

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - USFQ**

**Colegio de Posgrados**

**Título del Trabajo de Titulación**

**Evaluación del tratamiento con terapia de cierre asistido por vacío (VAC)  
en comparación con la terapia convencional, en fracturas expuestas de  
miembros inferiores: Revisión sistemática.**

**Nombre del autor**

**Daniel Alejandro Villacís Mora**

**Fabricio González-Andrade, MD, PhD**

**Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito  
para la obtención del título de Especialista en Ortopedia y Traumatología

Quito, 06 de junio de 2023

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**  
**COLEGIO DE POSGRADOS**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Evaluación del tratamiento con terapia de cierre asistido por vacío (VAC)  
en comparación con la terapia convencional, en fracturas expuestas de  
miembros inferiores: Revisión sistemática.**

**Dr. Daniel Alejandro Villacís Mora**

**Nombre del director del Programa:** Dr. Luis Rene Calderón Salmerón

**Título académico:** Especialista en Ortopedia y Traumatología

**Director del programa de:** Especialidad de Ortopedia y Traumatología

**Nombre del Decano del colegio Académico:** Dr. Iván Cevallos Miranda

**Título académico:** Médico Cirujano General

**Decano del Colegio:** Escuela de especialidades médicas

**Nombre del Decano del Colegio de Posgrados:** PhD Hugo Burgos Yáñez

**Título académico:** Ingeniero en electrónica

**Quito, junio 2023**

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre del estudiante: Daniel Alejandro Villacis Mora

Código de estudiante: 00213549

C.I.: 1804311007

Lugar y fecha: Quito, 06 de junio de 2023.

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo científico primero a Dios, por darme la fuerza para culminar esta meta.

A mis padres Daniel y Elena, por todo su amor y por motivarme a seguir siempre hacia adelante.

También a mi hermano Francisco, por brindarme su apoyo incondicional.

A María Paz, por estar junto a mí, y no soltar mi mano en todo este camino.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad San Francisco De Quito, mi segunda Alma Mater, a sus autoridades y a todo el equipo de la Escuela de Posgrados, quienes me permitieron conseguir un logro mas en esta larga vida llamada Medicina.

A los centros de actividad docente, Hospital Carlos Andrade Marín y Hospital San Francisco de Quito, en especial al Servicio de Traumatología y Ortopedia, por ser los lugares de aprendizaje y arduo trabajo durante estos 4 años. A su personal administrativo y de salud, quienes brindaron su apoyo para completar con éxito esta formación.

A mi coordinador del posgrado, Dr. Luis Calderon, por su dedicación y guía permanente. A mis tutores quienes acompañaron mi formación profesional: Dr. Iván Cevallos, Dr. Carlos Bracho, Dr. Fabricio Gonzalez, Dr. Pablo Sánchez, Dr. Chrystian Mestanza, Dr. Washington Ruiz, Dr. Paulo Zumárraga, Dr. Napoleón Pérez, Dra. Sylvia Logacho, Dr. Paulo Cabrera, Dr. Fausto Ordoñez, Dr. Nelson Calupiña, Dr. Gustavo Cevallos, Dra. Sandra Duque, Dra. Alexandra Aldaz, Dr. Daniel Rosales, Dr. Henry Hernández, Dr. Luis Cueva, Dr. Juan Carlos Proaño, Dr. Luis Baca, Dr. Pablo Muñoz; mis mayores sentimientos de gratitud hacia ustedes.

A mis compañeros de lucha diaria: Francisco, Nelson, Javier, Tanya, Jorge, Carlos M., Henry, Guillermo, Carlos B., Oscar y Gabriel. Desde un inicio dijimos todos o nadie, y aquí estamos juntos hasta el final. Gracias amigos y colegas.

## Resumen

**Objetivo:** Analizar la funcionalidad del tratamiento con terapia de cierre asistido por vacío (VAC) versus el tratamiento convencional en pacientes con fracturas de miembros inferiores, por medio de una revisión sistemática.

**Métodos:** Se realizó una revisión sistemática mediante la búsqueda en las bases de datos de Pubmed, CINAHL, EMBASE, Cochrane, Google Scholar y GHJ Global Index Medicus, siguiendo las pautas de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). El criterio de elegibilidad determinó 7 estudios, tomando en consideración a 1893 pacientes a quienes se les aplicó tratamiento VAC y 1532 pacientes por tratamiento convencional para fracturas expuestas en miembros inferiores.

**Resultados:** De la investigación inicial se encontraron 1874 estudios, más 131 estudios de otras fuentes. Tomando el modelo PRISMA, luego de la filtración de los estudios duplicados se llegó a 840; los registros incluidos bajo los criterios seleccionados fueron 130 y se excluyeron 710. Mientras que para el efecto de la revisión final se excluyeron 123 estudios completos, por la incompatibilidad de variables requeridas, teniendo la revisión de 7 estudios. En la investigación de Schlatterer et al. [7] la terapia de heridas con presión negativa mostró una disminución en las tasas de infección sobre las tasas de apósitos de gasa, mientras que Van Rysselberghe et al. [8] revisaron retrospectivamente 38 fracturas tibiales abiertas tipo IIIB de Gustillo tratadas con VAC y encontraron que los pacientes que se sometieron al cierre definitivo dentro de los 7 días tenían una tasa de infección significativamente menor (12,5 %) en comparación con los pacientes que tenían cobertura a los 7 días o más después de la lesión (57%) ( $P < 0,0008$ ).

**Conclusión:** Existe evidencia fuerte a favor de la terapia VAC versus tratamiento convencional de fracturas expuesta de miembros inferiores, los datos refieren un mejor resultado de tiempo de cierre de la herida en pacientes con fractura expuesta en miembros inferiores con tratamiento VAC, con un promedio de cierre de 5 días, mientras que el tiempo de cierre de herida con el protocolo de tratamiento convencional fue de 28 días promedio.

**Palabras clave (MESH):** Open fractures in lower limbs, lower limbs, open fractures, Vacuum Assisted Closure, conventional treatment, surgery, NPWT system.

## Abstract

**Objective:** Analyze Vacuum-Assisted Closure (VAC) treatment functionality versus conventional treatment in patients with lower limb fractures through a systematic review.

**Methods:** A systematic review was conducted, searching Pubmed, CINAHL, EMBASE, Cochrane, Google Scholar, and GHJ Global Index Medicus databases, following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. The eligibility criteria determined 7 studies, considering 1893 patients who underwent VAC treatment and 1532 patients for conventional treatment for open fractures in the lower limbs.

**Results:** From the initial investigation, 1874 studies were found, plus 131 studies from other sources. Taking the PRISMA model, after filtering the duplicate studies, 840 were reached; The records included under the selected criteria were 130, and 710 were excluded. While for the effect of the final review, 123 complete studies were excluded, due to the incompatibility of the required variables, having reviewed 7 studies. In the research by Schlatterer et al. [7], negative pressure wound therapy showed decreased infection rates over gauze dressing rates, while Van Rysselberghe et al. [8] retrospectively reviewed 38 Gustilo type IIIB open tibial fractures treated with VAC and found that patients who underwent definitive closure within 7 days had a significantly lower infection rate (12.5%) compared with patients who had dressing 7 days or more after injury (57%) ( $P < 0.0008$ ).

**Conclusion:** There is strong evidence in favor of VAC therapy versus conventional treatment of open fractures of the lower limbs, the data show better results in wound closure time in patients with open fractures in the lower limbs with VAC treatment, with an average value of 5 days, while the wound closure time with the conventional treatment protocol was an average of 28 days.

**Keywords (MESH):** Open fractures of lower limbs, lower limbs, open fractures, Vacuum-Assisted Closure, conventional treatment, surgery, NPWT system.

**TABLA DE CONTENIDO**

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	11
Justificación.....	12
Objetivo .....	13
Metodología y diseño de la investigación .....	13
Criterios de elegibilidad .....	13
Fuentes de información .....	13
Estrategia de búsqueda .....	13
Evaluación del riesgo de sesgo en estudios individuales .....	14
Medidas del efecto .....	14
Métodos de síntesis .....	14
Evaluación del sesgo de la publicación.....	14
Evaluación de la certeza en la evidencia.....	15
Resultados .....	16
Selección de estudios .....	16
Características de los estudios.....	17
Resultados de los estudios individuales .....	17
Sesgos en la publicación .....	23
Certeza de la evidencia.....	23
Discusión.....	23
Conclusión.....	25
Limitaciones .....	25
Contribución de los autores.....	25
Disponibilidad de datos y materiales .....	25
Fuente de financiamiento .....	25
Conflicto de intereses .....	25
Referencias .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de pacientes por tratamiento.....	17
Tabla 2. Pacientes con infecciones por tratamiento VAC vs Tratamiento convencional.....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de Gustillo y Anderson.....	11
Figura 2. Evaluación de riesgo de sesgo.....	15
Figura 3. Diagrama de flujo modelo PRISMA.....	16
Figura 4. Forest Plot Pacientes VAC e infección.....	22
Figura 5. Forest Plot Pacientes tratamiento convencional e infección.....	23

## Introducción

Las fracturas expuestas son lesiones de la piel, partes blandas y tejido óseo, que pone en comunicación el hematoma y/o el mismo foco de fractura con el exterior (1), generalmente ocasionadas por un traumatismo de alta energía que, por su condición, generan un mayor riesgo de contraer infecciones. Existe una alta tasa de fracturas expuestas, así como también de morbimortalidad, aproximadamente el 30% de los pacientes tienen lesiones multisistémicas. Su incidencia se estima en torno a 10/100.000 personas-año, más frecuentes en hombres adolescentes y adultos jóvenes y la principal causa son los accidentes de tránsito. El tratamiento de este tipo de fracturas comprende no sólo la estabilización temprana de la fractura y los tejidos blandos (2), sino también la prevención de infección que es la principal complicación reportada en fracturas con incidencia mundial en general de 3 a 4% de los casos.

Los tipos de fracturas abiertas se centran en el sistema de clasificación establecido por Gustillo y Anderson de 1976, como se muestra a continuación (Figura 1.):

**Figura 1.** *Clasificación de Gustillo y Anderson.*

<b>Tipo</b>	<b>Definición</b>
<b>I</b>	Fractura abierta con una herida limpia de longitud menor de 1 cm
<b>II</b>	Fractura abierta con una laceración de longitud mayor de 1 cm y si lesión de tejidos blandos, colgajos ni avulsiones
<b>III</b>	Fractura abierta con laceración, daño o pérdida amplia de tejidos blandos o bien fractura segmentaria abierta, o bien amputación traumática. También heridas por arma de fuego de alta velocidad, fracturas abiertas causadas por heridas deformantes, fracturas abiertas que requieren una reparación vascular.
<b>Subtipos</b>	
<b>IIIA</b>	Cobertura perióstica adecuada de un hueso fracturado, a pesar de la laceración o lesión amplia de los tejidos blandos. Traumatismo de alta energía, con independencia del tamaño de la herida.
<b>IIIB</b>	Pérdida amplia del tejido blando con despegamiento del periostio y exposición de hueso (generalmente se asocia a una contaminación masiva)
<b>IIIC</b>	Asociada a una lesión arterial que requiere reparación, con independencia del grado de lesión de tejidos blandos

Nota: \*Figura muestra la clasificación de Gustillo y Anderson.

Tomado y modificado de Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica (3).

El cuadro clínico del paciente se caracteriza por dolor e impotencia funcional sumado a la deformidad del tejido, la cual depende de la gravedad de la lesión y de cómo los tejidos

toleran la afectación (3). Las fracturas expuestas en miembros inferiores son algunas de las más frecuentes y suceden con mayor regularidad en la tibia con una prevalencia entre el 20 y 40% de los casos, a esto le siguen las lesiones en el fémur con el 12%, mismas que pueden causar una hemorragia severa que puede poner en riesgo la vida del paciente. Las fracturas en las extremidades inferiores pueden conllevar a hospitalización e incluso, discapacidad crónica y deterioro funcional (4). La terapia de cierre asistido por vacío (VAC) es considerada un sistema eficaz para manejar las fracturas abiertas y controlar de esta manera posibles infecciones. Sin embargo, uno de las desventajas es su alto coste para los países en desarrollo (5).

Para lograr un buen resultado en el tratamiento de las fracturas abiertas, se debe actuar bajo algunos principios esenciales como son la irrigación adecuada de la herida, el desbridamiento completo de la misma, la correcta cobertura antibiótica y la estabilización ósea temprana. El sistema VAC permite al paciente recuperarse de manera rápida; es un método eficaz para tratar lesiones abiertas con afectaciones en los tejidos blandos, disminuye el riesgo de infecciones y, por lo tanto, permite preservar la extremidad (6).

El tratamiento VAC se lo realiza en el primer tiempo quirúrgico, tras la estabilización de la fracturas, por medio del uso de esponja reticulada cortada al tamaño de la herida, la inserción de un tubo no colapsable que proporciona presión negativa por medio de una bomba al vacío, favoreciendo la reducción del área de la herida, eliminando el exceso de fluidos y estimulando la angiogénesis; mientras que el tratamiento convencional mantiene un uso precoz de antibióticos de amplio espectro, desbridamiento agresivo de heridas, una adecuada estabilización de la fractura y cierre precoz de la herida.

En este sentido, no existe consenso sobre los efectos del tratamiento VAC versus el tratamiento convencional en las fracturas expuestas en miembros inferiores en la práctica ortopédica general, si bien el tratamiento convencional asociada a rehabilitación estructurada tiende a ser la estrategia de elección, algunos recomiendan el tratamiento VAC para prevenir infecciones, complicaciones postquirúrgicas y reducción de morbilidad.

### **Justificación**

Por esta razón, el propósito de esta revisión sistemática realizar una comparación sobre estudios que han investigado sobre los pacientes hospitalizados por fracturas expuestas en miembros inferiores con tratamiento VAC vs tratamiento tradicional, para determinar si el tratamiento VAC influye en la disminución de tiempo de recuperación, estancia hospitalaria,

minimiza los riesgos de infecciones y un mejor manejo ambulatorio a diferencia del tratamiento convencional.

### **Objetivo**

El objetivo de este trabajo es analizar la funcionalidad del tratamiento VAC versus el tratamiento convencional en pacientes con fracturas de miembros inferiores por medio de una revisión sistemática.

## **Metodología y diseño de la investigación**

### **Criterios de elegibilidad**

Inclusión: Adultos con fracturas abiertas en miembros inferiores (+18 años) con sistema VAC o convencional.

Exclusión: Personas menores de 18 años y mayores de 65 años. Otro tratamiento para fracturas abiertas en miembros inferiores.

### **Fuentes de información**

Esta revisión sistemática siguió los patrones de los elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y meta-análisis (PRISMA) (figura 1). De acuerdo con las pautas PRISMA, se buscaron estudios que evaluaran comparativamente el tratamiento VAC versus el tratamiento convencional en el tratamiento de fracturas abiertas de tibia en múltiples bases de datos bibliográficas integrales, incluidas PubMed, CINAHL, EMBASE, Cochrane, Google Scholar y GHL Global Index Medicus. Se utilizaron varias combinaciones de las palabras clave "fracturas abiertas en miembros inferiores", "miembros inferiores", "fracturas abiertas", "tratamiento convencional", "cirugía" y "sistema VAC".

### **Estrategia de búsqueda**

Los criterios de inclusión fueron artículos de texto completo en inglés y español publicados en una revista indexada de alto impacto que describan claramente sobre fracturas abiertas en miembros inferiores y definan el tipo de tratamiento (VAC vs convencional), la duración del seguimiento, los resultados y las complicaciones entre los pacientes estudiados en cada una de las investigaciones. Se excluyeron las revisiones narrativas, los informes de casos, los estudios con animales y cadáveres, las notas técnicas e instructivas, las cartas a los editores y los artículos sin texto completo disponible o no publicados en inglés o español.

### **Evaluación del riesgo de sesgo en estudios individuales**

Se extrajeron los siguientes datos de los estudios incluidos: nombre del autor o autores, año de publicación, diseño del estudio, tratamiento usado (VAC o conservador), tamaño de la muestra en cada grupo y que sean estudios completos.

### **Medidas del efecto**

Las características metodológicas que se evaluarán es el método de asignación al tratamiento. El criterio utilizado para evaluar la validez interna, se planea una evaluación formal del riesgo de sesgo con la herramienta Cochrane.

### **Métodos de síntesis**

De acuerdo con el modelo PRISMA se realizaron búsquedas en las bases de datos de PubMed, CINAHL, EMBASE, Cochrane, Google Scholar y GHJ Global Index Medicus en busca de ensayos controlados aleatorios (ECA) y estudios de cohortes de artículos publicados entre 2001 y abril de 2023 que comparaban el sistema VAC con el tratamiento convencional en fracturas expuestas en miembros inferiores. Se utilizó estadística descriptiva e inferencial para comparar las diferencias de variables y Diagrama de bosque para el metaanálisis.

Se analizó grado de Wagner, Disminución de tiempo de recuperación, Disminución de estancia hospitalaria, manejo ambulatorio.

### **Evaluación del sesgo de la publicación**

El riesgo de la publicación se ubica en un riesgo de sesgo incierto por el revisor principal. Se realizó la evaluación de riesgo de sesgo como se muestra a continuación (Figura 2):

**Figura 2.** Evaluación de riesgo de sesgo.

	Generación de la secuencia (sesgo de selección)	Ocultamiento de la información (sesgo de selección)	Cegamiento de evaluación de resultados (sesgo de detección)	Datos de resultados incompletos (sesgo de atrición)	Reporte selectivo (sesgo de reporte)	Otro sesgo
Schlatterer DR, Hirschfeld AG, Webb LX (2015)	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Red	Yellow
Van Rysselberghe NL, Gonzalez CA, Calderon C, Mansour A, Oquendo YA, Gardner MJ. (2022)	Yellow	Green	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Costa ML, Achten J, Knight R, et al. (2020)	Green	Red	Green	Yellow	Green	Yellow
Goncalvez, C. (2011)	Yellow	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
Costa ML, Achten J, Bruce J, et al. (2018)	Green	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Kim JH, Lee DH. (2019)	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
Liu X, Zhang H, Cen S, Huang F. (2018)	Yellow	Green	Green	Red	Yellow	Yellow

Nota: \*Tabla muestra la selección de estudios de alto impacto mediante modelo (PRISMA).  
Elaboración: Villacís Mora Daniel Alejandro 2023.

Una vez realizada la evaluación de los sesgos de los estudios finales que conforman la revisión, se obtiene dos estudios con riesgo bajo, mientras que dos estudios tienen riesgo alto y tres se diagnosticó riesgo incierto.

### Evaluación de la certeza en la evidencia

La evaluación de la certeza de evidencia, al haber evaluados a cada uno de los estudios seleccionados, se obtiene que es moderada para la presente revisión sistemática.

### Registro

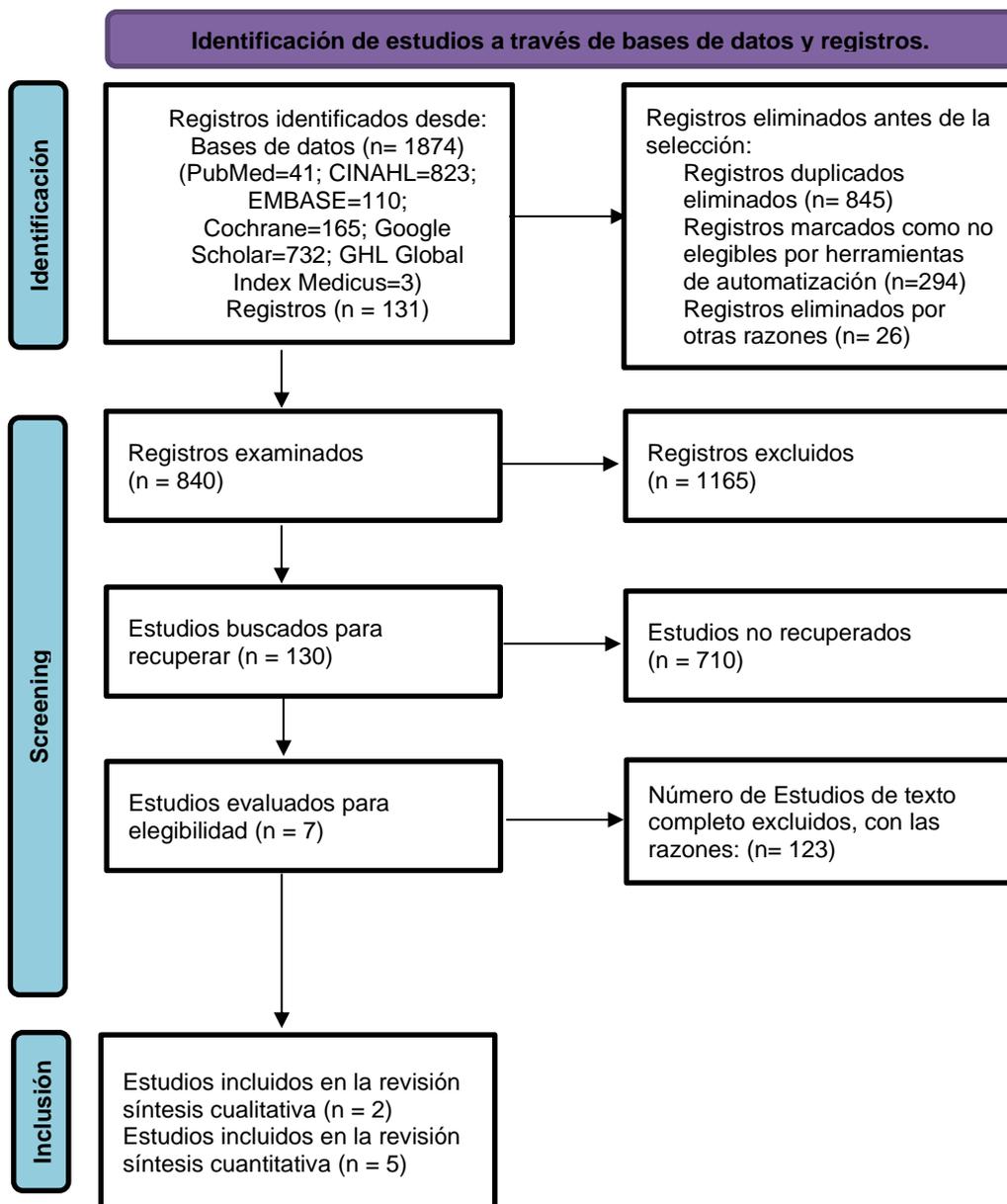
PROSPERO 2023 CRD42023-425954. Available from:  
[https://www.crd.york.ac.uk/prosperto/display\\_record.php?ID=CRD42023425954](https://www.crd.york.ac.uk/prosperto/display_record.php?ID=CRD42023425954)

## Resultados

### Selección de estudios

En primer lugar, se debió realizar el Diagrama de flujo para la selección de estudios con el modelo PRISMA.

**Figura 3.** Diagrama de flujo modelo PRISMA.



Nota: \*Figura muestra la selección de estudios de alto impacto mediante modelo (PRISMA).

Elaboración: Villacís Mora Daniel Alejandro 2023.

## Características de los estudios

Por medio del revisor principal realizó una investigación inicial de 1874 estudios, más 131 estudios de otras fuentes. Tomando el modelo PRISMA, luego de la filtración de los estudios duplicados se llegó a 840; los registros incluidos bajos los criterios seleccionados fueron 130 y se excluyeron 710. Mientras que para el efecto de la revisión final se excluyeron 123 estudios completos, por la incompatibilidad de variables requeridas, teniendo la revisión de 7 estudios, con riesgo de sesgo en los estudios ubicado en incertidumbre.

## Resultados de los estudios individuales

### Pacientes por tratamiento

La presente revisión sistemática incluye a 7 estudios finales, en el que se incluyen 1893 pacientes con tratamiento VAC y 1532 pacientes que recibieron tratamiento convencional, para casos con fracturas expuestas en miembros inferiores (Tabla 1).

**Tabla 2.** Número de pacientes por tratamiento.

Autor	Pacientes tratamiento VAC	Pacientes tratamiento convencional
Schlatterer DR, Hirschfeld AG, Webb LX (2015)	332	129
Van Ryselberghe NL, Gonzalez CA, Calderon C, Mansour A, Oquendo YA, Gardner MJ. (2022)	16	16
Costa ML, Achten J, Knight R, et al. (2020)	785	763
Goncalvez, C. (2011)	8	7
Costa ML, Achten J, Bruce J, et al. (2018)	226	234
Kim JH, Lee DH. (2019)	12 artículos	
Liu X, Zhang H, Cen S, Huang F. (2018)	526	383
<b>Total</b>	<b>1893</b>	<b>1532</b>

Nota: \*Tabla muestra los pacientes pro tratamiento de estudios de alto impacto mediante modelo (PRISMA).

Elaboración: Villacís Mora Daniel Alejandro 2023.

Schlatterer et al. (7) describieron que la terapia de heridas con presión negativa mostró una disminución en las tasas de infección sobre las tasas de apósitos de gasa en dos de cuatro estudios (5,4 % [dos de 35] versus 28 % [siete de 25] y 8,4 % [14 de 166] versus 20,6 % [13 de 63]), una tasa de infección equivalente en un estudio (15 % [ocho de 53] frente a 14 % [cinco de 16]) y una mayor tasa de infección en el cuarto estudio (29,5 % [23 de 78] frente a 8 % [dos de 25]). Las tasas de infección con el tratamiento de heridas con presión negativa más de 72 horas, ocho de 10 estudios concluyeron que no hubo un aumento en las tasas de infección,

mientras que dos de 10 informaron un aumento en las tasas de infección asociadas con el uso del tratamiento de heridas con presión negativa más de 72 horas. Las tasas de infección variaron del 0 % al 57 % en estos 10 estudios.

Asimismo, Schlatterer et al. (7) cinco estudios informaron tasas bajas de infección del 0% al 7% y cinco informaron tasas del 27% al 57%. También seis estudios que analizaron, consideraron la disminución potencial del uso de un colgajo de partes blandas en pacientes tratados con tratamiento prolongado de heridas con presión negativa. Las tasas de colgajo se redujeron entre un 13 % y un 60 %, respectivamente, en comparación con las de los controles históricos. Las fracturas de tibia de grado IIIB por definición requerían procedimientos de tejidos blandos. Los pacientes de estos seis estudios tenían fracturas de tibia de grado IIIB después del primer desbridamiento. Sin embargo, después de la terapia extendida de heridas con presión negativa, menos pacientes requirieron colgajos de lo que hubiera predicho la clasificación en el primer desbridamiento.

Van Rysselberghe et al. (8) revisaron retrospectivamente 38 fracturas tibiales abiertas tipo IIIB de Gustillo tratadas con tratamiento VAC y encontraron que los pacientes que se sometieron al cierre definitivo dentro de los 7 días tenían una tasa de infección significativamente menor (12,5 %) en comparación con los pacientes que tenían cobertura a los 7 días o más después de la lesión (57%) ( $P < 0,0008$ ). En última instancia, los autores concluyeron que el cierre asistido por vacío es beneficioso para el tratamiento de heridas a corto plazo, pero no permite posponer la cobertura definitiva de la herida, que debe realizarse lo antes posible. Las complicaciones observadas incluyen fallas del sistema (falla de energía, pérdida del sello, etc.), dolor, sangrado, infección de heridas, reacciones alérgicas, movilidad limitada, excoriación y necrosis de la piel y ampollas.

Para Van Rysselberghe et al. (8) un estudio examinó la falla de la bomba de vacío en una serie de 123 pacientes con traumatismos ortopédicos tratados con VAC y encontró que al menos el 10 % tuvo una falla de energía con el dispositivo VAC, lo que provocó una interrupción no reconocida de la terapia. Las nuevas generaciones de dispositivos han abordado muchos de estos problemas mecánicos. También revisaron 24 estudios que examinaron el uso de VAC versus convencional y la colonización bacteriana, de los cuales 7 encontraron una carga biológica bacteriana significativamente menor en comparación con los apósitos estándar, 8 no encontraron diferencias en la carga biológica bacteriana y 5 concluyeron que había un efecto específico de la especie.

Costa et al. (9) describieron su revisión entre 1548 participantes que fueron aleatorizados (edad media, 49,8 [20,3] años; 561 [36 %] tenían  $\leq 40$  años; 583 [38 %] mujeres y 881 [57 %] tenían lesiones múltiples), donde 1519 (el 98%) tenía datos disponibles para el resultado primario. A los 30 días, se produjo una infección profunda del sitio quirúrgico en el 5,84 % (45 de 770 pacientes) del grupo de tratamiento de herida con presión negativa incisional y en el 6,68 % (50 de 749 pacientes) del grupo de apósito estándar para heridas (odds ratio, 0,87 [95 % IC, 0,57 a 1,33], diferencia de riesgo absoluto, -0,77 % [IC 95 %, -3,19 % a 1,66 %],  $P = 0,52$ ).

De igual forma, en Costa et al. (9) no hubo diferencias significativas en la tasa de infección profunda del sitio quirúrgico a los 90 días (11,4 % [72 de 629 pacientes] en el grupo de tratamiento de herida con presión negativa incisional frente a 13,2 % [78 de 590 pacientes] en el grupo de apósito estándar para heridas; razón de probabilidad, 0,84 [IC del 95 %, 0,59 a 1,19]; diferencia de riesgo absoluto, -1,76 % [IC del 95 %, -5,41 % a 1,90 %];  $p = 0,32$ ).

En el estudio de Goncalvez el tiempo promedio de cierre con VAC fue de 5 días en rango que va entre 4 y 12 días comparado con el cierre de acuerdo al protocolo establecido, con un promedio de 28 días. No se reportó infecciones durante y posterior al tratamiento. Pacientes con tratamiento convencional, 4 de los 7 (57%) presentaron infección profunda de las partes blandas, 1 con fractura AB III-A y 2 con diagnóstico de fractura AB III-B, quienes también terminaron con pseudoartrosis previamente infectada y continuaron estabilizadas con fijación externa, a diferencia de sólo 1 de 8 (12%) pacientes con VAC que presentaron infección profunda. La reintervención sucedió en 4 de los 7 (57%) pacientes la ameritaron para nuevas limpiezas quirúrgicas para retirar abundante exudado purulento y tejido necrótico recibiendo entre 7 y 8 nuevas limpiezas quirúrgicas.

En otro estudio de Costa et al. (10) no hubo diferencias estadísticamente significativas en la puntuación del índice de discapacidad de los pacientes a los 12 meses (puntuación media, 45,5 en el grupo de VAC frente a 42,4 en el grupo de apósito estándar; diferencia media, -3,9 [IC del 95 %, -8,9 a 1,2];  $P = 0,13$ ), en el número de infecciones profundas del sitio quirúrgico (16 [7,1 %] en el grupo de VAC frente a 19 [8,1 %] en el grupo de apósito estándar; diferencia, 1,0 % [IC del 95 %, -4,2 % a 6,3 %];  $P = 0,64$ ), o en la calidad de vida entre los grupos (diferencia en el cuestionario de 5 dimensiones EuroQol, 0,02 [95 % IC, -0,05 a 0,08]; Short Form-12 Physical Component Score, 0,5 [95 % IC, -3,1 a 4,1] y Puntuación del componente de salud mental, -0,4 [IC del 95 %, -2,2 a 1,4]).

Por otro lado, Kim et al. (11) en su estudio, la técnica VAC mostraron una tasa de infección de tejidos blandos significativamente más baja (odds ratio [OR] 0,48, intervalo de confianza [IC] del 95 % 0,34-0,68,  $P < 0,0001$ ), tasa de pseudoartrosis (OR 0,61, IC del 95 % 0,39- 0,95,  $P = 0,03$ ), tasa de necrosis del colgajo (OR 0,37, IC del 95 % 0,21-0,63,  $P = 0,0003$ ) y tasa de revisión del colgajo (OR 0,44, IC del 95 % 0,22-0,89,  $P = 0,02$ ) que el tratamiento convencional de heridas. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la tasa de osteomielitis (OR 0,54, IC 95 % 0,09-3,28,  $P = 0,50$ ) y la tasa de amputación (OR 0,89, IC 95 % 0,36-2,22,  $P = 0,80$ ) entre los 2 grupos.

Finalmente, dentro de Liu et al. (12) las estimaciones agrupadas en los 8 ECA (OR 0,17, IC del 95 %: 0,09 a 0,32,  $P < 0,00001$ ) y los 6 estudios de cohortes retrospectivos (OR 0,26, IC del 95 %: 0,16 a 0,42,  $P < 0,00001$ ) indicó una tasa de infección mucho más baja en el tratamiento VAC. La diferencia entre grupos fue fuertemente significativa. La síntesis agrupada indicó que hubo incidencias significativamente más bajas de cobertura de la herida durante 3 semanas (OR 0,09, IC del 95 %: 0,03 a 0,22,  $P < 0,00001$ ), cicatrización de la herida durante 6 semanas (OR 0,06, IC del 95 %: 0,02 a 0,17,  $P < 0,00001$ ) y la estancia hospitalaria del paciente durante 1 mes (OR 0,06, IC del 95 %: 0,02 a 0,17,  $P < 0,00001$ ) en el tratamiento VAC que en el tratamiento con apósitos para heridas convencionales (Tabla 2).

**Tabla 3.** *Pacientes con infecciones por tratamiento VAC vs Tratamiento convencional.*

<b>Autor</b>	<b>Pacientes con infección VAC</b>	<b>Pacientes con infección tratamiento convencional</b>
<b>Schlatterer DR, Hirschfeld AG, Webb LX (2015)</b>	47	27
<b>Van Rysselberghe NL, Gonzalez CA, Calderon C, Mansour A, Oquendo YA, Gardner MJ. (2022)</b>	2	9
<b>Costa ML, Achten J, Knight R, et al. (2020)</b>	45	50
<b>Goncalvez, C. (2011)</b>	1	4
<b>Costa ML, Achten J, Bruce J, et al. (2018)</b>	16	19
<b>Kim JH, Lee DH. (2019)</b>	0	0
<b>Liu X, Zhang H, Cen S, Huang F. (2018)</b>	55	125
<b>Total</b>	166	234

Nota: \*Tabla muestra los pacientes con infecciones por tratamiento de estudios de alto impacto mediante modelo (PRISMA). Elaboración: Villacís Mora Daniel Alejandro 2023.

## Resultados de la síntesis

El análisis como medida de resultado, se llevó a cabo utilizando el coeficiente de correlación transformado r-to-z de Fisher, con un modelo ajustado de efectos aleatorios. La cantidad de heterogeneidad (es decir,  $\tau^2$ ) se estimó mediante el estimador de máxima verosimilitud restringida y la prueba Q para la heterogeneidad y la estadística  $I^2$ . En caso de que se detecte cualquier cantidad de heterogeneidad (es decir,  $\tau^2 > 0$ , independientemente de los resultados de la prueba Q), también se proporciona un intervalo de predicción para los resultados reales.

Los residuos estudentizados y las distancias de Cook se utilizan para examinar si los estudios pueden ser atípicos y/o influyentes en el contexto del modelo. Los estudios con un residuo estudentizado mayor que el percentil  $100 \times (1 - 0,05 / (2 \times k))$  de una distribución normal estándar se consideran valores atípicos potenciales (es decir, utilizando una corrección de Bonferroni con alfa bilateral = 0,05 para k estudios incluidos en el metaanálisis). Los estudios con una distancia de Cook mayor que la mediana más seis veces el rango intercuartílico de las distancias de Cook se consideran influyentes. La prueba de correlación de rangos y la prueba de regresión, utilizando el error estándar de los resultados observados como predictor, se utilizan para verificar la asimetría del gráfico en embudo.

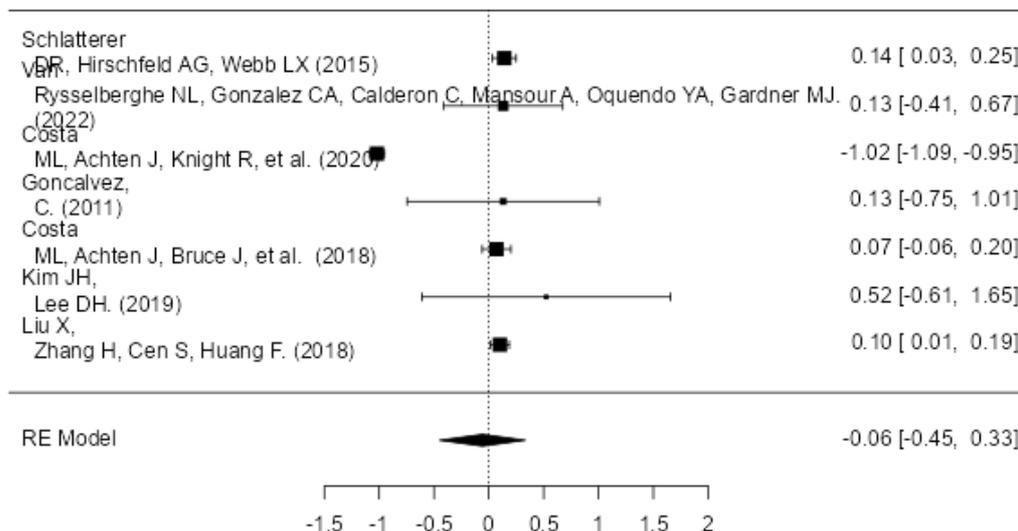
Se incluyeron en el análisis un total de  $k = 7$  estudios para determinar la influencia de pacientes VAC y su tasa de infección (Figura 4). Los coeficientes de correlación r-to-z de Fisher, oscilaron entre -1,0203 y 0,5230, siendo la mayoría de las estimaciones positivas (86 %). La estimación del promedio del coeficiente de correlación r-to-z de Fisher en base al modelo de efectos aleatorios fue  $\hat{\mu} = -0,0583$  (IC del 95 %: -0,4513 a 0,3347). Por lo tanto, el promedio no difirió significativamente de cero en los resultados ( $z = -0,2907$ ,  $p = 0,7712$ ).

Según la prueba Q, los resultados verdaderos son heterogéneos ( $Q(6) = 582,2829$ ,  $p < 0,0001$ ,  $\tau^2 = 0,2266$ ,  $I^2 = 98,0373\%$ ). Un intervalo de predicción del 95 % para los resultados reales dado por -1,0707 a 0,9541. Por lo tanto, en algunos estudios el verdadero resultado puede ser positivo, pese a estimar que el resultado promedio es negativo.

Un examen de los residuos estudentizados reveló que un estudio (Costa ML, Achten J, Knight R, et al. (2020)) tuvo un valor superior a  $\pm 2,6901$  y puede ser un posible valor atípico en el contexto de este modelo. Según las distancias de Cook, un estudio (Costa ML, Achten J, Knight R, et al. (2020)) podría considerarse demasiado influyente.

No mostraron asimetría en el gráfico de embudo la correlación de rango ni la prueba de regresión ( $p = 0,3813$  y  $p = 0,2789$ , respectivamente).

**Figura 4.** Forest Plot Pacientes VAC e infección



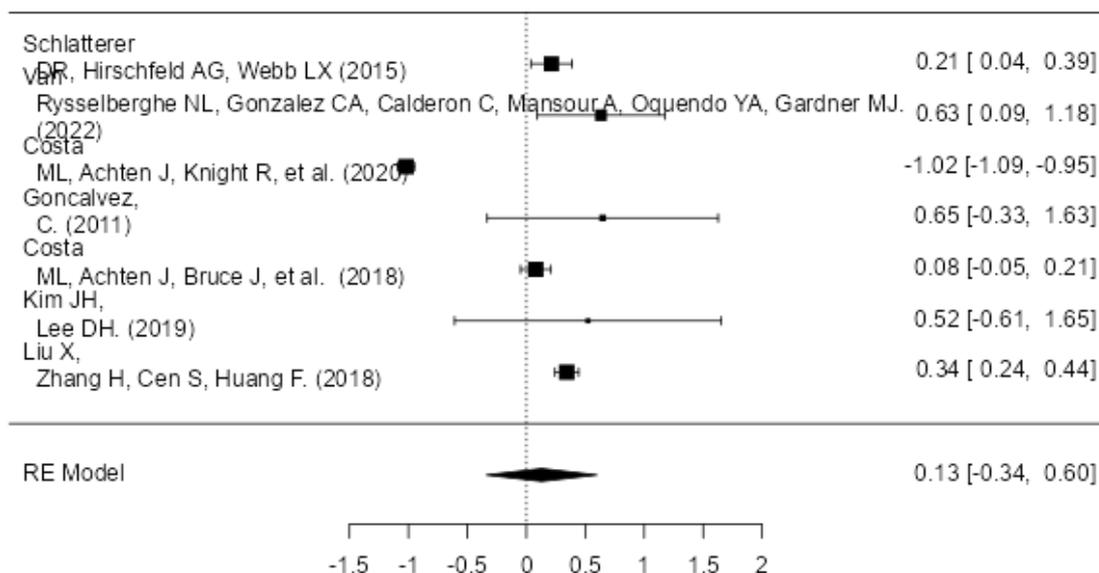
Nota: \*Figura muestra el Diagrama de bosque en estudios de alto impacto usando Jamovi.

Elaboración: Villacís Mora Daniel Alejandro 2023.

Se incluyeron en el análisis un total de  $k = 7$  estudios para determinar la influencia de pacientes de tratamiento convencional y su tasa de infección (Figura 5). El coeficiente de correlación transformado promedio  $r$ -to- $z$  de Fisher basado en el modelo de efectos aleatorios fue  $\hat{\mu} = 0,1299$  (IC del 95 %: -0,3394 a 0,5993). Por lo tanto, el resultado promedio no difirió significativamente de cero ( $z = 0,5425$ ,  $p = 0,5874$ ).

Según la prueba  $Q$ , los resultados verdaderos son heterogéneos ( $Q(6) = 623,3331$ ,  $p < 0,0001$ ,  $\tau^2 = 0,3349$ ,  $I^2 = 98,2316\%$ ). Un intervalo de predicción del 95 % para los resultados reales viene dado por -1,0975 a 1,3574. Por lo tanto, el verdadero resultado puede ser negativo en algunos estudios. Según las distancias de Cook, ninguno de los estudios podría considerarse demasiado influyente.

No mostraron asimetría en el gráfico de embudo la correlación de rango ni la prueba de regresión ( $p = 0,2389$  y  $p = 0,1476$ , respectivamente).

**Figura 5.** Forest Plot Pacientes tratamiento convencional e infección.

Nota: \*Figura muestra el Diagrama de bosque en estudios de alto impacto usando Jamovi.

Elaboración: Villacís Mora Daniel Alejandro 2023.

### Sesgos en la publicación

Existió un revisor principal, encargado de la recopilación de la información. Se utilizaron los elementos referidos porque componen la revisión sistemática revisiones y metaanálisis (PRISMA). Ejecutó la selección de forma exhaustiva la revisión de títulos, resúmenes y la evaluación del texto completo potencial para la elegibilidad con el método PRISMA. solo estudios con los datos más informativos y completos se incluyen para la investigación. Las discrepancias fueron resueltas por discusión o consulta con un revisor complementario. La evaluación de riesgo de sesgo fue por medio de la herramienta de Cochrane. La característica de evaluación fue por medio de asignación al tratamiento. No existieron desacuerdos entre los juicios de los revisores.

### Certeza de la evidencia

Según la metodología GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation), existe fuerte evidencia a favor del tratamiento VAC (nivel de evidencia ALTO)

## Discusión

Cada vez hay más datos que respaldan el tratamiento de heridas con presión negativa como modalidad complementaria en todas las etapas del tratamiento de las fracturas de tibia de grado IIIB. Existe una asociación entre la disminución de las tasas de infección con el tratamiento de heridas con presión negativa en comparación con los apósitos de gasa. Hay

pruebas que respaldan el tratamiento de heridas con presión negativa más allá de las 72 horas sin un aumento de las tasas de infección y que respaldan una reducción de las tasas de colgajo con el tratamiento de heridas con presión negativa.

Los sistemas VAC crean un entorno para promover la cicatrización de heridas. Estos incluyen la reducción del edema, la estabilización del entorno de la herida y la contracción del borde de la herida (macro deformación). Además, el tratamiento VAC puede promover la formación de tejido de granulación a través de la micro deformación. Los estudios han demostrado que 72 horas con VAC son suficientes para disminuir permanentemente el área de superficie de una herida, incluso si el tratamiento se interrumpe posteriormente.

En el caso del primer estudio de Costa et al. (9) entre los pacientes que se sometieron a cirugía por fracturas graves de extremidades inferiores relacionadas con traumatismos, el uso de la terapia de herida con presión negativa incisional, en comparación con el vendaje estándar para heridas, no dio como resultado una diferencia significativa en la tasa de infección profunda del sitio quirúrgico. Eso quiere decir, que el uso de tratamiento VAC es eficaz para el control de heridas por fracturas abiertas y al cierre y drenaje de heridas postquirúrgicas infectadas, ya que reduce el tiempo de cierre y no se consiguió complicaciones a su uso. También, en el segundo estudio de Costa et al. (10) entre los pacientes con fractura abierta grave de la extremidad inferior, el uso de VAC en comparación con el vendaje estándar para heridas no mejoró la discapacidad autoevaluada a los 12 meses.

De acuerdo con el estudio de Kim et al. (11) se observaron tasas más bajas de infección de tejidos blandos, pseudoartrosis, necrosis del colgajo y revisión del colgajo en el grupo VAC que en el grupo de apósitos convencionales. Pero, no pudieron llegar a una conclusión definitiva sobre la eficacia comparativa de los 2 métodos en términos de complicaciones debido a datos insuficientes.

En el estudio de Liu et al. (12) determinaron que el tratamiento VAC puede reducir significativamente el riesgo de infección en el tratamiento de fracturas abiertas y acelerar su proceso de curación de heridas. Algunas pruebas de sus resultados, aunque no demasiadas, sugieren que el tratamiento VAC posiblemente ayude a reducir la gravedad de la lesión de la extremidad y, por lo tanto, brinde una oportunidad para que la extremidad evite la amputación. El uso del VAC en el área del colgajo probablemente sea seguro, pero debe realizarse con precaución.

## **Conclusión**

Existe evidencia fuerte a favor de la terapia VAC versus tratamiento convencional de fracturas expuesta de miembros inferiores, los datos refieren un mejor resultado de tiempo de cierre de la herida en pacientes con fractura expuesta en miembros inferiores con tratamiento VAC, con un promedio de cierre de 5 días, mientras que el tiempo de cierre de herida con el protocolo de tratamiento convencional fue de 28 días promedio.

## **Limitaciones**

Las principales limitaciones del estudio fue la actualización de información en los últimos años sobre este tema, donde la pandemia de SARS-COV 2 tuvo mayor interés de estudio y se detuvieron casos como el aquí presentado. También, la dificultad de los estudios de mostrar los datos completos, ha dado una población menor de investigaciones con criterio de elegibilidad.

## **Contribución de los autores**

El autor realizó el protocolo de la revisión sistemática y su diseño, la recolección de datos, análisis, discusión y redacción del material final.

## **Disponibilidad de datos y materiales**

Los datos que respaldan este manuscrito están disponibles previa solicitud al autor correspondiente.

## **Fuente de financiamiento**

Los autores declaran que los recursos económicos para la elaboración de esta investigación provienen de su autogestión.

## **Conflicto de intereses**

El autor no reporta conflicto de intereses.

## Referencias

1. Quinaluisa C, Zapata J, Menéndez M, Martínez J. Fracturas expuestas, manejo clínico y quirúrgico. *Recimundo*. 2022 Octubre; 6(4).
2. Orozco A, Morales A, Serrano J. Fracturas expuestas: clasificación y abordaje. *Revista Ciencia y Salud*. 2021 Agosto; 5(4).
3. Castro K. Fracturas expuestas: abordaje inicial. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*. 2016 Marzo; 2(26).
4. Brenes M. Manejo de fracturas abiertas. *Revista Médica Sinergia*. 2020 Abril; 5(4).
5. Ahmad T, Ibrahim R, Ahmad ABT. In-hospital low-cost custom made VAC: Effective method for reducing infection in late presenting Open lower limb fractures in overburdened Indian hospitals. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2019 Enero; 10(1).
6. Angelis S, Apostolopoulos A, Kosmas L, Balfousias T, Papanikolau A. The Use of Vacuum Closure-assisted Device in the Management of Compound Lower Limb Fractures with Massive Soft Tissue Damage. *National Library of Medicine*. 2019 Julio; 11(7).
7. Schlatterer D, Hirschfeld A, Webb L. Negative pressure wound therapy in grade IIIB tibial fractures: fewer infections and fewer flap procedures? *Clin Orthop Relat Res*. 2015; 473(5): p. 1802-1811.
8. Van Rysselberghe N, Gonzalez C, Calderon C, Mansour A, Oquendo Y, Gardner M. Negative Pressure Wound Therapy for Extremity Open Wound Management: A Review of the Literature. *J Orthop Trauma*. 2022; 36(4): p. S6-S11.
9. Costa M, Achten J, Knight R, Bruce J, Dutton S, Madan J, et al. Effect of Incisional Negative Pressure Wound Therapy vs Standard Wound Dressing on Deep Surgical Site Infection After Surgery for Lower Limb Fractures Associated With Major Trauma: The WHIST Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2020; 323(6): p. 519-526.

10. Costa M, Achten J, Bruce J, Tutton E, Petrou S, Lamb S, et al. Effect of Negative Pressure Wound Therapy vs Standard Wound Management on 12-Month Disability Among Adults With Severe Open Fracture of the Lower Limb: The WOLLF Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018; 319(22): p. 2280-2288.
11. kim J, Lee D. Negative pressure wound therapy vs. conventional management in open tibia fractures: Systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2019; 50(10): p. 1764-1772.
12. Liu X, Zhang H, Cen SHF. Negative pressure wound therapy versus conventional wound dressings in treatment of open fractures: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2018; 53: p. 72-79.