



# CURA DE HERIDAS Y OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Memoria presentada para optar al título de Graduada en Enfermería de  
la Universitat Jaume I, presentada por Irene Llop Albalate

Curso académico **2018/2019**

Este trabajo ha sido realizado bajo la tutela de Desirée Mena Tudela

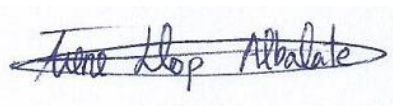
Fecha de depósito: 14/05/2019

**Solicitud del alumno/a para el depósito y defensa del TFG**

Yo, Irene Llop Albalate, con NIF 53785351N, alumna de cuarto curso del Grado en Enfermería de la Universitat Jaume I, expongo que durante el curso académico 2018/2019.

- He superado al menos 168 créditos ECTS de la titulación.
- Cuento con la evaluación favorable del proceso de elaboración de mi TFG.

Por estos motivos, solicito poder depositar y defender mi TFG titulado “Cura de heridas y Oxigenoterapia Hiperbárica: Revisión de la literatura” tutelado por Desirée Mena Tudela, defendido en lengua castellana en el período de 31 de mayo, 2019.

A handwritten signature in blue ink that reads "Irene Llop Albalate". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a hand-drawn oval shape.

Firmado: Irene Llop Albalate.

Castellón de la Plana, a 14 de mayo de 2019.

## **Agradecimientos**

Es difícil esto de agradecer cuando hay tantas personas implicadas detrás de todo este proceso que me han apoyado y animado cuando no me sentía capaz.

Primero de todo agradecer a mi familia. Sobre todo a mis padres que siempre han querido lo mejor para mí. Insistiendo en que disfrute al máximo de cada momento. A mi hermano Pau por esos días cuando llego a casa estresada y viene a hacer el tonto y sacarme una sonrisa.

A mis amigos tanto de XL como de Jhonny porque ahora mismo sin ellos no soy nada. Gracias por las noches de fiestas, viendo pelis, el tardeo al solete, las paellas quemadas, los domingos de vóley o los viajes increíbles. Porque cualquier día es bueno para estar juntos.

A mis compis de clase que nunca imaginé que llegarían a ser tan importantes a día de hoy y que hicieron que estos cuatro años fueran maravillosos e inolvidables. Me han hecho crecer como persona y no quedarme estancada.

Sin duda agradecer eternamente a los compañeros de la cámara hiperbárica del Hospital General de Castellón, por hacerme vivir las mejores prácticas clínicas de mi vida. En las cuales me sentí más bien parte de una familia en lugar de un equipo. Margarita, Óscar y el doctor Salvador, gracias por darme fuerzas.

Y por último agradecer a Desirée Mena Tudela por aceptar tutorizarme y con ello acompañarme en esta última fase antes de convertirme en enfermera.

*“Que la línea que más cuides sea  
la de tu sonrisa y que sea  
más curva cuanto más la cuides  
y que todo el que te mire vea  
que la vida se mide en los momentos  
en los que te sientes vivo, así que vive”*

**David Martínez Álvarez**

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	6
<b>1. Introducción</b> .....	7
<b>2. Objetivos</b> .....	10
<b>2.1. Objetivo principal</b> .....	10
<b>2.2. Objetivos específicos</b> .....	10
<b>3. Metodología</b> .....	11
<b>3.1. Diseño</b> .....	11
<b>3.2. Criterios de selección</b> .....	11
<b>3.2.1. Criterios de inclusión</b> .....	11
<b>3.2.2. Criterios de exclusión</b> .....	11
<b>3.3. Pregunta PIO o problema encontrado</b> .....	11
<b>3.4. Estrategia de búsqueda</b> .....	12
<b>3.5. Evaluación de calidad metodológica</b> .....	18
<b>4. Resultados</b> .....	19
<b>5. Discusión</b> .....	25
<b>6. Conclusiones</b> .....	31
<b>7. Limitaciones</b> .....	32
<b>8. Bibliografía</b> .....	33

## **Resumen**

**Título:** Cura de heridas y Oxigenoterapia Hiperbárica.

**Objetivos:** La cura de heridas puede llegar a ser una tarea complicada debido a su gran variabilidad. Sobre todo cuando estas son de difícil resolución o existen otros factores que la compliquen. Por ello, el objetivo del presente estudio es conocer la efectividad que pueda tener la terapia de oxigenación hiperbárica sobre la cura de heridas de diferentes tipos.

**Metodología:** Se realizó una revisión integradora de la literatura basada en estudios hechos en los últimos 10 años sobre la cura de heridas mediante la oxigenoterapia hiperbárica, realizando la búsqueda en las bases de datos PubMed, Biblioteca Cochrane, SciELO y CINAHL entre enero y abril de 2019.

**Resultados:** Se identificaron 563. Únicamente se incluyeron un 1,42% (n=8). Siendo la mayoría de ellos publicados en PubMed (n=4), Biblioteca Cochrane (n=3), CINAHL (n=1), sin encontrar ningún resultado en la base de datos SciELO.

**Conclusiones:** Existen pequeños estudios que apoyan el uso de terapia de oxigenación hiperbárica para la cura de heridas. Sin embargo, estos son escasos y se necesitan muestras de mayor calidad para poder reducir los sesgos. Coinciden en el mantenimiento de una cura convencional. Además, la necesidad de realizar más investigación sobre el uso de la terapia en heridas.

**Palabras clave:** Oxigenación hiperbárica, Heridas y lesiones, Enfermería.

**Abstract**

**Title:** Wound healing and Hyperbaric Oxygenation Therapy.

**Aims:** Wounds healing can become a complicated task due to its great variability. Especially when these are difficult to heal or there are other factors that complicate it. Therefore, the objective of this study is to know the effectiveness of hyperbaric oxygenation therapy in the healing of different types of wounds.

**Methodology:** An integrative review of the literature was made based on studies done in the last 10 years on the healing of wounds through hyperbaric oxygen therapy. Performing the search in PubMed, Cochrane Library, SciELO and CINAHL databases between January and April 2019.

**Findings:** 563 articles were identified. Only 1.42% (n = 8) were included. The majority of them being published in PubMed (n = 4), Cochrane Library (n = 3), CINAHL (n = 1), without finding any results in the SciELO database.

**Conclusions:** There are small studies that support the use of hyperbaric oxygenation therapy for wound healing. However, these are scarce and higher quality samples are needed in order to reduce biases. They coincide in the maintenance of a conventional heal. Moreover, the need to do more research on the use of wound therapy.

**Key words:** Hyperbaric Oxygenation, Wounds and Injuries, nursing.

## **1. Introducción**

El uso de la medicina hiperbárica no es algo nuevo ya que existe información al respecto de más de 300 años de antigüedad (1). Su historia se centra sobre todo en Estados Unidos y en sus inicios su uso era con fines bélicos o para la construcción de estructuras (2). Nathaniel Henshaw creó en 1662 una cámara a la que llamó “Domicilium” de la que intuía su mecanismo de acción (1,3). Se utilizaba tanto para tratar enfermedades crónicas como agudas, es decir, adaptando la intensidad del tratamiento dependiendo de la patología. Hoy en día también se aplican diferentes presiones según la enfermedad que quiera tratarse (2).

Las cámaras hiperbáricas llegaron a España en 1923, usadas sobre todo para tratar la enfermedad por descompresión en los buzos de la Armada Española. Éstas se empezaron a utilizar a partir de 1970 en hospitales para tratar otras muchas enfermedades en civiles. Los hospitales necesitaban personal formado en el manejo de la oxigenoterapia hiperbárica y las cámaras (1).

Empezó así una expansión de la terapia hiperbárica en todo el mundo y, con ello, la figura de enfermería en este ámbito fue adquiriendo importancia. Aparecieron un nuevo tipo de pacientes con la necesidad de unos cuidados específicos. El personal enfermero que trabajaba en la cámara hiperbárica del hospital Mount Sinai, Nueva York, en sus inicios ya manifestó la falta de un manual de procedimientos adaptados a la oxigenoterapia hiperbárica, lo que les llevó a escribir el suyo propio, tratando temas como la seguridad, planificación de abastecimiento de los materiales empleados y que estos fueran ignífugos y no volátiles. Adquirieron conocimientos sobre las tablas de descompresión, prevención de roturas de los sistemas de administración de oxígeno y un punto de gran importancia, la actuación de enfermería en el interior de la cámara ante la aparición de emergencias. Se resaltó ya en estos años la importancia del apoyo emocional a los usuarios (2). Surgió entonces la necesidad de crear una asociación de enfermeras especializadas en la terapia hiperbárica que reconociera el trabajo de estos profesionales. La Baromedical Nurses Association se fundó en 1985, donde empezaron a compartir conocimientos y se apoyaban profesionalmente. Actualmente, existen miembros de todo el mundo debido a la creciente demanda (4).

La aplicación del tratamiento en las cámaras multiplaza las realiza enfermería, son los profesionales que están en todo momento con el paciente durante la aplicación del oxígeno

hiperbárico. Las aptitudes y la preparación previa para trabajar en el interior de un espacio confinado, debido a su exigencia de carácter físico y psicológico, hace que no toda persona sea apta para llevar a cabo dicho trabajo. Al tratarse de un espacio cerrado y desconocido, puede causar ansiedad incluso en personas que habitualmente no se sienten incómodas. El personal de enfermería es el encargado de educar al usuario antes de la exposición al ambiente hiperbárico. El enfermero, previamente a la aplicación del tratamiento, ha de enseñar el espacio donde se recibirá la terapia y asegurarse que el usuario no sufre claustrofobia. Otro aspecto a tener en cuenta para la enseñanza previa son las técnicas para igualar presiones en el interior de los oídos, facilitando material apropiado en el caso de que exista una dificultad para hacerlo. Los enfermeros, por lo tanto, son los profesionales encargados de preparar al usuario, tratarlo y, no menos importante, acompañarlo, adaptándose a sus necesidades, teniendo en cuenta que hasta un simple resfriado puede ser un impedimento de tratamiento provisional.

La oxigenoterapia hiperbárica se rige por algunas leyes y principios físicos y biológicos. El oxígeno a nivel del mar se encuentra disuelto al 21%. Al aplicarse la terapia, la presión parcial de oxígeno que se respira está aumentada, respirando a su vez oxígeno puro (1), llegando casi a ser un 100% el que se respira (5).

El tratamiento hiperbárico es un tipo de terapia farmacológica (1), existiendo una serie de factores a tener en cuenta a la hora de entrar en una cámara hiperbárica, para la que, como se ha dicho con anterioridad, no todo el mundo es apto (5).

El oxígeno respirado en el interior de la cámara es capaz de transportarse disuelto en el plasma sanguíneo a los tejidos de todo el organismo más fácilmente. Las células que reciben menos oxígeno se ven abastecidas, ya que se crearía una hiperoxia a nivel sanguíneo (1,5). Los tejidos durante la existencia de infecciones y heridas, necesitan un mayor aporte de oxígeno (6). Al crearse una hiperoxia, estos reciben mayor cantidad de oxígeno, hecho que favorece su curación (5).

Anteriormente, se ha comentado que la oxigenación hiperbárica se utiliza para un gran número de patologías debido a sus propiedades. Ésta es de gran ayuda para facilitar el cierre de heridas, ejerciendo beneficios gracias a:



- Revitalización de los tejidos y angiogénesis. Las células más alejadas de los capilares reciben mayor aporte de oxígeno.
- Capacidad de eliminar microorganismos e impedir su crecimiento, es decir, actividad antimicrobiana. Usado para inhibir el crecimiento de bacterias anaerobias y, por lo tanto, combatir las infecciones de difícil tratamiento causadas por estos microorganismos.
- Causa vasoconstricción de los vasos sanguíneos y, a su vez, disminuye la inflamación que en muchos casos ralentiza la cicatrización, reduciendo los edemas, justificando por ello su uso muy recomendado en quemaduras y en el ámbito de la cirugía plástica.
- Ayuda a la creación de antioxidantes creados por el organismo para luchar contra los radicales libres, ya que estos atacan a las células (1,6).

Ahora bien, la disponibilidad de cámaras hiperbáricas en todo el mundo es limitada, por lo que se ha de asegurar un buen uso de las instalaciones y equipos de trabajo. Se pueden encontrar tanto en centros privados como dentro de los hospitales. Estos últimos tratan tanto afecciones crónicas como de urgencia. Por ello, en las unidades hiperbáricas que se encuentran en los hospitales se requiere personal formado que pueda atender a los pacientes que los necesiten, estando disponibles todos los días del año a todas horas. En cambio, los centros autónomos no han de tratar a pacientes que estén en situación de emergencia y sus horarios de atención a los pacientes son limitados, obligatoriamente han de estar vinculados a un hospital. En España existen 22 hospitales con cámaras multiplaza que estén acreditados por la Asociación Española de Medicina Hiperbárica y Subacuática (ASEMHD), ya que estos han de seguir rigurosamente el Código Europeo de Buenas Prácticas y la legislación española (1).

En la Comunidad Valenciana, concretamente en el Hospital General Universitario de Castellón, se encuentra la Unidad de Terapia Hiperbárica que fue inaugurada en el 2001 (7). Además, en la misma ciudad, el Hospital Provincial de Castellón tiene ya instalada una cámara hiperbárica nueva, la cual será utilizada para pacientes crónicos, aunque a día de hoy no está inaugurada, estando pendiente de entrar en funcionamiento. Así pues, se prevé el requerimiento de personal sanitario formado en el manejo de la oxigenoterapia hiperbárica, siendo el personal enfermero una pieza clave.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo principal**

- Conocer la efectividad en la cura de heridas y la oxigenoterapia hiperbárica.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Conocer si existen diferencias para la aplicación de oxígeno hiperbárico en heridas crónicas y agudas.
- Determinar si la terapia hiperbárica es mejor que la terapia de presión negativa para la cura de heridas.

### **3. Metodología**

#### **3.1. Diseño**

El estudio realizado se trata de una revisión integradora de la literatura, encargada de unificar información de calidad sobre la cura de heridas usando la oxigenación hiperbárica. Con ello, se consigue contestar a los objetivos planteados en el trabajo de final de grado, resumiendo conocimientos tanto empíricos como teóricos. Gracias a estas revisiones, se consigue agrupar los conocimientos que existen sobre un tema en concreto de interés, permitiendo con su uso el crecimiento de la enfermería, consiguiendo actualizaciones en la práctica asistencial y realizando también una función clave como es la investigación, logrando así integrar la última evidencia científica disponible en los cuidados empleados por y para la enfermería.

#### **3.2. Criterios de selección**

##### **3.2.1. Criterios de inclusión**

- Artículos relacionados con el tema escogido tras la realización de su lectura.
- Estudios realizados en seres humanos.
- Artículos completos.

##### **3.2.2. Criterios de exclusión**

- Artículos que se encuentren duplicados.
- Artículos no disponibles en las bases de datos.
- Estudios con más de 10 años de antigüedad.
- Artículos con baja calidad tras la realización de la lectura crítica.

#### **3.3. Pregunta PIO o problema encontrado**

Se realizó la siguiente pregunta clínica para obtener un punto de partida en que guiarse a la hora de realizar la revisión integradora: ¿Existe una mejora apreciable en la cura de heridas tratadas con oxigenación hiperbárica? Es decir, se utilizó una pregunta PIO, siendo esta la base a la hora de realizar la búsqueda de información, dividiéndola en tres partes: población de interés, intervención y outcome o resultado clínico. En la tabla 1 se muestra la distribución de la pregunta según la construcción de la pregunta PIO.

Tabla 1: Elaboración propia. Pregunta PIO.

<b>Población</b>	Heridas
<b>Intervención</b>	Oxigenación hiperbárica
<b>Resultado</b>	Cierre de la herida en menor tiempo

### **3.4. Estrategia de búsqueda**

Se usaron las herramientas DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) de la biblioteca virtual en salud, los cuales son unos descriptores creados para estandarizar un lenguaje común, en este caso para todos los profesionales de la salud y los MeSH (Medical Subject Headings) de la biblioteca Nacional de medicina de Estados Unidos, para lograr realizar una búsqueda de calidad, permitiendo de esta forma el uso de una terminología común en tres idiomas: inglés, español y portugués.

La mayoría de bases de datos usan el inglés como lengua principal y estándar para realizar las búsquedas. Por ello, se decidió hacer la búsqueda únicamente en este idioma, mediante la terminología del DeCS y MeSH. En la tabla 2 se puede observar la clasificación de las palabras según lenguaje natural, DeCS en castellano e inglés y MeSH. Las palabras claves utilizadas para realizar la búsqueda fueron las siguientes:

Oxigenación Hiperbárica, Enfermería, Heridas y Lesiones, Terapia de Presión Negativa para Heridas.

Tabla 2: Elaboración propia. Lenguaje natural, DeCS y MeSH.

<b>Lenguaje natural</b>	<b>DeCS castellano</b>	<b>DeCS inglés</b>	<b>MeSH</b>
Oxigenación Hiperbárica, Cámara Hiperbárica, Ambiente Hiperbárico, Terapia Hiperbárica	Oxigenación hiperbárica	Hyperbaric Oxygenation	Hyperbaric Oxygenation
Enfermería	/enfermería	/nursing	Nursing [Subheading]
Heridas y Lesiones	Heridas y Lesiones	Wounds and injuries	Wounds and Injuries
Terapia de Presión Negativa para Heridas, Presión Tópica Negativa	Terapia de Presión Negativa para Heridas	Negative-Pressure Wound Therapy	Negative-Pressure Wound Therapy

Finalizada la estrategia de búsqueda de los artículos, se usaron las bases de datos PubMed, Biblioteca Cochrane, SciELO (Scientific Electronic Library Online) y CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature) que se muestran a continuación, utilizando una combinación de palabras usando el lenguaje estandarizado del MeSH y DeCS.

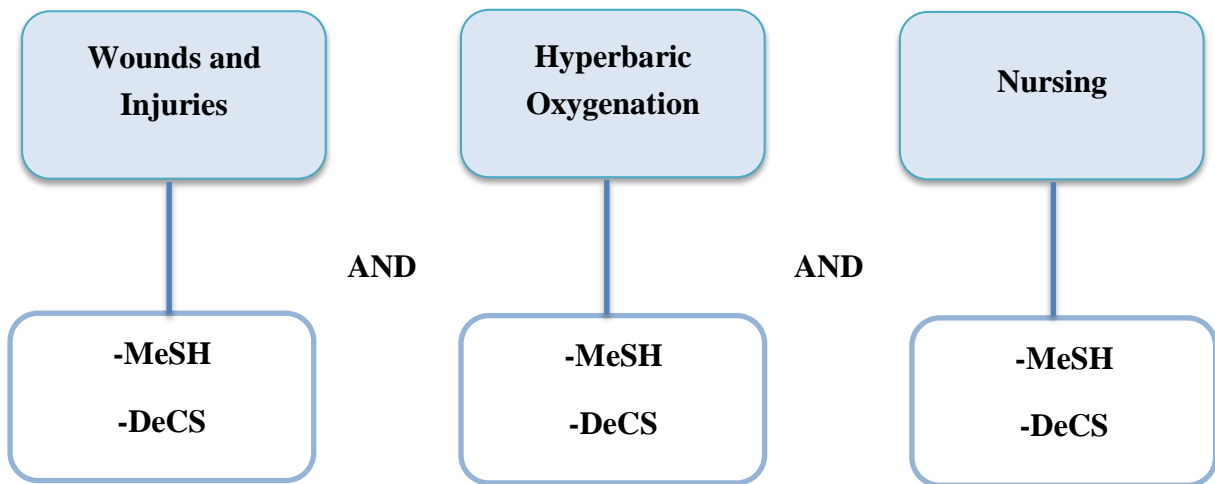
En las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se muestra mediante un diagrama de flujo la búsqueda simplificada, con el lenguaje escogido, uniendo los términos con el operador booleano “AND” en las bases de datos PubMed, Biblioteca Cochrane SciELO y CINAHL.

- **PubMed**

Wounds and Injuries AND Hyperbaric Oxygenation AND nursing [Subheading]. Usando los términos de MeSH.

Wounds and injuries AND Hyperbaric Oxygenation AND /nursing. Lenguaje de DeCS.

Figura 1: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en PubMed (1).



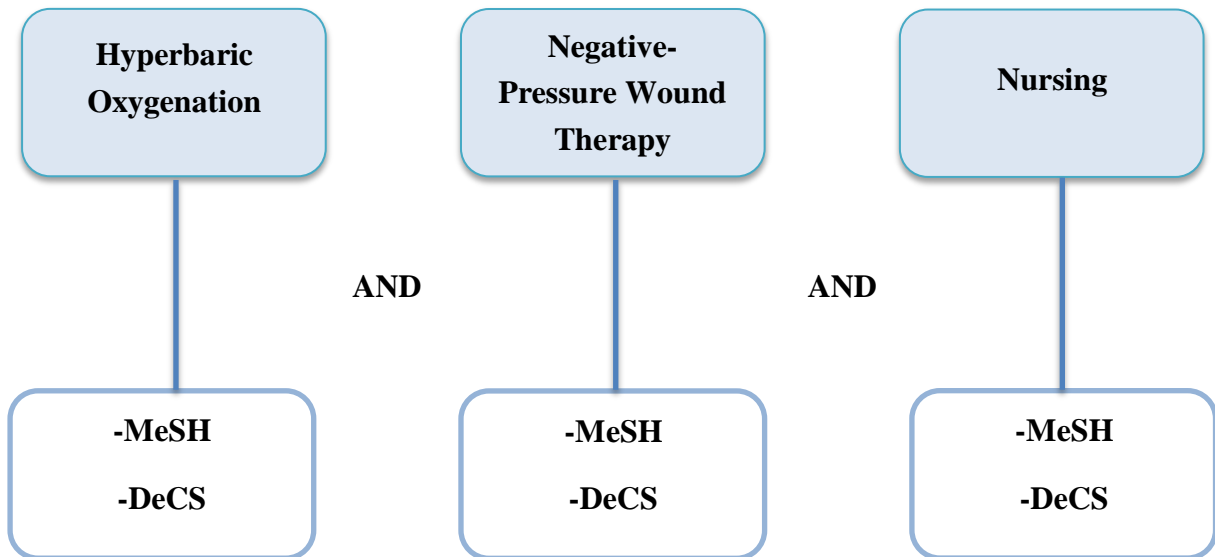
Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy AND nursing [Subheading]. Usando los términos de MeSH.

Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy AND /nursing. Lenguaje DeCS.

Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy. Usando los términos de MeSH.

Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy. Lenguaje DeCS.

Figura 2: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en PubMed (2).



- **Biblioteca Cochrane**

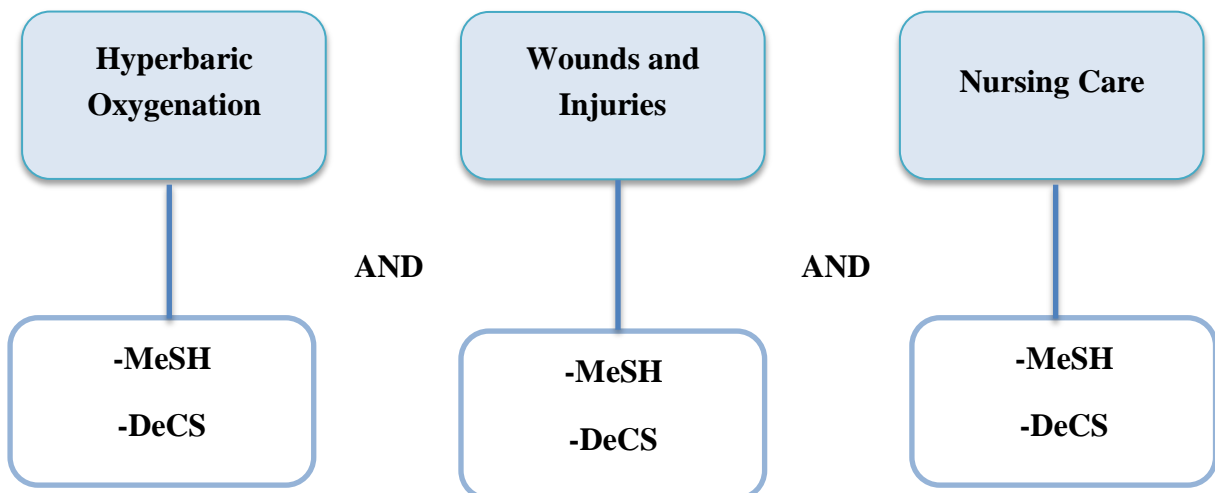
Hyperbaric Oxygenation AND Wounds and Injuries AND Nursing Care. Usando los términos de MeSH.

Hyperbaric Oxygenation AND Wounds and Injuries AND Nursing Care. Lenguaje DeCS.

Hyperbaric oxygenation AND Wounds and Injuries. Usando los términos de MeSH.

Hyperbaric oxygenation AND Wounds and Injuries. Lenguaje DeCS.

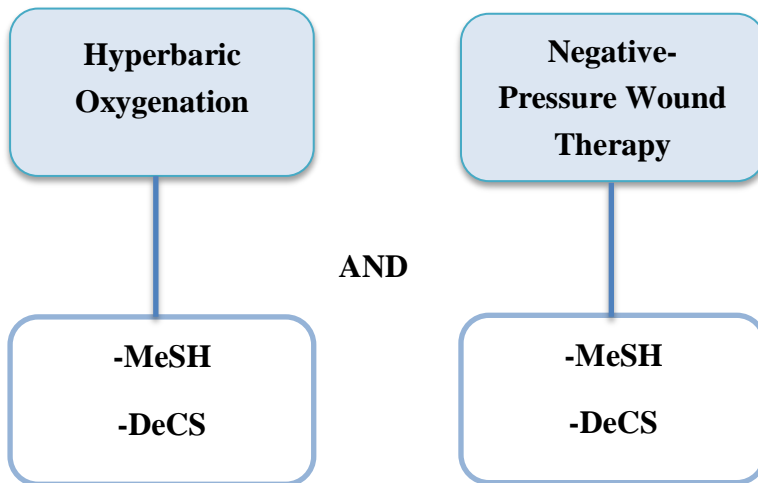
Figura 3: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en Cochrane (1).



Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy. Usando los términos de MeSH.

Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy. Lenguaje DeCS.

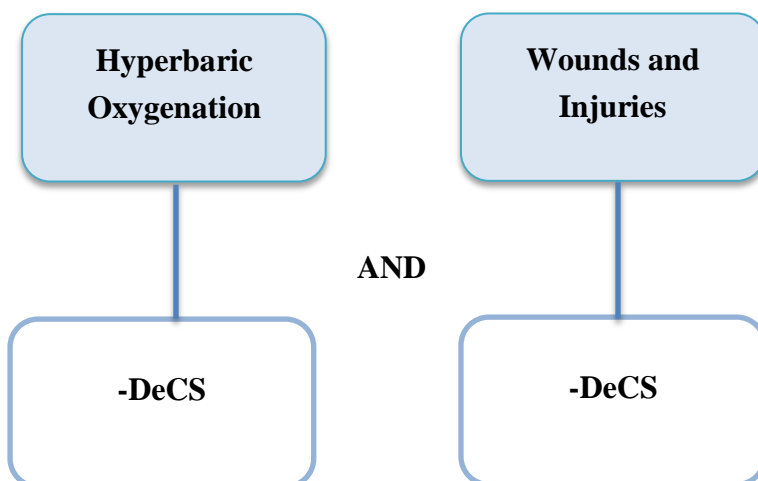
Figura 4: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en Cochrane (2).



- **SciELO**

Hyperbaric Oxygenation AND Wounds and Injuries. Lenguaje DeCS.

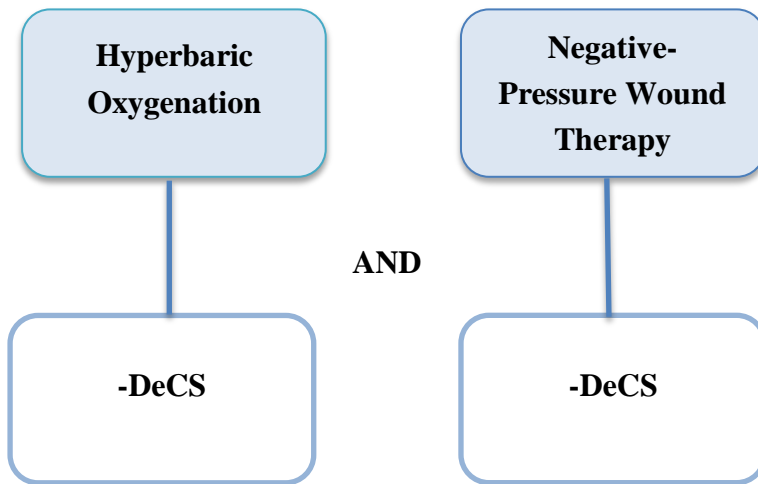
Figura 5: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en SciELO (1).



Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy. Lenguaje DeCS.



Figura 6: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en SciELO (2).

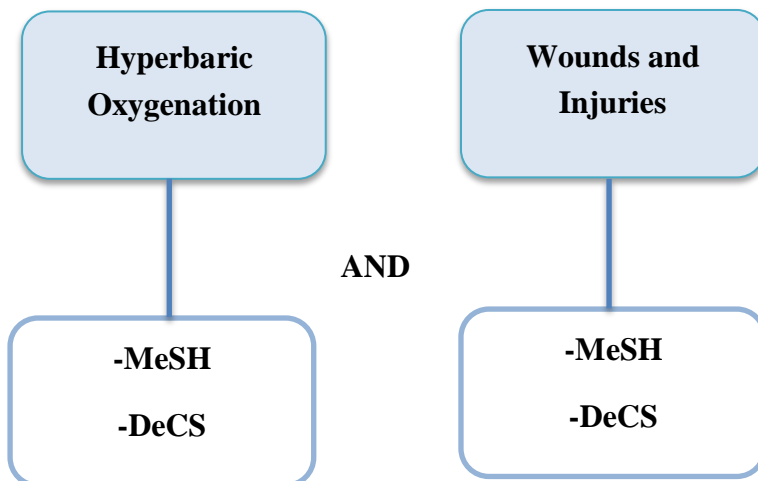


- **CINAHL**

Hyperbaric Oxygenation AND Wounds and Injuries. Usando los términos de MeSH.

Hyperbaric Oxygenation AND Wounds and Injuries. Lenguaje DeCS.

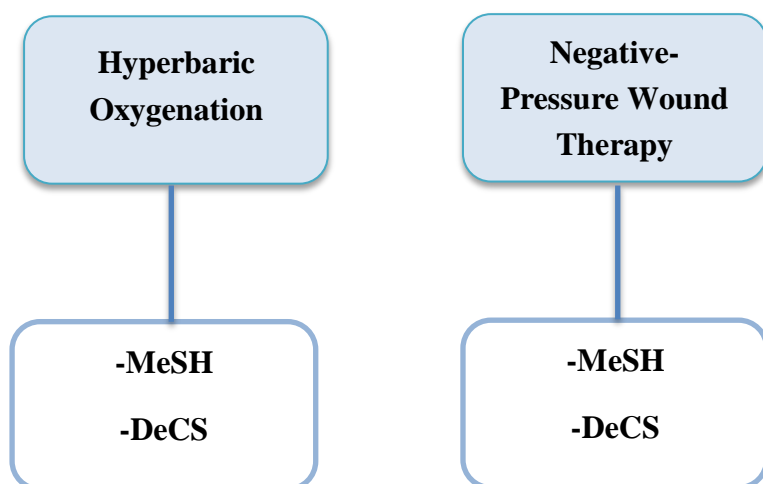
Figura 7: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en CINAHL (1).



Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy. Usando los términos de MeSH.

Hyperbaric Oxygenation AND Negative-Pressure Wound Therapy. Lenguaje DeCS.

Figura 8: Elaboración propia. Diagrama de flujo de la búsqueda realizada en CINAHL (2).



### **3.5. Evaluación de calidad metodológica**

Se aplicó una lectura crítica para incluir artículos de mayor calidad, leyendo individualmente cada estudio en todos sus apartados para así escoger los mejores relacionados con el tema a tratar. Para ello, se usó la herramienta de lectura crítica 3.0, donde se aplica una plantilla que evalúa la calidad respondiendo a unas preguntas sobre la descripción del estudio, pregunta de investigación, método, resultados, conflicto de interés y validez externa.

Dicha herramienta clasifica la calidad de los estudios en Alta, Media, Baja o No valorable. Así pues, según las respuestas obtenidas y sabiendo que el área de método es la de mayor importancia, en el caso de que alguna pregunta de este apartado fuera contestada con un “no”, automáticamente el artículo pasaría a ser de calidad baja, quedando finalmente una muestra total de 8 artículos. De los estudios encontrados, 4 se clasificaron como estudios de calidad media y los otros 4 restantes de calidad alta.

#### **4. Resultados**

Se realizó una búsqueda bibliográfica desde el 20 de enero de 2019 hasta el 15 de abril de 2019, escogiéndose 4 bases de datos de donde sacar los artículos para la realización de la revisión integradora de la literatura.

En la búsqueda aparecieron un total de 563 artículos (201 PubMed, 99 Biblioteca Cochrane, 0 SciELO, 263 CINAHL). Se aplicaron los filtros de texto completo y estudios realizados en los últimos 10 años, quedando un total de 190 documentos (102 PubMed, 59 Biblioteca Cochrane, 0 SciELO, 29 CINAHL). A continuación de estos 190 artículos restantes, se hizo una lectura del título y el resumen para ver aquellos artículos que podían estar vinculados con el tema escogido, además de aplicarse el resto de criterios de inclusión y exclusión establecidos anteriormente, permaneciendo 30 artículos que según la información que presentan pueden ser relevantes (24 PubMed, 3 Biblioteca Cochrane, 0 SciELO, 3 CINAHL). En la figura 9 puede verse de manera esquemática los artículos encontrados en la revisión sistemática.

Al finalizar la búsqueda, aplicando la lectura crítica de la literatura, se escogieron únicamente 8 artículos con los que realizar la revisión, resultando así únicamente el 1,42% de todos estudios encontrados en la búsqueda inicial. En la tabla 3 puede observarse, de manera general, la clasificación de los artículos según la calidad tras la aplicación de la lectura crítica.

Figura 9: Elaboración propia. Diagrama de flujo de los resultados obtenidos.

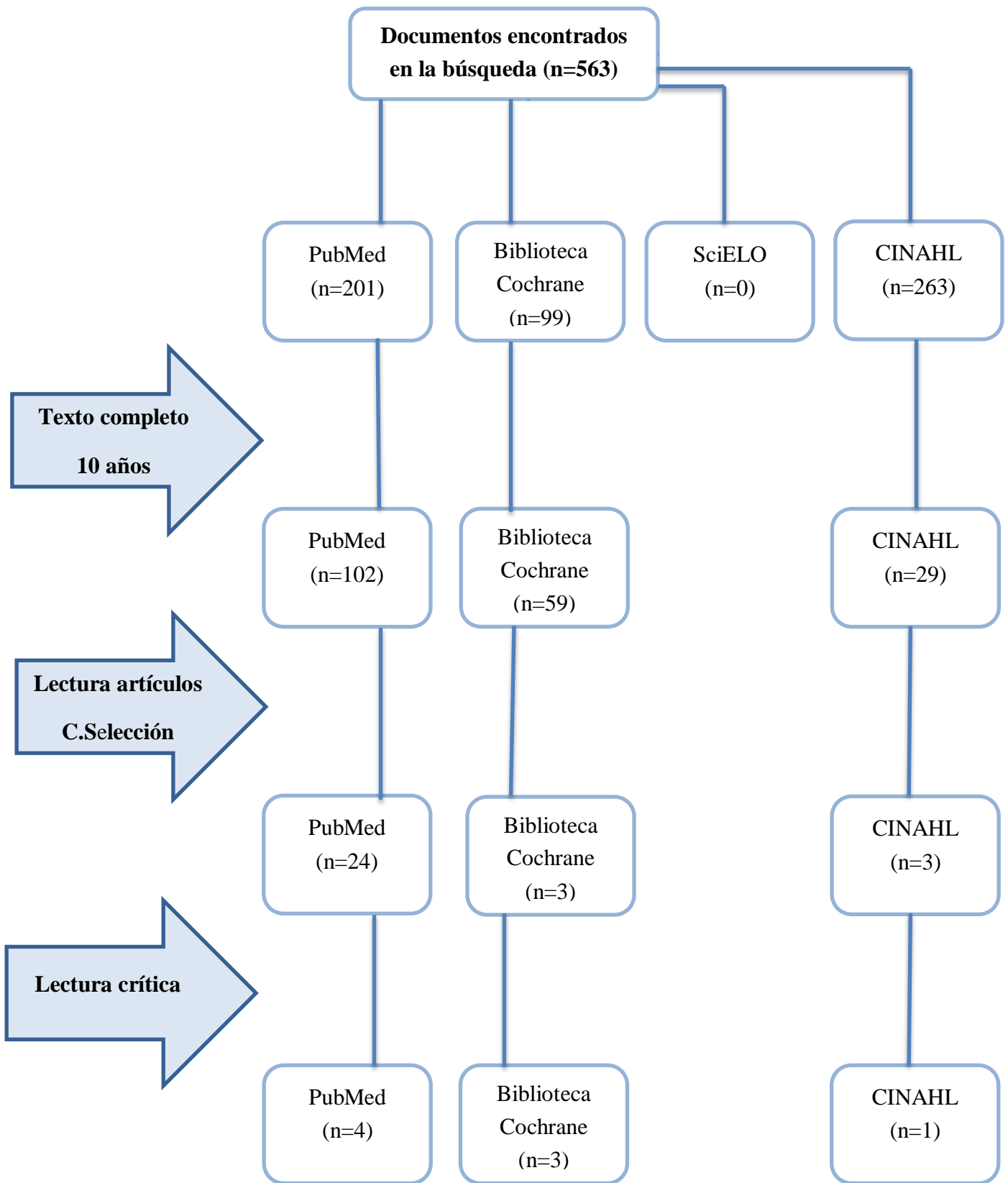


Tabla 3: Elaboración propia. Clasificación de los artículos seleccionados.

<b>Título</b>	<b>Primer autor y año</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Conclusión</b>	<b>Metodología</b>	<b>Calidad metodológica</b>
Hyperbaric oxygen therapy for wound care	Andrade SM 2016	Describir los tipos más comunes de heridas indicadas para la terapia de oxigenación hiperbárica y los resultados	Estudio transversal	Es un tratamiento eficaz para la cura de heridas crónicas	Revisión de la historia clínica de 200 pacientes. Revisadas de enero a noviembre de 2013 Variables de persona, clínicas, indicación, nº de sesiones y cicatrización de heridas	Media
Role of Negative Pressure Wound Care and Hyperbaric Oxygen Therapy for Sternal Wound Infections After Paediatric Cardiac Surgery	Copeland H 2018	Evaluar el uso combinado de antibióticos, terapia de presión negativa y oxigenación hiperbárica en las infecciones de heridas esternales después de cirugías cardíacas congénitas en población pediátrica	Estudio retrospectivo	Infecciones esternales complicadas después de una cirugía cardíaca pediátrica refractaria a una terapia antibiótica o desbridamiento puede ser exitosamente tratada con NPWT o HBO	Revisión retrospectiva desde el 2001-2013 de 4028 operaciones cardíacas de 3264 usuarios menores de 18 años	Alta

*Cura de heridas y Oxigenoterapia Hiperbárica: Revisión de la literatura*

Characterization of early thermal burns and the effects of hyperbaric oxygen treatment: a pilot study	Chong SJ, 2013	Caracterizar las quemaduras térmicas tempranas en pacientes adultos con <40% de la superficie corporal total quemada y determinar la los efectos de la oxigenación hiperbárica dentro de las 24/48 primeras horas	Ensayo aleatorio prospectivo sin ciego	Los marcadores inflamatorios se vieron aumentados en las primeras 24h. La oxigenación hiperbárica no tuvo efectos considerables de los parámetros medidos aunque puede tener efecto antimicrobiano de amplio espectro	110 pacientes aceptados para el estudio, pasando 17 los criterios de inclusión y exclusión. Pacientes aleatorizados, 9 de control y 8 con tratamiento de oxigenoterapia hiperbárica. Realizado en 2008-2010	Media
Effectiveness of interventions to enhance healing of chronic ulcers of the foot in diabetes: a systematic	Game FL, 2015	Descubrir la efectividad de las intervenciones en el manejo de las úlceras crónicas del pie diabético	Revisión sistemática	La evidencia existente sobre las terapias que se usan de manera rutinaria para la cura de úlceras en pie diabético es pobre	Actualización de una revisión del 2012 respuestas similares a una revisión realizada en el 2012 por el Instituto nacional para la salud y el comité de pautas para la excelencia clínica	Media

*Cura de heridas y Oxigenoterapia Hiperbárica: Revisión de la literatura*

Evaluation of Hyperbaric Oxygen Therapy for Chronic Wounds	Ueno T, 2014	Evaluar la eficacia de la oxigenación hiperbárica en el tratamiento de las heridas crónicas debidas a diferentes causas en nuestra institución	Estudio de casos	Es un tratamiento eficaz en heridas crónicas, aunque menos efectiva en pacientes con diabetes mellitus teniendo efectos negativos en la curación	Revisión de archivos médicos de 2009-2012. 13 pacientes con heridas por diabetes mellitus, 10 estasis venosa, 2 poliartritis nodosa cutánea, 1 vasculopatía livedoide, 1 pioderma gangrenoso, 1 fallo renal crónico, 1 esclerosis sistémica	Media
Hyperbaric oxygen therapy for treating acute surgical and traumatic wounds	Eskes A, 2013	Determinar los efectos de la terapia hiperbárica en la curación de heridas de cirugía aguda y heridas traumáticas	Revisión sistemática	Existe una falta de investigación y evidencia de calidad. Algunos ensayos muestran mejoras en los injertos de piel y heridas traumáticas	Revisión de ensayos controlados aleatorios realizado por dos revisores y un tercero cuando existía desacuerdo. Con evaluación, extracción y síntesis de datos independiente	Alta

*Cura de heridas y Oxigenoterapia Hiperbárica: Revisión de la literatura*

Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds	Kranke P, 2015	Evaluar los beneficios y daños de la terapia de oxigenación hiperbárica complementaria para el tratamiento de úlceras crónicas en miembros inferiores	Revisión sistemática	La terapia mostró mejora en la curación de heridas a corto plazo y no a largo plazo pero se necesitan más estudios	12 ensayos controlados aleatorios, con un total de 577 participantes comparando el tratamiento con heridas crónicas con los pacientes que no lo reciben, la mayoría en úlceras de pie diabético	Alta
Prognostic factors predicting ischemic wound healing following hyperbaric oxygenation therapy	Feldman-Idov Y, 2013	Desarrollar un modelo para predecir el resultados de la terapia de oxigenación hiperbárica basado en la población de pacientes con y sin diabetes	Estudio de cohorte retrospectivo	Recomienda el uso de la terapia hiperbárica no más tarde de dos semanas después de la aparición de la herida	385 pacientes incluidos en el estudios desde 1/1/1998 hasta 1/1/2007 todos con heridas de causa isquémica en las extremidades inferiores que no logran cicatrizar	Alta



## **5. Discusión**

La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es un tratamiento complementario en aquellos casos en los que existe una insuficiencia cicatricial con un importante componente de hipoxia. Ésta aumenta la tensión tisular de oxígeno y, por lo tanto, acelera la cura en los casos donde existe tejido hipóxico (8). También resultará beneficiosa la aplicación de concentraciones de oxígeno mayores a las habituales, en caso de que exista un deterioro de los tejidos causado por la falta de oxígeno en una zona determinada. De este modo, este tipo de terapia ofrecería unas condiciones idóneas para restaurar este tipo de heridas (9).

Todo tratamiento en una cámara hiperbárica no puede ser libre, sino que debe limitarse en un tiempo adecuado, ya que el oxígeno es un fármaco que causa toxicidad si se utiliza en exceso. Al finalizar cada tratamiento, de 2 a 4 horas aproximadamente, las presiones parciales del oxígeno siguen aumentadas en los tejidos por un tiempo (9).

Tratándose de una terapia que no se encuentra en todas las Comunidades Autónomas de España, es muy limitado su uso en la población. Para la gran mayoría de los usuarios es la última opción de tratamiento. Muchos pacientes se encuentran con heridas complejas que, tras 5 semanas de curas, no obtienen mejorías e incluso existe un empeoramiento. La aparición de una herida difícil se vincula con la aparición de 4 factores determinantes: la afectación de una gran cantidad de tejido, la existencia de cierto compromiso tisular, las infecciones y otras enfermedades que complican su curación (10). De esta manera, las personas afectadas por ellas tienen una calidad de vida menor.

Así pues, la cámara hiperbárica se aplica como un complemento a las curas normales y no como una alternativa para inducir la curación cuando no se aplica un cuidado correcto de la herida, consiguiéndose demostrar los beneficios de la terapia para la cura de heridas. Su uso vendría ligado a una mayor calidad de vida para aquellas personas que poseen una herida de estas características que no logra cicatrizar (11).

A causa del costo y tiempo que este tipo de terapia implica, se debe de identificar adecuadamente a los pacientes que deben ser tratados. Existen estudios que recomiendan la aplicación del tratamiento no más de dos meses después de la aparición de la herida. Enfermería es imprescindible en el tratamiento, ya que se encarga de educar, tener un seguimiento y evaluar la evolución de la herida (10).

En general, los pacientes jóvenes no suelen tener patologías asociadas. Sus cuerpos tienen mayor capacidad de regenerar las heridas más rápidamente, conservando mejor estados nutricionales, una hidratación adecuada y la falta de patologías añadidas. La mayoría de los usuarios que participaron eran mayores de 50 años de edad en el primer estudio encontrado, viéndose afectados la velocidad de cicatrización, la prevalencia y la dificultad de la cura, existiendo patologías asociadas a los usuarios que padecían de diabetes mellitus, neoplasias y problemas cardiovasculares (10).

En otros 5 ensayos realizados se llevaba a cabo un cuidado de las heridas convencional, al cual se le añadía el uso de la cámara hiperbárica, existiendo una mejora en las heridas a las 6 semanas tras el inicio del tratamiento. El beneficio, en cambio, no se pudo observar a más largo plazo. Las muestras en este caso fueron de diferentes tamaños y algunas de ellas no llegaron a tener una curación del control, por lo que no serían datos del todo fiables (11).

El uso de la oxigenoterapia hiperbárica en la cura de heridas se puede dividir principalmente en dos tipos de heridas distintas, las agudas y las crónicas, según su duración en el tiempo. Las características entre ambas son bastante distintas y los cuidados requeridos varían (10). El tiempo de cura de las heridas crónicas es mucho mayor al de cualquier otro tipo de heridas y la mayoría suelen ser de repetición. Esto es debido a que los tejidos de estas heridas no reciben un buen aporte de oxígeno. La terapia de oxigenación hiperbárica es una opción a este tipo de heridas que ante el uso de otros tratamientos no obtienen mejoría (11).

Un estudio realizado por Andrade et al., sometió a la terapia a usuarios con úlceras según la escala de Wagner de grado 3 o superior, en cuyo caso se obtuvieron beneficios combinándola con un tratamiento convencional de la herida (10). Así pues, concluyeron que debe mantenerse una combinación junto a una terapia convencional, siendo mejor que solo el tratamiento habitual (9) y que este tipo de heridas, con grados tan elevados, han de tratarse con la mayor rapidez posible ya que los miembros afectados podrían verse comprometidos (10).

Dentro de las heridas de larga duración, un factor que afecta directamente a la cicatrización de los tejidos es la diabetes. Durante el progreso de la enfermedad, pueden aparecer úlceras y heridas en fases avanzadas que tienen unas características específicas a causa de la afectación arterial y la neuropatía periférica, siendo favorable la oxigenación hiperbárica (9). Su uso concreto en el pie diabético ofrece una hiperoxia en los tejidos, consiguiendo un aumento de oxígeno necesario para este tipo de heridas que sufren una hipoxia a nivel periférico (10). A

los usuarios con diabetes se les relaciona con heridas con mayor tiempo de curación y, por ello, el riesgo de isquemia e infección en este tipo de pacientes es mayor. Es decir, tienen un gran número de efectos negativos en la cicatrización, factor en contra de la cura. Además, afecta a la inmunidad celular y humoral, produce isquemia y reduce la respuesta inflamatoria (12). Algunos estudios indican la oxigenación hiperbárica para heridas crónicas, úlceras venosas, las causadas por la diabetes en las extremidades inferiores y agudas provocadas por traumatismos (10).

Las heridas de pie diabético en las que se encontraban úlceras, sufrieron una curación mayor a corto plazo pero no a largo plazo, existiendo una gran mejoría en un tiempo de 6 semanas, pero no a partir del año, pudiendo reducir las amputaciones en este tipo de pacientes, aunque esta afirmación no está del todo clara (11).

Las amputaciones en las úlceras de pie diabético con gangrena eran menos comunes con las aplicaciones del tratamiento. El empleo de la terapia de oxigenación hiperbárica en úlceras de pie diabético a comparación con el tratamiento convencional. Los pacientes tratados mostraron mejor cicatrización y también menores amputaciones. Ueno T et al, en su estudio de casos, también hablan de las amputaciones de miembros, en el cual muestran que se reduce la realización de esta técnica (9), pero sigue sin existir la evidencia suficiente para tratar de manera sistemática a los pacientes con heridas. El diseño de los estudios implicados no era del todo bueno, no siendo los resultados muy fiables, ya que aumentan los sesgos (11,13).

Por otro lado, en las heridas con isquemias en los principales vasos sanguíneos, aunque se produzca ese aumento de oxígeno tisular, la oxigenoterapia hiperbárica no será efectiva. Por muchas sesiones que se administren, hasta que no se corrija el problema de base, ésta no será útil. Adquieren gran importancia las técnicas de revascularización en las áreas hipóxicas, como pueden ser las angioplastias y los *by-pass*. En cambio, en aquellos tejidos donde se haya conservado cierta perfusión sin llegar a ser normal, sí que se verá beneficiada la herida, favoreciendo el cierre (11).

Al igual que se ha comentado con anterioridad, para las enfermedades oclusivas arteriales es preferible antes la aplicación de la terapia una revascularización de las zonas afectadas. El tratamiento no sería útil si previamente no se consigue un riego sanguíneo adecuado a la zona o zonas afectadas. Enfermería debe confirmar que se han probado otros métodos para la cura que no han sido efectivos y que hay una buena vascularización antes de someter a la terapia a

los nuevos pacientes con heridas difíciles (10). En un estudio en heridas isquémicas, durante la aplicación del tratamiento, se observó que el área de la perilesión recibía el oxígeno suficiente (12). La terapia de oxigenación hiperbárica fue útil en enfermedades de mala perfusión de causa venosa ya que redujo el tamaño. Por el contrario, en las úlceras arteriales o por presión no se obtuvo evidencia científica. Algunos estudios dicen que no hay evidencia que demuestre que sea beneficiosa para la curación de úlceras venosas, arteriales y por presión, resultando éstas evidencias de poca potencia, criterios de inclusión muy variables y mucha heterogeneidad para poder afirmar que el uso en este tipo de úlceras es efectivo (11).

Otro artículo apoya el uso en úlceras venosas de los miembros inferiores, existiendo en los usuarios tratados un cierre completo de la herida, siendo una buena terapia complementaria, por sus características de acción que atenúan la disfunción leucocitaria, disminuye los edemas y estimula el colágeno. De esta manera, se produce una vasoconstricción de los vasos sanguíneos disminuyendo los edemas que dificultan la curación por exceso de humedad que aumentan la maceración de las heridas (9).

La existencia de piodermas gangrenosos, aunque la muestra encontrada en el artículo era tan solo de 4 pacientes, conseguía disminuir la tasa de infección y aumentar la angiogénesis y su actividad en los neutrófilos (9). Sin embargo, otros estudios afirman que la utilidad de la terapia en heridas isquémicas viene relacionada con el número de sesiones aplicadas en el paciente, consiguiéndose beneficios a partir de 10 sesiones. En este caso, los usuarios que recibieron un menor número de sesiones fue a causa de un estado de salud más frágil, siendo heridas con peor aspecto (12). Las heridas crónicas, en pacientes los cuales se trataron con al menos 30 sesiones de oxigenación hiperbárica, se consiguió reducir o curar la herida (10). Así pues, existiría en principio una relación proporcional entre el número de sesiones y la probabilidad de curación de la herida en el ambiente hiperbárico en tejidos isquémicos (12). El uso de la terapia logró aumentar la calidad de los cuidados de enfermería en el caso de las heridas crónicas, observándose una falta de investigación sobre el tema y, sobre todo, en la educación para la salud (10).

Las heridas las cuales presentaban fibrina o en proceso de granulación con tejido de este tipo visible, presentaron mayor probabilidad de cicatrizar que las necróticas. Pero un estudio de muestra pequeña en heridas crónicas no relacionadas con la isquemia tratada con la cámara hiperbárica, muestra que el tejido de granulación antes del tratamiento está muy relacionado con la respuesta a éste. La apariencia de la herida se convierte en un factor clave que hay que

evaluar antes de nada, adquiriendo gran importancia las escalas de valoración validadas, como la de Wagner (12).

Se relacionó el uso de la cámara hiperbárica con una mejor adherencia del injerto a la piel, conservándose el nuevo tejido adecuadamente en quemaduras a las que se les aplicó injertos de piel. Otro artículo con una muestra de tan solo 10 usuarios no encontró diferencias en la adherencia de un colgajo libre (8). Por su parte, Chong et al. dicen que la captación de muestra en pacientes con quemaduras tempranas fue muy costosa, limitando la validez del ensayo, sin observar diferencias entre los pacientes a los que se les aplicó el tratamiento y los que no, pudiéndose deber a una muestra demasiado baja para ser fiable, aunque en las heridas infectadas sí que podría tener una acción antimicrobiana de amplio espectro (14).

Eskes et al., cuando hablan de heridas por aplastamiento, muestran un mayor número de curas y menor necrosis de los tejidos. La calidad de la información y, con ello, el riesgo de la aparición de sesgos, era muy alto. En pequeños ensayos sí se observó una cicatrización y menor número de resultados adversos. La evidencia científica disponible en general no fue suficiente con la existencia de un solo estudio que apoye su uso, siendo difícilmente generalizable (8).

La aplicación complementaria de la terapia de presión negativa para la cura de heridas se encuentra bastante extendida en la actualidad, pero cuando se busca una comparación con la terapia de oxigenación hiperbárica, no se consigue saber cuál de ellas es mejor. En heridas de esternón que se encuentren infectadas, la terapia de presión negativa fue eficaz para su cura después de la realización de una esternotomía. Algunos estudios demuestran que en pacientes con mediastinitis disminuyó la tasa de reinfección en usuarios con heridas profundas y menor mortalidad en comparación con solo el uso del tratamiento convencional, tanto en población adulta y pediátrica en las cirugías cardíacas congénitas. También fue efectiva en el uso de colgajos o heridas primarias en tejidos infectados de heridas esternales.

En un estudio con 3 neonatos que pasaron por cirugías cardíacas con herida infectada, la terapia de presión negativa fue compatible con la hemodinámica de los recién nacidos y el esternón se conservó, permitiendo así un buen desarrollo y crecimiento del neonato en un futuro.

Existe un estudio en el que se demostró que había una disminución de la reinfección y los pacientes no necesitaron un nuevo ingreso a causa de las heridas con el uso de la cámara hiperbárica, sin la existencia de ninguna muerte ni eventos adversos. Por otro lado, se realizó otro estudio de cohortes en el que, aunque la muestra era bastante limitada, la combinación de

terapia de presión negativa para heridas, oxigenación hiperbárica y antibióticos fue muy útil para tratar infecciones graves tras operaciones cardiacas congénitas de heridas esternales profundas en población pediátrica (15).

## **6. Conclusiones**

La revisión integradora de la literatura realizada se basa en pequeños estudios muy limitados con una falta de investigación sobre el tema notable para todo tipo de heridas, tanto las crónicas como las agudas, aunque en principio parece que los pocos estudios que existen apoyan el uso de la oxigenoterapia hiperbárica en las heridas crónicas, principalmente en úlceras de pie diabético que se verían beneficiadas por una mayor aportación de oxígeno y es posible que se reduzcan las amputaciones de los miembros afectados.

Diversos autores coinciden en que las úlceras causadas por las afectaciones de los vasos sanguíneos coinciden en que ha de existir una revascularización previa de las extremidades afectadas, ya que el tratamiento no sería efectivo si no existe un mínimo riego sanguíneo en la zona.

En la aplicación para heridas agudas no existe información suficiente para aconsejar o no su uso, pero podría beneficiar la adhesión de colgajos aportando beneficios en la implantación del injerto.

Independientemente del tipo de herida que se encuentre, todos los estudios coinciden en el mantenimiento de la cura convencional de las heridas y usar este tipo de tratamiento como coadyuvante para la cicatrización. Por ello, en ningún caso debería dejar de usarse la realización de la cura habitual.

La aplicación combinada de terapia de presión negativa, oxigenación hiperbárica y uso de antibióticos sí que sería eficaz en las infecciones de las heridas quirúrgicas tras las operaciones de cardiopatías congénitas en edad pediátrica.

Actualmente, la falta de información sobre la terapia de oxigenación hiperbárica en heridas sugiere que no se debería emplear sistemáticamente. Se requieren por ello un mayor número de estudios que minimicen los sesgos y sean comparables entre ellos, aplicándolos al mismo tipo de heridas y con población con las mismas características.

## **7. Limitaciones**

Pese a la existencia de un mayor número de base de datos relacionadas con el ámbito de la salud en las que se podrían haber buscado los artículos del presente trabajo, se utilizaron únicamente 4 bases de datos distintas debido al conocimiento y familiaridad en el uso de las mismas. La búsqueda en dichas bases de datos podría haber sido mayor, usando más términos y también lenguaje natural para aumentar la posibilidad de encontrar un número considerable de artículos. Además, la discusión del trabajo se realiza a través de únicamente 8 estudios, ya la gran mayoría de los encontrados no estaban relacionados con el tema a tratar o su calidad era baja.

Solo se encontró un estudio de calidad que hablara de la aplicación de la terapia de presión negativa para heridas y la oxigenación hiperbárica, sin tener más estudios con los que comprobar su eficacia. Este estudio no buscaba averiguar cuál de las dos terapias era mejor, sino que las combinaba entre ellas y se enfocaba en población pediátrica.



## **8. Bibliografía**

- (1). Sociedad Española de Medicina Hiperbárica. [Internet] n.d. SEMH. [citado 2019 May 7]. Disponible en: <http://www.sociedadspanolademedicinahiperbarica.org/>
- (2). Carney AY. Hyperbaric Oxygen Therapy. Crit Care Nurs Q [Internet]. 2013 [citado 2019 May 7];36(3):274–9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23736666>
- (3). Huchim O, Rivas-Sosa F, Rivera-Canul N, Méndez-Domínguez N. 350 años de la medicina hiperbárica: aspectos históricos, fisiopatogénicos y terapéuticos. Gac Mexico [Internet]. 2017 Dic 7 [citado 2019 May 7];153(7):938–45. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29414971>
- (4). Baromedical Nurses Association. [Internet]. 2015 Baromedical Nurses Association [citado 2019 May 7]. Disponible en: <http://hyperbaricnurses.org/>
- (5). Oxynet. What is HBO Therapy? [Internet]. n.d. [citado 2019 May 7]. Disponible en: <http://oxynet.org/HBOInfo.htm>
- (6). Edwards ML. Hyperbaric oxygen therapy. Part 1: history and principles. J Vet Emerg Crit Care [Internet]. 2010 [citado 2019 May 7];20(3):284–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20636980>
- (7). Conselleria de Sanitat. Unidad de Terapeutica Hiperbárica - Departament Salut Castelló [Internet]. 2019 [citado 2019 May 7]. Disponible en: <http://castellon.san.gva.es/medicina-hiperbarica>
- (8). Eskes A, Vermeulen H, Lucas C, Ubbink DT. Hyperbaric oxygen therapy for treating acute surgical and traumatic wounds. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2013 Dic 16 [citado 2019 May 7];(12). Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008059.pub3>
- (9). Ueno T, Omi T, Uchida E, Yokota H, Kawana S. Evaluation of hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. J Nippon Med Sch [Internet]. 2014 [citado 2019 May 7];81(1):4–11. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24614389>
- (10). Andrade SM, Santos ICRV. Oxigenoterapia hiperbárica para tratamento de feridas. Rev Gaúcha Enferm [Internet]. 2016 Jun [citado 2019 May 7];37(2):e59257. Disponible en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27410674>

- (11). Kranke P, Bennett MH, Martyn-St James M, Schnabel A, Debus SE, Weibel S. Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2015 Jun 24 [citado 2019 May 7];(6). Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD004123.pub4>
- (12). Feldman-Idov Y, Melamed Y, Linn S, Ore L. Prognostic factors predicting ischemic wound healing following hyperbaric oxygenation therapy. *Wound Repair Regen* [Internet]. 2013 May [citado 2019 May 7];21(3):418–27. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/wrr.12038>
- (13). Game FL, Apelqvist J, Attinger C, Hartemann A, Hinchliffe RJ, Löndahl M, et al. Effectiveness of interventions to enhance healing of chronic ulcers of the foot in diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev* [Internet]. 2016 Ene [citado 2019 May 7];32:154–68. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26344936>
- (14). Chong S, Kan E, Song C, Soh C, Lu J. Characterization of early thermal burns and the effects of hyperbaric oxygen treatment: a pilot study. *Diving Hyperb Med* [Internet]. 2013 [citado 2019 May 7];43(3):157–63. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/es/central/doi/10.1002/central/CN-00962513/full>
- (15). Copeland H, Newcombe J, Yamin F, Bhajri K, Mille VA, Hasaniya N, et al. Role of Negative Pressure Wound Care and Hyperbaric Oxygen Therapy for Sternal Wound Infections After Pediatric Cardiac Surgery. *World J Pediatr Congenit Hear Surg* [Internet]. 2018 Jul 26 [citado 2019 May 7];9(4):440–5. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29945514>