



## LA OXIGENACIÓN HIPERBÁRICA: UN MÉTODO TERAPÉUTICO EFICAZ

Dra Yanelis Izquierdo Barceló<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0048-0844>.

MSc Dadmara López García<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4708-9033>

MSc Dilianys O'Reilly Noda<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0009-4035-3912>

MSc Danay Alfonso Álvarez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2758-9957>

<sup>1</sup>Hospital Clínico Quirúrgico Docente Dr. Mario Muñoz Monroy. Orden Carlos J. Finlay

### Resumen

**Introducción:** La Oxigenación Hiperbárica (OHB) es un método terapéutico que proporciona apoyo de inmediato al tejido hipóxico o mal perfundido, Su base científica se basa en el comportamiento de la ley de los gases, por sus aportes se considera una terapia que mejora la calidad de vida del paciente y sus contribuciones a mediano y largo plazo hacen que esta forma de tratamiento sea financieramente sostenible. **Objetivo:** Dar a conocer los múltiples beneficios terapéuticos de la Oxigenación Hiperbárica. **Desarrollo:** Se realizó una revisión bibliográfica de artículos publicados desde 2019 hasta 2024 a través de los descriptores en ciencia de la salud seleccionados (DeCS/MeSH). Las bases de datos de referencia y programas de metabúsqueda fueron: Google Scholar, ScienceDirect, Cochrane Plus, SciELO, PubMed/Medline, Dialnet y revistas de acceso abierto utilizando los descriptores oxigenación hiperbárica, cámara hiperbárica, hipoxia en español e inglés. Se seleccionaron 22 referencias, incluyendo una variedad de artículos científicos que reportaron el oxígeno hiperbárico como una excelente herramienta terapéutica para combatir el daño tisular inducido por la hipoxia. **Conclusiones:** La oxigenoterapia hiperbárica es un tratamiento eficaz para la hipoxemia tisular.

**Palabras clave:** Oxigenación hiperbárica, cámara hiperbárica, hipoxia.



## **INTRODUCCIÓN**

La Medicina Hiperbárica o Baromedicina, es una rama de la Medicina de Ambientes Especiales que estudia la fisiología y fisiopatología del organismo humano sometido a ambientes con mayor presión que la atmosférica; y comprende la Medicina Subacuática y la Oxigenación Hiperbárica.

La Oxigenación Hiperbárica (OHB) es una modalidad de tratamiento que se realiza en cámaras que garantizan un ambiente presurizado a por lo menos 1.4 atmósferas absolutas (ATA) en el que se respira oxígeno al 100%.<sup>(1)</sup> Su base científica se basa en el comportamiento de las leyes físicas de los gases: Ley de Dalton, Ley de Boyle Mariot y Ley de Henry, las cuales permiten comprender que el aumento de la presión en un entorno controlado con hiperoxigenación proporciona apoyo inmediato al tejido hipóxico o mal perfundido en áreas de compromiso circulatorio permitiendo la normalización bioenergética de la cadena respiratoria y la producción de energía (ATP) a nivel mitocondrial<sup>(1,2,3)</sup>

Según la literatura revisada la OHB posee la mayor acción antihipóxica conocida. Por sus beneficios, es considerada una terapéutica que mejora la calidad de vida del paciente, y disminuye los días de hospitalización. Este método resulta económico y sustentable debido a que sus beneficios justifican los gastos que genera. <sup>(4)</sup>

El trabajo que se presenta tiene como objetivo dar a conocer los múltiples beneficios terapéuticos de la Oxigenación Hiperbárica.

## **MÉTODO**

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos publicados desde 2019 hasta 2024 a través de los descriptores en ciencia de la salud seleccionados (DeCS/MeSH). Las bases de datos de referencia y programas de metabúsqueda fueron: Google Scholar, ScienceDirect, Cochrane Plus, SciELO, PubMed/Medline, Dialnet y revistas de acceso abierto utilizando los



descriptores oxigenación hiperbárica, cámara hiperbárica, hipoxia en español e inglés.

No obstante, 2 de los artículos pertenecen a un periodo anterior y no fueron desestimados por considerarse relevantes para la revisión. Se consideraron como criterios de inclusión artículos sobre oxigenoterapia hiperbárica, sus beneficios, indicaciones y contraindicaciones. Se excluyeron los artículos con resultados poco significativos, así como aquellos cuyo idioma no fuese el inglés o el español.

Definición:

La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es definida como una modalidad terapéutica que se fundamenta en la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas al respirar oxígeno puro, en el interior de una cámara hiperbárica, a una presión superior a la atmosférica por un tiempo limitado. (1,2,4)

### **Generalidades**

La Oxigenación Hiperbárica (OHB) dentro de sus generalidades es conocida desde hace más de 300 años y su descubrimiento ha estado ligado estrechamente con el desarrollo del buceo, aunque sólo se utiliza con propiedad y bases científicas, a partir de los trabajos del fisiólogo holandés, Ite Boerema quien evidenció el incremento de la presión parcial de oxígeno en los medios líquidos del organismo, en particular el plasma, al suministrar oxígeno en medio hiperbárico. (5)

Las cámaras hiperbáricas son receptáculos condicionados para soportar presiones mayores a la atmosférica. Según el diseño se clasifican en: cámaras monoplazas, con capacidad para un paciente o multiplaza cuando alojan en su interior a 2 o más pacientes. (5,6) Una de las características que diferencia a las multiplazas, además de la cantidad de pacientes que permite tratar por sesión, es que la presurización se realiza con aire y se respira el oxígeno



mediante una mascarilla, escafandra o tubo endotraqueal, en dependencia de la condición del paciente. (7)

### **Indicaciones**

El rango terapéutico de la oxigenación hiperbárica se ha ampliado en los últimos años, si bien juega un papel importante en las actividades subacuáticas son múltiples las patologías que tienen esta modalidad terapéutica como indicación.

La reducción del tamaño de las burbujas convierte además a la oxigenación hiperbárica en el tratamiento por excelencia del aeroembolismos que se produce como complicación de un proceder intervencionista diagnóstico o terapéutico (cirugía cardiovascular, broncoscopías, endoscopías, hemodiálisis, radiología intervencionista, neurocirugía) cada vez más comunes en la práctica médica.

Otras indicaciones son: intoxicación por monóxido de carbono, gangrena gaseosa e infecciones necrotizantes de partes blandas. Se utiliza en el tratamiento de enfermedades con etiología isquémica como son el accidente cerebrovascular isquémico agudo, cardiopatía isquémica, insuficiencia arterial aguda y crónica, pie diabético, oclusión de los vasos centrales de la retina, neuritis óptica isquémica, sordera súbita, encefalopatía hipóxico- isquémica, retardos de cicatrización de heridas quirúrgicas, úlceras isquémicas, quemaduras térmicas e injertos y colgajos comprometidos, y en el síndrome compartimental. (5,2)

Es el tratamiento de elección en las lesiones radioinducidas, que aparecen como complicación de la terapia antineoplásica en pacientes convalecientes de cáncer (5).

### **Efectos fisiológicos de la OHB**

Cuando un gas es sometido a alta presión y aumentamos su concentración al 100%, a diferencia de la concentración atmosférica que está al 21%, su gradiente de difusión se potencia y su solubilidad también, lo que permite una



penetración profunda a los tejidos, que es lo que nos interesa. El oxígeno llega al tejido hipóxico en gran concentración, lo cual repercute en la recuperación del tejido. Según referencia la ley física de los gases, el proceso bioquímico de la hiperoxigenación y el efecto fisiológico que produce, el resultado de la terapia con oxígeno hiperbárico consiste en lo siguiente: el oxígeno se encuentra unido a la hemoglobina y circula por el torrente sanguíneo. La ley de Henry dice que un gas disuelto en un líquido es proporcional a la presión parcial de dicho gas. (2,7)

Si tenemos en cuenta que en condiciones normales la hemoglobina tiene una mayor afinidad por el monóxido de carbono que por el oxígeno (10 veces mayor), esta terapia permite que la hiperoxigenación llegue a zonas donde incluso el riego sanguíneo no alcanza, a consecuencia de la isquemia, o donde el paso de sangre se encuentra obstruido y no llega oxígeno transportado (8) por tanto, resuelve o disminuye la isquemia y/o hipoxia tisular causada por déficit circulatorio.

Mejora el metabolismo celular, la bioenergética aeróbica (ergosis mitocondrial) con el correspondiente control del pH y la citoprotección. Disminuye el tamaño de la burbuja (embolismo aéreo). Disminuye el edema tisular. Modulador de la angiogénesis y estimula la síntesis de colágeno, acelerando la cicatrización. Demarca áreas necróticas separándolas claramente del tejido recuperable; y reactiva las células en penumbras. Modula la osteogénesis. Posee acción antibacteriana, antiviral, antimicótica e inmunomoduladora, estimula las defensas del organismo, sensibiliza las células tumorales y protege las peritumorales de la acción de las radiaciones y la quimioterapia. Regula la apoptosis y establece un equilibrio entre las especies reactivas del oxígeno y los antioxidantes biológicos. Estimula los receptores hormonales y favorece la farmacodinamia de algunos medicamentos. (9,10)

Aparte de la acción reductora de la efervescencia dependiente de la presión y la saturación de la hemoglobina que genera la hiperoxigenación de los tejidos, se ha argumentado que el efecto beneficioso de la terapia de oxigenación



hiperbárica depende en parte de las funciones fisiológicas de las especies reactivas del oxígeno generadas.(11,12,13)

### **Complicaciones y contraindicaciones.**

El uso de oxígeno, no está exento de riesgos asociados por lo que su manipulación debe estar a mano de profesionales. Las complicaciones y los efectos adversos han sido poco reportados en la literatura científica. (1)

El punto más importante en el tratamiento con OHB es la dosis a utilizar, la misma se define como la combinación de la presión utilizada (hasta 3 ATA), el tiempo de exposición (máximo 90 minutos) así como frecuencia y las veces que se administra, en dependencia de la enfermedad y la evolución, cuando la dosis utilizada no es la adecuada aparecen una serie de complicaciones relacionadas con los cambios de presión y los efectos tóxicos del oxígeno.

La complicación más frecuente dependiente del efecto volumétrico en el tratamiento de OHB es el barotrauma de oído medio, se presenta en el 2% de los casos. (14, 15) Los cuales se han tratado de minimizar, disminuyendo la velocidad de compresión y descompresión. (16, 17,18)

Los efectos tóxicos del oxígeno, a su vez se dividen en dos: el estrés oxidativo y la toxicidad del O<sub>2</sub>. El estrés oxidativo se debe a la generación en exceso de radicales libres y otras especies reactivas del oxígeno, lo cual conlleva a la oxidación de compuestos endógenos. Tiende a ser de impacto local y temporal y no suele dejar secuelas evidentes a largo plazo.(17)

La intoxicación aguda por oxígeno genera en el organismo una serie de manifestaciones neurológicas como ansiedad y crisis de epilepsia(17), por otra parte el edema pulmonar, las atelectasias y el dolor torácico son secundarios a la intoxicación crónica del oxígeno. (15)

Según literaturas revisadas se describen como contraindicaciones las enfermedades cardiovasculares, sinusitis y claustrofobia. (19, 20) La terapia con OHB tan solo tiene una contraindicación absoluta y se trata del neumotórax no tratado. Asimismo, podemos encontrar otras contraindicaciones



relativas como el enfisema con bullas, fiebre alta incontrolada, embarazo, e historia quirúrgica torácica o de oído. (21)

Por otra parte, hay algunos fármacos como la doxorubicina, disulfiram, cisplatino y/o acetato de mafenida que se deberán discontinuar antes de iniciar la terapia con OHB. (21,22)

### **CONCLUSIONES.**

El uso de la terapia de OHB ha evolucionado a lo largo del tiempo generándole importantes aportes a la ciencia. La mayoría de los registros muestran que la OHB es un método terapéutico eficaz en aquellas enfermedades con base isquémica, siendo considerada una terapéutica segura, confiable, que mejora la calidad de vida del paciente además de proporcionarle ahorros económicos considerables, lo cual genera un impacto positivo en la salud del paciente que lo requiera.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1- Tobar-Escudero K, Pluas-Mejías I, Gaibor-Barahona C, Espín-Guerrero D, Chico-Yépez W. Terapia de Oxigenación Hiperbárica: Método multipropósito eficaz [Internet]. Correo Científico Médico. 2023 [acceso: 15/06/2024] ; 26 (4) Disponible en: <https://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/4655>
- 2- Gottlieb J, Capetian P, Hamsen U, Janssens U, Karagiannidis C, Kluge S, Nothacker M, Roiter S, Volk T, Worth H, Fühner T. German S3 Guideline: Oxygen Therapy in the Acute Care of Adult Patients. *Respiration*. 2022;101(2):214-252. DOI: 10.1159/000520294.
- 3- Cannellotto M, Yasells García A, Landa MS. Hyperoxia: Effective Mechanism of Hyperbaric Treatment at Mild-Pressure. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024; 25(2):777.DOI.10.3390/ijms25020777



4- Leung JK, Lam RP. Hyperbaric oxygen therapy: its use in medical emergencies and its development in Hong Kong. Hong Kong Med J. 2018 Apr;24(2):191-199. DOI: 10.12809/hkmj176875.

5- Arocha Molina Y, Sanchez Perez Y, Florido Rubiera A, Vega Jiménez J. Trayectoria clínica para el paciente quirúrgico. Rev Cubana Med Milit [Internet]. 2024 [citado 3 Sep 2024];53(3):e024057892 . Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/57892>

6-Cannellotto M, Romero Feris D, Mercedes Pascuccio MM, Jordá Vargas L. Aplicaciones médicas de las cámaras de oxigenación hiperbárica de nueva generación [Internet] . AMA 2018 [acceso: 15/06/2024] ;131(4):12-20. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1009724>

7- Miranda Folch JJ, Robledo Querol K, Vega Jiménez J, Trenzado Mendoza A, Bravo Romero L, García Cuervo D. Método clínico: seguridad y atención médica integral. Rev.Med.Electrón. [Internet]. 2015 Dic [citado 2024 Sep 06];37(6):666-668. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242015000600013&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242015000600013&lng=es).

8- Fraga PME, Jordá-Vargas L. Bioquímica de la oxigenación hiperbárica [Internet]. ByPC 2021[acceso: 15/06/2024] ;85(2):58-65. Disponible en: <https://revistabypc.org.ar/index.php/bypc/article/view/140>

9- Vega Jiménez J. La autopsia clínica como herramienta diagnóstica imprescindible para la crisis sanitaria por la COVID-19. Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2020 [citado 20 Mar 2024]; 2020;46(Supl. especial):e2520:[aprox. 5 p.]. Disponible en: <http://www.revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/2520>

10- Kirby JP. Hyperbaric Oxygen Therapy as an Elective Treatment. Mo Med. 2019 May-Jun;116(3):184-187.Citado en Pubmed; PMID: 31527937.

11- Miranda Folch JJ, Miranda Folch BC, Ramírez Silvera M, García Cuervo D, Vega Jiménez J, Rey Jiménez D. La comunicación en salud como aspecto clave





en la vigilancia epidemiológica. Rev.Med.Electrón. [Internet]. 2016 [citado 2024 En 06];38(4):635-637. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242016000400014&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242016000400014&lng=es).

12- Mensah-Kane P, Sumien N. The potential of hyperbaric oxygen as a therapy for neurodegenerative diseases[Internet] . Geroscience. 2023 Apr;45(2):747-756. DOI: 10.1007/s11357-022-00707-z.

13- Xiong Y, Yong Z, Xu C, Deng Q, Wang Q, Li S, Wang C, Zhang Z, Yang X, Li Z. Hyperbaric Oxygen Activates Enzyme-Driven Cascade Reactions for Cooperative Cancer Therapy and Cancer Stem Cells Elimination [Internet]. Adv Sci (Weinh). 2023 Jul;10(21):e2301278. DOI: 10.1002/advs.202301278.

14- Ortells López P. La oxigenación hiperbárica como medio potenciador de la radioterapia en el paciente oncológico [Tesis Enfermería] . España: Universitat Jaume I [acceso: 15/06/2024]; 2022. Disponible en: [https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/200941/TFG\\_2022\\_Ortells\\_L%C3%B3pez\\_Paula.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/200941/TFG_2022_Ortells_L%C3%B3pez_Paula.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

15- Huang C, Zhong Y, Yue C, He B, Li Y, Li J. The effect of hyperbaric oxygen therapy on the clinical outcomes of necrotizing soft tissue infections: a systematic review and meta-analysis [Internet] . World J Emerg Surg. 2023 Mar 25;18(1):23. DOI: 10.1186/s13017-023-00490-y.

16- Ortega FG, Leal W MJ, Godoy RV. Usos de cámara hiperbárica en otorrinolaringología. [Internet] Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello . 2022 Sep [acceso: 15/06/2024] ] ; 82( 3 ): 391-397. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-48162022000300391&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162022000300391&lng=es)

17- Duque Ramírez S. Efectos de la Terapia con Oxígeno Hiperbarico en el manejo de algunas afecciones en piel y tejidos blandos en humanos. [Tesis] Universidad Nacional de Colombia;2020 [acceso: 15/06/2024]. Disponible: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78211>



18- Fakkert RA, Karlas N, Schober P, Weber NC, Preckel B, van Hulst RA, Weenink RP. Early hyperbaric oxygen therapy is associated with favorable outcome in patients with iatrogenic cerebral arterial gas embolism: systematic review and individual patient data meta-analysis of observational studies. *Crit Care*. 2023 Jul 12;27(1):282. DOI: 10.1186/s13054-023-04563-x.

19- Vinkel J, Arenkiel B, Hyldegaard O. The Mechanisms of Action of Hyperbaric Oxygen in Restoring Host Homeostasis during Sepsis. *Biomolecules*. 2023 Aug 7;13(8):1228. DOI: 10.3390/biom13081228.

20- Gavilanes Ramon JF, García S, Machado Fernandez MG, Ortega D, Yanez B, Pucha K. Oxigenoterapia hiperbárica en pacientes con fibromialgia. *Ciencia Latina* [Internet]. 2 de febrero de 2023 [acceso: 15/06/2024] ;7(1):2168-85. Disponible en: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4577](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4577)

21-Murillo Varona G. Uso de la Oxigenoterapia Hiperbárica en el daño y recuperación muscular en deportistas de alto rendimiento. Una revisión sistemática [Tesis] España: Universitat Jaume I;2022 [acceso: 15/06/2024]. Disponible en: [https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/198910/TFG\\_2022\\_Murillo\\_Varona\\_Guillem.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/198910/TFG_2022_Murillo_Varona_Guillem.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

22- García-Covarrubias L, Cuauhtémoc Sánchez-Rodríguez E. Terapia con oxigenación hiperbárica, conceptos básicos. *Gac Med Mex*. 2000 Jan-Feb;136(1):45-56. Citado en Pubmed; PMID: 10721602.

### **Conflictos de interés**

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.