces en comparación con otros tratamientos.

En el paciente neonato, se trata de un sistema que nos permite (3,5,8):

- Una cobertura oclusiva de la herida que disminuye la pérdida de fluidos y de temperatura (de vital importancia en este tipo de pacientes) y permite un control estricto del exudado.
- Realizar curas espaciadas para mayor confort del paciente, que pueden llevarse a cabo en la UCIN y que son bien toleradas bajo una mínima sedación. McCord y col. (5) aconsejan mantener la cura un máximo de 72 horas ya que, dada la mayor capacidad de granulación de la población pediátrica, una vez pasado este tiempo la adherencia de la esponja al lecho dificulta su retirada.
- Dar estabilidad al hueso esternal y con ello a la caja torácica, mejorando la dinámica respiratoria al disminuir los movimientos paroxísticos sin alterar la hemodinamia del neonato. El tratamiento

no condiciona el mantenimiento de la ventilación mecánica, en caso de que ésta pudiera ser retirada.

- Controlar rápidamente la infección, con menor tasa de recurrencia en comparación con otros tratamientos.
- Optimizar el lecho de la herida para futuras intervenciones, en caso de ser necesarias.
- Disminuir de forma importante la morbimortalidad asociada tanto a la propia patología como a su tratamiento.

La terapia VAC® puede emplearse:

- Como tratamiento definitivo, favoreciendo el cierre directo por segunda intención.
- Como terapia adyuvante en caso de que las características del defecto requieran la asociación de otras técnicas reconstructivas. El sistema de presión negativa acondiciona de forma rápida el lecho de la herida de cara a la cirugía y simplifica los procedimientos necesarios para su cobertura definitiva (2,4). Esto es de vital importancia en el paciente neonato, en el que uno de los objetivos primordiales del tratamiento es la mínima morbilidad asociada.

Debemos tener en cuenta que este tipo de pacientes a menudo se encuentra en estado crítico y no son susceptibles de intervención quirúrgica. En espera de que su estado permita el tratamiento definitivo de la herida, el sistema VAC® aporta los beneficios descritos anteriormente (5).

Es posible también combinar la terapia VAC® con prácticamente cualquier método reconstructivo: sustitutos dérmicos, autoinjertos cutáneos, colgajos, etc.

La dehiscencia esternal se asocia frecuentemente a exposición de estructuras mediastínicas vitales e infección. En caso de que no sea posible obtener una cobertura adecuada mediante procedimientos menos invasivos (como serían la terapia VAC® y el cierre directo por segunda intención) la técnica considerada en la bibliografía como de primera elección es el colgajo muscular de avance bilateral de pectoral mayor (6,10). Este es el caso del paciente 1, en el que combinamos el sistema de presión negativa con la elevación de ambos músculos pectorales y su unión en la línea media. Se trata también del colgajo muscular más empleado en el adulto en la reconstrucción de este tipo de defectos por su rico y constante aporte vascular, disponibilidad, viabilidad y tamaño. Fue aplicado por primera vez en pacientes neonatos por Erez y col. (6) con resultados satisfactorios, no estando descritas con posterioridad en la literatura alteraciones funcionales en el desarrollo mamario, de la caja torácica, ni déficits motores en la población pediátrica.

Entre los beneficios alcanzados destacan (7):

- Restauración de la estabilidad torácica y con ella de la mecánica respiratoria.
- Protección de las estructuras mediastínicas.
- Mantenimiento satisfactorio de la estética del tórax.
- Control de la infección y disminución de su tasa de recurrencia. En caso de que ésta ocurriese, permite la posibilidad de reavanzar el colgajo muscular.

Respecto a los niveles de presión negativa a emplear

en el paciente neonato (2,4,5,8), ya en el 2002 Ramnarine y col. apuntaban hacia una terapia a -50mmHg que ha sido corroborada por autores como McCord y col. o Salazard y col., entre otros, concluyendo que ésta ha de mantenerse entre -50 y -75mmHg en función del tamaño del paciente y de su tolerancia al tratamiento, por lo que es fundamental la monitorización continua tanto hemodinámica como respiratoria, en busca de signos que puedan hacer sospechar dolor o afectación de las funciones vitales del neonato. La presión empleada habitualmente en la bibliografía es de -50mmHg, aumentando a -75mmHg en caso de heridas muy exudativas o en pacientes mayores. A niveles en los que la contracción de los bordes de la herida es máximo, se puede aumentar de forma progresiva la capacidad de absorción del exudado hasta un límite de -125mmHg. Por otro lado, destacar que la presión mínima efectiva es de -25mmHg.

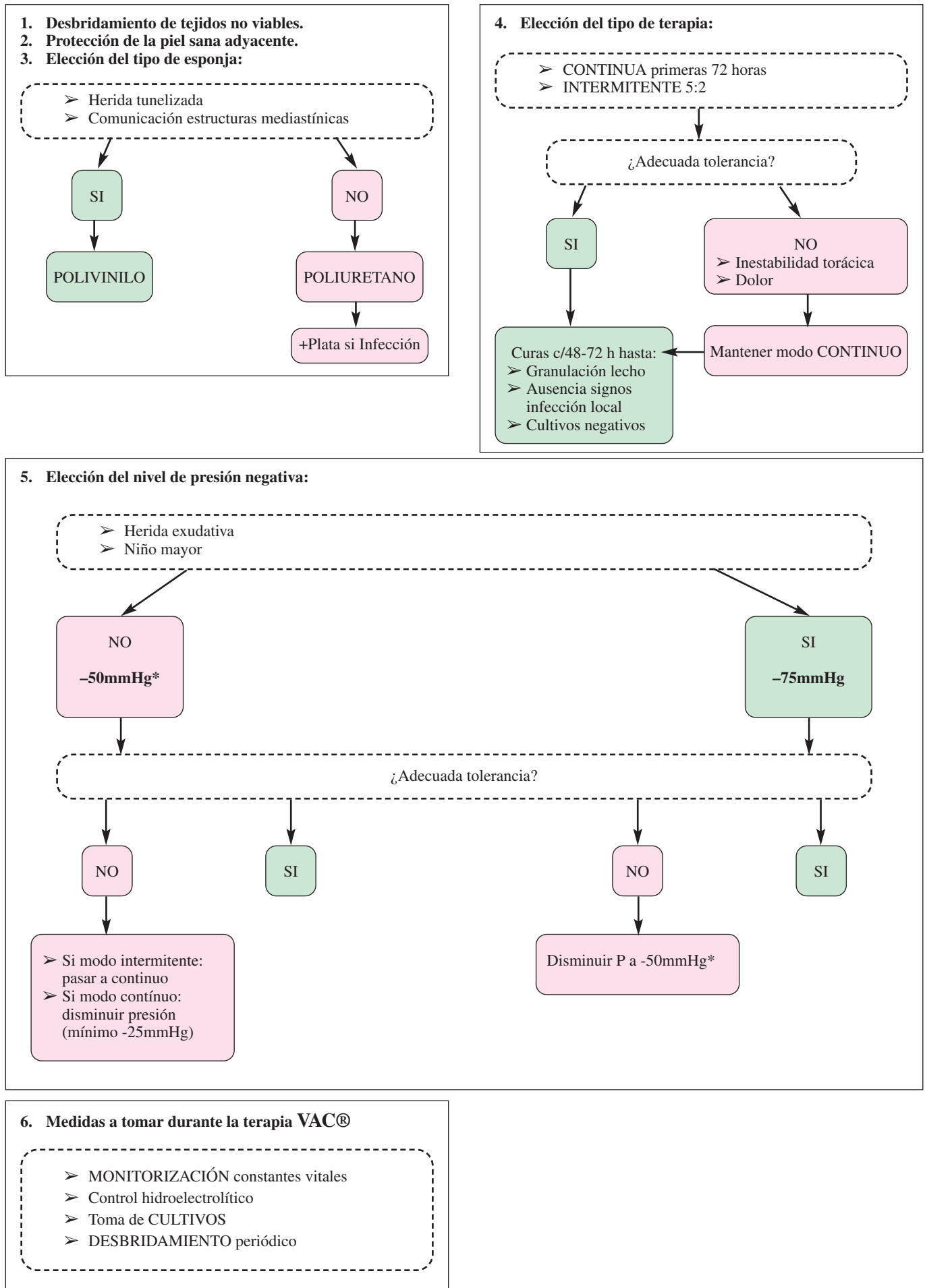
Respecto a los casos que presentamos en nuestro trabajo, en el paciente 2 instauramos la terapia VAC® a -75mmHg debido al mayor volumen de exudado presente, con una buena tolerancia. En el paciente 1 se mantuvo a -50mmHg de acuerdo a los estándares de la bibliografía consultada hasta la fecha.

Donde todavía no se ha alcanzado consenso es en el modo de aplicación de la terapia. En el paciente 1 iniciamos el tratamiento en modo continuo a -50mmHg, cambiando al modo intermitente 5:2 tras la primera cura que se realizó a las 72h. Proseguimos en modo intermitente hasta alcanzar las condiciones favorables del lecho para proceder al cierre definitivo, momento en el cual retornamos al modo continuo en espera del acto quirúrgico. Dicha secuencia (9) fue propuesta por Tang y col. para el paciente adulto fundamentada en los trabajos iniciales de Morykwas (13), que demostraban que la curación de la herida era más rápida cuando se instauraba la terapia VAC® en modo intermitente debido a un mayor aumento del flujo sanguíneo. Ramnarine y col. y posteriormente Fleck y col. la aplicaron en el paciente neonato con buenos resultados. En una revisión publicada por Orgill y col. en 2011 se hace referencia al rápido aumento de la perfusión tisular tras la interrupción de la presión negativa, favoreciendo con el modo intermitente una curación más acelerada.

Sin embargo, otros autores como McCord y col. o Salazard y col. abogan por el modo continuo mantenido, argumentando una mayor estabilidad de la caja torácica y un menor dolor asociado al tratamiento.

En el paciente 2 decidimos aplicar la terapia VAC® en modo continuo debido a su deficiente estado respiratorio y a la presencia del drenaje pleural bilateral, que podía verse afectado por los cambios constantes de presión. En el paciente 1 se instauró el modo intermitente en la secuencia anteriormente descrita, no observándose alteraciones en la mecánica respiratoria ni signos compatibles con experimentación de dolor por parte del neonato. Tras 12 días de tratamiento la herida se consideró apta para cobertura definitiva, por lo que se instauró el modo

Cuadro 1. Protocolo para el manejo de la dehiscencia de esternotomía media infectada en pacientes neonatos



continuo para mayor confort del paciente hasta que en el 15º día pudo ser intervenido. En cambio en el paciente 2, el lecho del defecto no estuvo completamente cubierto hasta el día 23.

En este momento no disponemos de estudios controlados que analicen de forma más objetiva la terapia óptima a emplear. Pensamos que la presión negativa intermitente puede ofrecer una curación más rápida de la herida, agilizando el tratamiento y disminuyendo la morbilidad de los pacientes, siempre que sea bien tolerada por éstos, a pesar de que el modo continuo ofrece un mayor confort y estabilidad torácica. Debemos hacer una selección ajustada a cada caso prestando especial atención a las constantes vitales del neonato.

En aquellos casos en los que se precisa un control estricto del exudado es posible realizar un prellenado del contenedor del sistema VAC® para evitar la acumulación potencial de fluidos, empleando en neonatos tamaños de 300 ó 500cc como máximo que pueden rellenarse con suero fisiológico, alrededor de unos 275cc y 475cc, respectivamente (14).

Por último, respecto al tipo de esponja, el sistema VAC® ofrece distintas presentaciones (1,14): poliuretano, poliuretano con plata (de preferencia en heridas infectadas por su mayor poder antibacteriano) y polivinilo (impregnada en suero fisiológico y de mayor densidad). En los 2 casos presentados, optamos por ésta última al tratarse de heridas tunelizadas en contacto íntimo con estructuras vitales, por su menor adherencia al lecho y por su bajo riesgo de fragmentación.

En base a la bibliografía revisada y a nuestra experiencia clínica, proponemos a través de un algoritmo un protocolo para el manejo de la dehiscencia de esternotomía media infectada en pacientes neonatos (Cuadro 1).

Conclusiones

El sistema VAC ha conseguido, en los últimos años, consolidarse como un pilar esencial en el manejo de la dehiscencia de esternotomía media infectada en pacientes neonatos. Su aplicación, tanto de forma aislada como combinada con otros tratamientos, ha logrado cumplir los objetivos primordiales en estos casos: acelerar el proceso de curación de la herida, conservar el esternón (fundamental para la estabilidad de la caja torácica y el correcto desarrollo del niño) con una importante disminución de la morbimortalidad asociada, destacando la disminución de la estancia hospitalaria y la mejoría de la calidad de vida.

Dirección del autor

Dra. María Pérez Sempere
Servicio de Cirugía Plástica y Quemados
Hospital Universitario Valle de Hebrón
Passeig de la Vall d'Hebrón 119-129
08035 Barcelona. España.
e-mail: mariapersem@hotmail.com

1. **Orgil DP, Bayer LR:** Update on negative-pressure wound therapy. *Plast Reconstr Surg* 2011; 127 Suppl 1:105S
2. **Salazard B, Niddam J, Ghez O, Metras D, Magalon G:** Vacuum-assisted closure in the treatment of poststernotomy mediastinitis in the paediatric patient. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2008; 61 (3):302
3. **Gabriel A., Heinrich Ch., Shores J., Cho D., Baqai W., Moores D., Miles D., Gupta S.:** Outcomes of vacuum-assisted closure for the treatment of wounds in a paediatric population: case series of 58 patients. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2009; 62:1428
4. **Borgquist O., Ingemansson R., Malin M., Malmsj M.:** The Influence of Low and High Pressure Levels during Negative-Pressure Wound Therapy on Wound Contraction and Fluid Evacuation. *Plast Reconstr Surg* 2011;127(2):551.
5. **McCord SS, Naik-Mathuria BJ, Murphy KM, McLane KM, Gay AN, Basu CB, Downey CR, Hollier LH, Olutoye OO:** Negative pressure therapy is effective to manage a variety of wounds in infants and children. *Wound Repair Regen* 2007; 15:296.
6. **Erez E., Katz M., Sharoni E., Katz Y., Leviav A., Bernardo A. Vidne, and Dagan O.:** Pectoralis Major Muscle Flap for Deep Sternal Wound Infection in Neonates. *Ann Thorac Surg* 2000;69:572.
7. **Zabel D., Eskra B.D., Laddis D., Noorchashm N., Siwers R., Bentz ML.:** Pectoralis Muscle Flap Reconstruction of Pediatric Sternal Wound Infections. *The Journal of Craniofacial Surgery* 2003;14(4):512.
8. **Ramnarine I.R., McLean A., Pollock J.C.S.:** Vacuum-assisted closure in the paediatric patient with post-cardiotomy mediastinitis. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2002;22 :1029.
9. **Augustine T.M. Tang, Sunil K. Ohri, Marcus P. Haw:** Novel application of vacuum assisted closure technique to the treatment of sternotomy wound infection. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2000;17:482.
10. **Taub PJ., Schulman MR., Sett S., Koch RM.:** Revisiting Vascularized Muscle Flaps for Complicated Sternal Wounds in Children. *Annals of Plastic Surgery* 2005; 55(5) 535.
11. **Fleck T., Simon P., Burda G., Wolner E., Wollenek G.:** Vacuum assisted closure therapy for the treatment of sternal wound infections in neonates and small infants. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 2006;5:285.
12. **Su-Shin Lee, Sin-Daw Lin, Huai-Min Chen, Tsai-Ming Lin, Chin-Chiang Yang, Chung-Sheng Lai, Ying-Fu Chen, Chaw-Chi Chiu:** Management of Intractable Sternal Wound Infections with Topical Negative Pressure Dressing. *J Card Surg* 2005;20:218.
13. **Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure:** a new method for wound treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997; 38(6):563.
14. **Abbott L, Boken C, Garner M, Jackson C.** Vacuum assisted closure in paediatrics and young people: a consensus document. London: MEP Ltd, 2009.