



UTILIZACIÓN DE LA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA EN LA CURACIÓN DE HERIDAS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

USE OF HYPERBARIC OXYGEN THERAPY IN WOUND HEALING. LITERATURE REVIEW

Autores:  Patricia Torres Álvarez ^{(1) (*)},  María Elena Quintela Varela ⁽²⁾

(1) Enfermera Interna Residente de Familiar y Comunitaria. Área Sanitaria de Ferrol
(2) Enfermera Especialista Familiar y Comunitaria. Centro de Salud de Narón. Área Sanitaria de Ferrol

Contacto: Patricia.Torres.Alvarez@sergas.es

Fecha de recepción: 18/07/2019
Fecha de aceptación: 15/10/2019

Torres-Álvarez P, Quintela-Varela ME. Utilización de la oxigenoterapia hiperbárica en la curación de heridas. Revisión bibliográfica. *Enferm Dermatol.* 2019; 13(38): 40-47. doi: 10.5281/zenodo.3574962

RESUMEN:

Objetivo: Conocer el uso de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento de heridas.

Metodología: Se realizó una revisión bibliográfica narrativa en las principales bases de datos (PubMed, SciELO, Dialnet, CUIDEN) y en dos metabuscadores, Google Académico y Mergullador, limitando la búsqueda en los últimos 5 años y filtrando aquellos artículos que versaran sobre tratamiento en humanos. La selección de documentos se realizó basándonos en criterios de inclusión y lectura crítica.

Resultados: Se localizaron un total de 1.223 artículos, 45 cumplían criterios de inclusión. Tras una lectura detallada se revisaron 14 artículos (5 ensayos clínicos, 1 revisión sistemática, 3 casos clínicos, 2 revisiones de la literatura no sistemáticas y 3 estudios observacionales). La oxigenoterapia hiperbárica posee acción antiinflamatoria y reduce el componente edematoso presente en muchas de las lesiones. No es concluyente si hay disminución del riesgo de amputación por uso de esta terapia.

Conclusiones: La oxigenoterapia hiperbárica se consolida como una terapia segura y fiable, tanto de lesiones agudas como crónicas. El acceso a este tipo de tratamientos continúa restringido a patologías más avanzadas e importantes por su elevado coste. Consideramos como líneas de investigación futuras el abordaje cualitativo de este problema para tratar de conocer cuáles son las experiencias de los usuarios de este tratamiento.

Palabras clave: Oxigenoterapia hiperbárica, terapias avanzadas, cuidados de heridas, cicatrización.

ABSTRACT:

Objective: To know the use of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of wounds.

Methodology: A narrative literature review was carried out in the main databases (PubMed, SciELO, Dialnet, CUIDEN) and in two metasearch engines, Google Scholar and Mergullador, limiting the search in the last 5 years and filtering those articles that They will deal with treatment in humans. The selection of documents was made based on criteria for inclusion and critical reading.

Results: 1,223 articles were located, 45 met inclusion criteria. After a detailed reading, 14 articles were reviewed (five clinical trials, one systematic review, three clinical cases, two non-systematic literature reviews and three observational studies). Hyperbaric oxygen therapy has anti-inflammatory action and reduces the edematous component present in many of the lesions. It is not conclusive if there is a decrease in the risk of amputation due to the use of this therapy.

Conclusions: Hyperbaric oxygen therapy is a safe and reliable therapy for both acute and chronic lesions. Access to this type of treatment continues to be restricted to those most advanced and important diseases due to its high cost. Consider as qualitative lines of research the qualitative approach to this problem to try to know what the experiences of the users of this treatment are.

Keywords: Hyperbaric oxygen therapy, advanced therapies, wound care, healing.

INTRODUCCIÓN:

Una herida abierta podría definirse como un tipo de lesión en el que hay una alteración de la integridad cutánea, corte o punción que tiene como resultado la discontinuidad de su anatomía normal⁽¹⁾.

El proceso de cicatrización es complejo e involucra a múltiples mecanismos y activos tisulares e histológicos, la formación de una cicatriz definitiva comprende una serie de etapas que son secuenciales y a la vez superpuestas⁽²⁾, para ello, existe un proceso de migración celular, y diferentes fases inflamatorias, proliferativas y madurativas⁽¹⁾.

Existen diferentes factores que pueden llegar a impedir por completo la cicatrización, incluso cuando los cuidados de las lesiones se realizan adecuadamente. Las heridas crónicas con dificultades de curación son un problema realmente significativo en el mundo industrializado⁽³⁾. Durante todo este proceso de cicatrización el papel del oxígeno es fundamental⁽⁴⁾.

La terapia hiperbárica se introdujo por primera vez con objetivo medicinal en el año 1622 por Henshaw, a pesar de que no fue hasta el siglo XIX cuando su uso se expandió para el tratamiento de enfermedades como tuberculosis, cólera, sordera, anemia o hemorragias, se utilizó por primera vez para el abordaje de patologías de la piel en el año 1965⁽⁵⁾.

La oxigenoterapia hiperbárica es una modalidad de tratamiento en la que la persona respira oxígeno a una concentración del 100% mientras está expuesto a un incremento de la presión atmosférica. Estos tratamientos pueden llevarse a cabo en cámaras monoplasa o múltiples, donde podemos encontrarnos desde 2 hasta 14 pacientes⁽⁵⁾.

Las presiones aplicadas mientras el paciente se encuentra dentro de la cámara son por lo común 2-3 atmósferas absolutas (ATA)⁽⁶⁾. Mediante este aumento de O₂ y presiones se lleva a cabo un aumento de producción de oxígeno y nitrógeno, además de la creación de unas condiciones ambientales ideales para la curación de heridas⁽⁷⁾.

La oxigenación hiperbárica puede constituir un elemento para mantener una oxigenación óptima a nivel micro y macro circulatorio⁽⁷⁾.

En general, se recomienda el uso de terapia hiperbárica para el tratamiento de úlceras de pie diabético, úlceras

isquémicas y heridas seleccionadas con mala curación que no responden al tratamiento habitual.⁽³⁾

Según la Sociedad Española de Medicina Hiperbárica⁽⁸⁾ se reconocen 14 situaciones en las que se podrá utilizar la terapia hiperbárica (Tabla 1).

Tabla 1. Indicaciones para oxigenoterapia hiperbárica según la Sociedad Española de Medicina Hiperbárica.

• Embolismo gaseoso
• Envenenamiento por monóxido de carbono
• Lesión por aplastamiento, síndrome compartimental y otras isquemias traumáticas agudas
• Miositis Costridial y Mionecrosis (Gangrena Gaseosa)
• Enfermedad Descompresiva
• Insuficiencias arteriales
• Anemia severa
• Abscesos Intracraneales
• Infecciones de los tejidos blandos necrotizantes
• Osteomielitis refractaria
• Lesión por radiación retardada
• Injertos y colgajos comprometidos
• Lesión por quemadura térmica aguda
• Pérdida auditiva súbita idiopática

Se cree que el mecanismo por el que funciona la terapia hiperbárica, a pesar de que no está definido totalmente, es la mejora de la concentración de oxígeno en la sangre, haciendo así que también aumente la concentración de oxígeno en las áreas que más lo necesitan para su recuperación⁽⁴⁾.

El objetivo de este estudio de investigación fue conocer el uso de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento de heridas.

METODOLOGÍA:

La metodología utilizada ha sido la revisión bibliográfica, mediante el análisis de fuentes documentales científicas relacionadas con la terapia con oxígeno hiperbárico en la curación de heridas.

Para seleccionar los artículos que pertenecerían a la búsqueda bibliográfica, se han propuesto los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Artículos científicos que se basen en la terapia hiperbárica.
- Revisiones bibliográficas y sistemáticas sobre la aplicación de oxigenoterapia.
- Artículos originales y casos clínicos.

En lo relacionado con la fecha de publicación del artículo se establece el límite en los últimos 5 años para asegurarnos de que el contenido de los mismos se adecúe a la última evidencia científica disponible.

Criterios de exclusión:

- Idioma diferente de inglés, castellano o portugués.
- Estudios cuyo objetivo no sean humanos.
- Patologías no relacionadas con el deterioro de la integridad cutánea.

La revisión bibliográfica se inició en la base de datos PubMed, incluyendo las siguientes palabras clave (MeSh), “Hyperbaric Oxygenation”, “Wound Healing” combinándolas con el operador booleano AND, obteniendo un total de 687 resultados, al aplicar los filtros: publicado en los últimos 5 años y aplicado en población humana la cifra disminuyó hasta un total de 106 artículos, de los cuales 32 eran revisiones y 74 artículos científicos.

Tras la lectura de los títulos encontrados se llegó a un total de 42 artículos seleccionados, indiferentemente de la tipología del mismo (revisión/artículo científico/caso clínico). Tras la lectura del resumen se incluyeron finalmente en la revisión 11 artículos.

La búsqueda continuó en la base de datos Dialnet, en la cual, utilizamos la búsqueda avanzada, limitándola con el booleano AND. Se obtuvo un único resultado, el cual cumplía los criterios de inclusión.

Se realizó también una búsqueda en la base de datos CUIDEN con los mismos términos MeSH descritos anteriormente y el resultado de los mismos fue 0. Para tratar

de buscar nueva documentación que pudiera ser de utilidad ampliamos la búsqueda al término “Oxigenación Hiperbárica” y como resultado la base volcó 5 artículos, de los cuales ninguno cumplía los criterios de inclusión. En la base de datos de enfermería SciELO se realizó el mismo procedimiento, siendo en ambos casos el resultado 0 artículos.

Realizamos también la búsqueda en dos metabuscadores para completar la misma, el primero de ellos Google Académico, se aplicaron los filtros: artículos y en los últimos 4 años. Se obtuvieron un total de 526 artículos. Para realizar la inclusión se revisaron de inicialmente los títulos, descartando aquellos que no cumplían nuestros criterios, para pasar a continuación al análisis del resumen. Finalmente se obtuvieron 15 artículos, de los cuales ninguno cumplía los criterios de inclusión definidos con anterioridad.

Para finalizar se realizó la búsqueda en el otro metabuscador, disponible en la biblioteca virtual del Servicio Gallego de Salud (Bibliosaúde), conocido como “Mergullador”; como resultado se ofrecieron un total de 196 artículos, tras lo cual y aplicando los filtros pertinentes y eliminando los duplicados con otras bases ya consultadas previamente, se encontraron un total de 4 artículos, y tras la lectura del título, solo 2 de ellos resultaron interesantes.

La búsqueda bibliográfica realizada aparece representada en la **Imagen 1**.

La calidad metodológica de los artículos fue evaluada mediante la técnica de grupo nominal (grupo investigador), tras una lectura crítica narrativa.



Imagen 1. Diagrama de búsqueda bibliográfica.

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

RESULTADOS:

Se localizaron un total de 1.223 artículos sobre oxigenoterapia hiperbárica en heridas; 45 cumplieron los criterios de inclusión, y finalmente, tras realizar una lectura

en profundidad quedaron seleccionados 14 artículos que contenían información de relevancia para la revisión.

En la **tabla 2** se describen las características principales de cada estudio.

Tabla 2. Características de los estudios seleccionados sobre oxigenoterapia hiperbárica en heridas.			
Autor	Título del artículo	Tipo de estudio	Año
Jackson ⁽¹²⁾	Combined use of hyperbaric oxygen and sprayed keratinocyte suspension to tackle a difficult wound	Caso clínico	2013
Berner ⁽²⁾	Use of hyperbaric oxygenation for wound management	Estudio cuantitativo	2014
Millar ⁽¹¹⁾	Hyperbaric Oxygen in Lower Limb Trauma (HOLLT); protocol for a randomized controlled trial	Protocolo de investigación para la realización de un Ensayo Clínico Aleatorizado y Multicéntrico	2015
Andrade ⁽⁶⁾	Hyperbaric Oxygen Therapy of wound care	Estudio Transversal	2016
Game ⁽⁹⁾	Effectiveness of interventions to enhance healing of chronic ulcers of the foot in diabetes: a systematic review	Revisión sistemática	2016
Hernández AM ⁽¹⁰⁾	Paciente diabético con dedos del pie necrosados. Uso de oxígeno hiperbárico y liposomas con oxígeno 100% saturado	Caso clínico	2016
Bo Mo ⁽¹³⁾	Study on the effect of hyperbaric oxygen therapy on the wound healing and the related serum indexes of rectal abscess patients after surgery	Ensayo clínico aleatorizado	2016
Dzięgielewski ⁽¹⁴⁾	Results of hyperbaric oxygenation in chronic wound healing – preliminary findings	Estudio cuantitativo de corte retrospectivo	2016
Fife ⁽¹⁵⁾	An Update on the Appropriate Role for Hyperbaric Oxygen: Indications and Evidence	Revisión no sistemática	2016
Fedorko ⁽¹⁶⁾	Hyperbaric Oxygen Therapy Does Not Reduce Indications For Amputation in Patients With Diabetes With NonHealing Ulcers of the Lower Limb: A Prospective, Doble Blind, Randomized Controlled Clinical Trial	Ensayo clínico aleatorizado	2016
Columbo ⁽⁹⁾	Hyperbaric oxygen for patients with above-knee amputations, persistent ischemia, and nonreconstructable vascular disease.	Serie de casos	2016
Chen-C ⁽¹⁰⁾	Adjunctive Hyperbaric Oxygen Therapy for Healing Chronic Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Controlled Trial	Ensayo clínico aleatorizado	2017
Thistlethwaite KR ⁽⁷⁾	The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy for healing chronic venous leg ulcers: A randomized, doble-blind, placebo-controlled trial.	Ensayo clínico aleatorizado	2018
Santema ⁽⁸⁾	Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Ischemic Lower- Extremity Ulcers in Patients with Diabetes: Results of the DAMO2CLES Multicenter Randomized Clinical Trial	Ensayo clínico aleatorizado multicéntrico	2018

Andrade et al⁽¹¹⁾, describe con su artículo el perfil de usuarios de terapia hiperbárica mediante un estudio de corte transversal mediante la revisión de historias clínicas de un total de 200 pacientes. Según esta autora el perfil de usuario de la cámara hiperbárica se trata de pacientes donde las patologías más relevantes son la diabetes mellitus, seguida de problemas cardiovasculares y neoplásicos. Así mismo detalla también los motivos por los que acudían a la terapia que mayoritariamente fueron: úlceras venosas y heridas traumáticas seguidos de úlceras del pie diabético.

En aquellos donde la herida era crónica el número de sesiones hasta encontrar mejoría en el aspecto de la lesión fueron menores que en las lesiones agudas. Se han encontrado evidencias estadísticamente significativas de evolución positiva en aquellos pacientes con más de 30 sesiones de terapia hiperbárica en relación con aquellos que no la han recibido.

Thistlethwaite et al⁽¹²⁾ describe en su artículo que la terapia hiperbárica podría ser útil en aquellas lesiones difíciles de curar, mejorando en pacientes con lesiones vasculares de miembro inferior la piel perilesional hipóxica. Para llegar a estas conclusiones se ha validado de la realización de un ensayo clínico a doble ciego con un grupo placebo, donde no se aplicaría oxigenoterapia hiperbárica y otro, el grupo de observación, donde si, en este segundo las sesiones con terapia de oxigenoterapia hiperbárica consistían en 120 minutos a 2,4 ATA, además del tiempo de compresión y descompresión.

Describe que se han encontrado evidencias significativas en cuanto a la reducción del tamaño de la lesión tras 12 semanas de tratamiento. Como contraposición de la terapia señala su elevado coste y las limitaciones que esto puede acarrear para que se utilice en un mayor número de la población.

En el ensayo DAMO2CLES realizado en 24 hospitales en el territorio de Holanda y Bélgica por Santema et al.⁽¹³⁾ sobre la efectividad o no de la oxigenoterapia hiperbárica en pacientes con diabetes y úlceras de origen isquémico en miembro inferior se comparó el número de amputaciones realizadas en cada uno de los dos grupos, control, donde se realizaba terapia convencional, versus, el grupo intervención donde se aplicaba además oxigenoterapia hiperbárica, a partir de lo cual proponen que la terapia hiperbárica podría ser un elemento preventivo de la amputación.

Sugieren que no existe diferencia en lo relacionado con la curación total de la lesión entre la intervención con

oxigenoterapia hiperbárica y la terapia convencional. Destacan la importancia de que a pesar de que podrían haber incluido en su estudio muchos más candidatos esto no fue posible debido a sus condiciones médicas subyacentes, así mismo muchos de los participantes no pudieron completar el tratamiento debido a las patologías concomitantes, destacando la importancia de la comorbilidad que presentan las patologías como la enfermedad arterial periférica o la diabetes mellitus.

Game et al⁽¹⁴⁾ en su artículo de revisión sistemática describe que según la evidencia, la utilización de oxigenoterapia de manera tópica no está indicada especialmente para la regeneración de úlceras de pie diabético. Por otro lado, en lo que se refiere a oxigenoterapia sistémica en cámara hiperbárica, justifica mediante un estudio realizado a doble ciego en el año 2012 que las perspectivas de curación aumentan con esta terapia tras 12 meses de tratamiento.

Así mismo hace referencia a los problemas encontrados en la metodología en el resto de estudios revisados.

En el caso clínico reportado por Hernández AM et al⁽¹⁵⁾, realizado en España, se describe la experiencia de la utilización de un botín hiperbárico. El paciente presentaba una herida con bordes esfacelados y con tendencia a la cianosis tras haberse realizado una intervención quirúrgica donde se amputó el 5º dedo del miembro inferior. En la evolución de la lesión, tras la inserción de un injerto para prevenir la amputación del resto de dedos, y una vez comenzado el tratamiento con la oxigenoterapia hiperbárica (en combinación con la terapia de curas convencional) se consigue la epitelización completa de la lesión en 6 semanas, observándose por tanto una rápida evolución, concluyendo los autores en la demostración de que el tratamiento con oxigenoterapia hiperbárica reduce el riesgo de amputación y aumenta la probabilidad de curación.

Millar et al⁽¹⁶⁾ centra su investigación en las heridas traumáticas y sobre estas define que la oxigenoterapia hiperbárica reduce el edema postrauma, modera la reacción inflamatoria y regula sistemas antioxidantes endógenos. Así mismo afirma que puede maximizar los efectos tanto de la terapia farmacológica con antibiótico, como en el caso de los aminoglucósidos.

Jackson et al⁽¹⁷⁾ en su caso clínico describen la utilización combinada de oxigenoterapia hiperbárica y suspensión de keratinocitos en un paciente con problemas de curación en una herida traumática de 3 meses de evolu-

ción, sin otra patología concomitante que la diabetes mellitus insulino dependiente, la cual en su estadio final presentaba tejido necrótico en su mayoría, sin signos de epitelización. Tras esto, se decidió realizar un injerto, al mismo tiempo que se llevó a cabo la terapia descrita anteriormente. Demostró la eficacia de la terapia combinada de la solución de keratinocitos con la terapia hiperbárica para minimizar la comorbilidad y reducción de costes aumentando la duración temporal de la terapia convencional.

El estudio de Bo Mo et al⁽¹⁸⁾ centra su investigación en los abscesos rectales tras la cirugía, para ello se nutre de un ensayo clínico, donde la intervención se realizará en el grupo de observación, compuesto por 24 pacientes. Sugieren que la utilización de terapia hiperbárica es efectiva en el tratamiento de estas patologías y que reduce tanto el tiempo de curación como el nivel de afectación del usuario, tanto en el ámbito del dolor o padecimiento como analítico, ya que han evidenciado reducción en los marcadores inflamatorios analizados. Concluyen que la oxigenoterapia hiperbárica tiene efectos positivos en la rehabilitación postoperatoria en pacientes con abscesos rectales.

Dzięgielewski et al⁽⁷⁾ en su estudio concluye que la terapia con oxígeno hiperbárico es una medida efectiva en pacientes adultos para el tratamiento de heridas crónicas. Lo justifica en sus propios resultados, donde de manera estadísticamente significativa ha encontrado diferencias en todas las áreas que habían valorado; tamaño de la lesión, dolor, tejido de la herida y oximetría transcutánea, demostrándose así la efectividad del tratamiento que ellos describen.

Fife et al⁽¹⁹⁾ realizaron una revisión de la literatura científica donde recogen aquellos aspectos pendientes de resolver en lo relacionado con la terapia hiperbárica, donde destacan los aspectos más controvertidos de la misma, como la falta de estudios o las dificultades de acceso que hay a los servicios de medicina hiperbárica. Por otro lado, también destacan la importancia de que las heridas que no necesitan esta terapia no van a mejorar a pesar de añadirles a su tratamiento de base, proponen como herramienta para evitar retrasos de acceso en aquellos pacientes que sí podrían beneficiarse de este tratamiento The wound Healing Index (WHI), que podría ayudar a priorizar en la utilización de esta tecnología.

Así mismo refuerzan la idea ya comentada por otros autores de que la terapia hiperbárica tiene una capacidad

única para reducir la hipoxia en los tejidos, la inflamación y facilitar la revascularización.

En el ensayo clínico aleatorizado conducido por Fedorko et al⁽²⁰⁾ sobre los beneficios de la terapia hiperbárica en la disminución del riesgo de amputación se ha realizado una comparación entre la intervención o no con oxigenoterapia a altas presiones donde han evidenciado que no existen diferencias entre ambos grupos y por tanto no existe ese factor protector en la terapia hiperbárica.

Chen et al⁽¹⁰⁾ en su ensayo clínico centrado en la terapia hiperbárica en pacientes con úlceras de pie diabético destacan el poder del tratamiento para mejorar la disponibilidad de oxígeno en los tejidos dañados, aliviar la inflamación y disminuir la presencia de microorganismos anaerobios. Basándose en sus resultados afirman que la terapia disminuye el riesgo de amputación en aquellos pacientes con dificultades para la curación, recomendando que el tratamiento consista en al menos 20 sesiones.

En la serie de casos presentada por Columbo et al⁽⁹⁾ se estudian 4 pacientes con patología vascular de gravedad y larga evolución, todos ellos con antecedentes de amputación quirúrgica en miembros. A los pacientes se les administró oxigenoterapia hiperbárica como último recurso para prevenir una segunda intervención con buenos resultados que evitaron esta nueva cirugía. Los autores concluyen que a pesar de que se requieren más estudios, la terapia hiperbárica es una oportunidad para la curación de heridas en aquellos pacientes con problemas para la curación y con posibilidades de amputación.

En la revisión realizada por Bener et al⁽²⁾ se describen los efectos adversos más llamativos del tratamiento con el oxígeno hiperbárico como son la generación en exceso tanto de oxígeno como nitrógeno que pueden producir daños a nivel histológico, a pesar de que estas complicaciones son poco frecuentes. También destaca la importancia de monitorizar las glucemias en los pacientes diabéticos ya que puede inducir a hipoglucemia.

DISCUSIÓN:

Durante la revisión y búsqueda bibliográfica hemos observado ciertas dificultades para el acceso a algunos artículos, que junto con la escasa bibliografía fuera del campo del pie diabético, suponen uno de los criterios de limitación encontrados para este estudio.

Se ha realizado el análisis de varias revisiones, tanto sistemáticas como bibliográficas sistematizadas, que

hacen una descripción de la terapia hiperbárica, como llevarla a cabo y en que se basa su funcionamiento. También se han revisado casos clínicos y series de casos que presentaban algún sesgo metodológico. Los estudios revisados, a nivel general, indican que la oxigenoterapia hiperbárica es una terapia segura, y fiable que puede ser beneficiosa a la hora de reducir el tamaño de la lesión y favorecer la curación de la misma.

Con el estudio DAMO2CLES, realizado por Santema et al⁽¹³⁾ se introduce la posibilidad de que la oxigenoterapia hiperbárica pueda ser un factor protector para la disminución del número de amputaciones en los pacientes candidatos a la misma, al igual que ocurre en el estudio de Chen et al⁽¹⁰⁾ y los casos clínicos de Hernández et al⁽¹⁵⁾ y Columbo et al⁽⁹⁾ que también apoyan esta tendencia, teniendo en cuenta la efectividad en sus propios pacientes.

En contraposición en el ensayo clínico llevado a cabo por Fedorko et al⁽²⁰⁾ los resultados no muestran una tendencia hacia la reducción del número de amputaciones. Por tanto, basándonos en sus resultados no hay evidencia de que la terapia hiperbárica pueda reducir el riesgo de amputación.

Los estudios de Jackson et al⁽¹⁷⁾ aportan evidencia sobre la utilización de una suspensión de keratinocitos en combinación con terapia hiperbárica, a pesar de que serían necesarios más estudios en una población más amplia para su uso extendido. Del mismo modo, Millar et al⁽¹⁶⁾ centra su investigación sobre las heridas traumáticas, aportando un nuevo punto de vista a los usos de la terapia hiperbárica, reforzando aquellos aspectos destacados por otros autores como Bo et al⁽¹⁸⁾ sobre la capacidad regenerativa de esta terapia.

En lo relacionado con la capacidad de la oxigenoterapia hiperbárica para disminuir la gravedad de la lesión el estudio preliminar de Dzięgielewski et al⁽⁷⁾ arroja nuevos conocimientos sobre la efectividad en la disminución del tamaño de la lesión, nivel del dolor, tejido no viable en la herida y un aumento en los niveles de oximetría transcutánea. Lo cual coincide con la revisión realizada por Fife et al⁽¹⁹⁾ donde se destaca la capacidad única de la oxigenoterapia hiperbárica para reducir la hipoxia de los tejidos, reducir la inflamación y facilitar la revascularización.

Las propiedades curativas de este tratamiento se ven reforzadas por los conocimientos aportados por los estudios de Thistlethwaite et al⁽¹²⁾ donde se ha evidenciado la mejora del tejido perilesional, previamente

hipóxico, además de una disminución del tamaño, como también postuló Andrade et al⁽¹¹⁾ tras 30 semanas de terapia en cámara hiperbárica. En relación con la duración del tratamiento no se han encontrado evidencias significativas, ya que el número de sesiones es muy variable dependiendo de las características tanto del paciente como de su evolución individual. Game et al⁽¹⁴⁾ de manera llamativa realiza una diferenciación entre el uso de oxigenoterapia tópica, donde no ha encontrado mediante su revisión sistemática evidencia, y la terapia sistémica donde señala que las tasas de curación aumentan tras 12 meses de tratamiento. Destacando las deficiencias metodológicas encontradas en los estudios analizados.

Fife et al⁽¹⁹⁾ aportan un nuevo punto de vista en lo relacionado con el acceso a las cámaras o sistemas de tratamiento hiperbárico, proponiendo la realización de un triaje mediante el Wound Healing Index, en su revisión refuerzan la idea de que los pacientes que no necesitan esta terapia no se beneficiarán de ella y por tanto se debe regular de forma estandarizada el acceso. Así mismo Thistlethwaite et al⁽¹²⁾ hace referencia también a las dificultades de acceso por el elevado coste de la misma, y Santema et al⁽¹³⁾ a las patologías concomitantes que suelen acompañar a las personas que serían candidatas a este tratamiento, y que por las mismas no se puede permitir su uso.

CONCLUSIONES:

En conclusión, podemos afirmar tras la revisión bibliográfica realizada que:

- La oxigenoterapia hiperbárica es útil en el tratamiento de lesiones cutáneas tanto crónicas como agudas para la disminución del tamaño y la aceleración del tiempo de curación, en aquellas patologías en las que está indicada.
- La acción antiinflamatoria y de reducción del componente edematoso de las lesiones queda reflejada a nivel analítico como se ha visto en diversos estudios por disminución tanto de niveles de PCR como de otros marcadores inflamatorios, además de poder observar estos cambios en las reacciones cutáneas con el paso de las sesiones de tratamiento.
- El acceso a este tratamiento todavía está limitado y ligeramente sesgado para aquellos pacientes con patologías más graves o avanzadas y que a su vez no presenten contraindicaciones para la terapia.

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

- Es necesario realizar todavía más investigaciones para certificar la capacidad o no de la terapia hiperbárica en lo relacionado con la reducción del riesgo de amputación en pacientes con lesiones vasculares.
- No se conoce en el panorama actual la visión de los pacientes sobre el acceso y proceso que conlleva la terapia hiperbárica, con lo cual se abre también una nueva línea de investigación que podría resultar muy interesante y enriquecedora.

CONFLICTOS DE INTERÉS:

Las autoras manifiestan no tener conflictos de interés.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Kanji S, Das H. Advances of Stem Cell Therapeutics in Cutaneous Wound Healing and Regeneration. *Mediators Inflamm.* 2017;2017:5217967.
2. Berner JE, Vidal P, Will P, Castillo P. Use of hyperbaric oxygenation for wound management]. *Rev Med Chil.* 2014;142(12):1575-83.
3. Finn Gottrup. Oxygen therapies for wound healing: EWMA findings and recommendations. *Wounds Int.* 2017. 2017;8(4):18-22.
4. Health Quality Ontario. Hyperbaric Oxygen Therapy for the Treatment of Diabetic Foot Ulcers: A Health Technology Assessment. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2017;17(5):1-142.
5. Bhutani S, Vishwanath G. Hyperbaric oxygen and wound healing. *Indian J Plast Surg.* 2012;45(2):316-24.
6. Fosen KM, Thom SR. Hyperbaric oxygen, vasculogenic stem cells, and wound healing. *Antioxid Redox Signal.* 2014;21(11):1634-47.
7. Dzięgielewski P, Mikołajewska E, Goch A. Results of hyperbaric oxygenation in chronic wound healing – preliminary findings. *Stud Med.* 2016;32(3):179-83.
8. SociedadEspañolademedicinahiperbarica.org [Sede Web]. Madrid: Sociedad Española de Medicina Hiperbárica (SEMH); 2019.
9. Columbo JA, Ptak JA, Buckey JC, Walsh DB. Hyperbaric oxygen for patients with above-knee amputations, persistent ischemia, and nonreconstructable vascular disease. *J Vasc Surg.* 2016;63(4):1082-4.
10. Chen C-Y, Wu R-W, Hsu M-C, Hsieh C-J, Chou M-C. Adjunctive Hyperbaric Oxygen Therapy for Healing of Chronic Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Controlled Trial. *J Wound Ostomy Cont Nurs.* 2017;44(6):536-45.
11. Andrade SM de, Santos ICRV. Hyperbaric oxygen therapy for wound care. *Rev Gaucha Enferm.* 2016;37(2):e59257.
12. Thistlethwaite KR, Finlayson KJ, Cooper PD, Brown B, Bennett MH, Kay G, et al. The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy for healing chronic venous leg ulcers: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Wound Repair Regen Off Publ Wound Heal Soc Eur Tissue Repair Soc.* 2018;26(4):324-31.
13. Santema KTB, Stoekenbroek RM, Koelemay MJW, Reekers JA, van Dortmont LMC, Oomen A, et al. Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Ischemic Lower- Extremity Ulcers in Patients with Diabetes: Results of the DAMO2CLES Multicenter Randomized Clinical Trial. *Diabetes Care.* 2018;41(1):112-9.
14. Game FL, Apelqvist J, Attinger C, Hartemann A, Hincliffe 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.* 2016;32 Suppl 1:154-68.
15. Hernández AM, Escutia AM, Llatas FP, Fernández VL, Fornes PD, Pujalte BF. Paciente diabético con dedos del pie necrosados. Uso de oxígeno hiperbárico y liposomas con oxígeno 100% saturado. *Enferm Dermatol.* 2012;6(15):36-41.
16. Millar IL, McGinnes RA, Williamson O, Lind F, Jansson K-Å, Hajek M, et al. Hyperbaric Oxygen in Lower Limb Trauma (HOLLT); protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2015;5(6):e008381.
17. Jackson PC, Wilks D, Rawlins J, Matteucci PL. Combined use of hyperbaric oxygen and sprayed keratinocyte suspension to tackle a difficult wound. *Ann R Coll Surg Engl.* 2014;96(6):e20-2.
18. Bo Mo QH, Juan Ma BX. Study on the effect of hyperbaric oxygen therapy on the wound healing and the related serum indexes of rectal abscess patients after surgery. *J Hainan Med Univ.* 2016;22(14):67-9.
19. Fife CE, Eckert KA, Carter MJ. An Update on the Appropriate Role for Hyperbaric Oxygen: Indications and Evidence. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(3 Suppl):107S-16S.
20. Fedorko L, Bowen JM, Jones W, Oreopoulos G, Goeree R, Hopkins RB, et al. Hyperbaric Oxygen Therapy Does Not Reduce Indications for Amputation in Patients With Diabetes With Nonhealing Ulcers of the Lower Limb: A Prospective, Double-Blind, Randomized Controlled Clinical Trial. *Diabetes Care.* 2016;39(3):392-9.