

# ¿Qué es la oxigenoterapia hiperbárica?

DRES. JORGE PASTORINI <sup>1</sup>, AMANDA MENCHACA <sup>2</sup>, MARTA ALBERTI <sup>3</sup>

## RESUMEN

La oxigenoterapia hiperbárica es una modalidad terapéutica basada en la obtención de elevadas presiones parciales de oxígeno, al someter al paciente a un ambiente con presiones por encima de la atmosférica. Constituye una técnica que en los últimos años ha demostrado su eficacia en variadas enfermedades de distinta naturaleza, incluso aplicable en edad pediátrica, con buena tolerancia y escasos efectos secundarios. En nuestro medio se cuenta con tres cámaras hiperbáricas que permiten realizar este tratamiento.

El Consejo Asesor de la Undersea and Hyperbaric Medical Society ha establecido las principales indicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica y los niveles de evidencia en cuanto a su eficacia terapéutica. El conocimiento de las mismas, así como los fundamentos físicos que la sustentan, permitirá al médico clínico seleccionar aquellos pacientes que se beneficiarían con su aplicación. Este trabajo se propone señalar las principales características del tratamiento con oxigenoterapia hiperbárica, los principios físicos en que se fundamenta, su efecto en los diferentes sistemas del organismo, sus indicaciones y contraindicaciones, así como también la forma en que se realiza el procedimiento y su tolerancia.

## SUMMARY

The hyperbaric therapy-oxygen is one of the therapy variety based on the obtaining of the raised oxygen partial pressures when the patient is subject to pressures over atmospheric. In the last years this method had showed the efficiency in different pathologies, including children, with a good tolerance and limited secondary effects. We have three hyperbaric chambers to carry out this treatment.

The Undersea Court Consultant and Hyperbaric Medical Society had set up the hyperbaric therapy oxygen main signs and the therapy efficiency evidence. The knowledge of this method will provide to the clinical-medical this application. This work believe to denote the main characteristic of the treatment with hyperbaric therapy oxygen, the effects in the various body systems, the indications and the way we realize this method and tolerance.

---

1. Profesor Adjunto de Clínica Pediátrica,

2. Profesora Agregada de Cuidado Intensivo Pediátrico,

3. Profesora de Cuidado Intensivo Pediátrico.

Unidad de Cuidados Intensivos de Niños. Centro Hospitalario Pereira Rossell.

**Correspondencia:** Dr. Jorge Pastorini. Correo electrónico: [pastorin@adinet.com.uy](mailto:pastorin@adinet.com.uy).

## 1. INTRODUCCIÓN

La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una modalidad terapéutica que se fundamenta en la obtención de presiones parciales de oxígeno elevadas al respirar oxígeno puro a una presión superior a la atmosférica, la cual se logra a través de la cámara hiperbárica. Se trata de una terapéutica farmacológica cuya acción está determinada por la presión máxima alcanzada, la duración de la inhalación y la frecuencia y número total de exposiciones <sup>(1-3)</sup>. Si bien no se trata de una técnica moderna, ya que el poder curativo del oxígeno se conoce desde el siglo XVII, en los últimos años comienza a tener mayor aplicación en enfermedades de distinta naturaleza <sup>(4)</sup>. Constituye un tratamiento alternativo eficaz para múltiples enfermedades que se benefician con la administración de oxígeno a altas dosis, incluso es aplicable en edad pediátrica <sup>(5-8)</sup>. Se debe diferenciar de la aplicación local de oxígeno, que carece de eficacia demostrada y, aunque la presión de la fuente local pueda ser elevada, de ninguna forma puede considerarse una modalidad de OHB.

En Uruguay se encuentra disponible esta técnica al contar con tres cámaras hiperbáricas en Montevideo: dos multiplaza, una en el Hospital Militar de las Fuerzas Armadas, la otra en el Grupo de Buceo de la Armada Nacional, y una monoplace, ubicada en el Hospital Español. En los últimos años se viene aplicando esta técnica en nuestro medio en diversas enfermedades, entre las que se destacan la intoxicación por monóxido de carbono y las infecciones de partes blandas por gérmenes anaerobios.

Este trabajo se propone señalar las principales características del tratamiento con oxigenoterapia hiperbárica, los principios físicos en que se fundamenta, su efecto en los diferentes sistemas del organismo, sus indicaciones y contraindicaciones, así como también la forma en que se realiza el procedimiento y su tolerancia.

## 2. HISTORIA

Los primeros trabajos publicados acerca de los efectos terapéuticos del oxígeno remontan a 1668, cuando el médico británico Henshaw utilizó aire comprimido con propósito médico, incluso antes de la identificación del oxígeno, que se produjo en el año 1775 por los trabajos de Priestley. En 1834 Junod construyó una cámara hiperbárica para tratar afecciones pulmonares y en 1837 Pravaz construyó una cámara capaz de tratar hasta 50 pacientes simultáneamente <sup>(9)</sup>. En la década de 1930 se comienza a utilizar para procedimientos terapéuticos definidos, aplicada en primera instancia en la medicina del buceo con la finalidad de acortar el tiempo de descompresión de los buzos. En 1960 se realiza en Amsterdam el primer Congreso de Oxigenoterapia Hiperbárica aplicado a enfermedades ajenas al buceo, y se plantea inicialmente su utilización para el tratamiento de infecciones por gér-



**FIGURA 1.** Cámara monoplaza.

De "Papel de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento de las complicaciones crónicas derivadas del tratamiento con radioterapia en pacientes con cáncer. Bases físicas, técnicas y clínicas". Caeiro Muñoz M, Calderón González M, Mojón Ojea A, et al. *Oncología* 2005; 28(1): 20-9.

menes anaerobios<sup>(9,10)</sup>. A partir de esta fecha los trabajos realizados con OHB comienzan a tener un mayor rigor científico, y en 1976 se establece el Consejo Asesor de la Undersea and Hyperbaric Medical Society, que regula las indicaciones de tratamiento con OHB<sup>(11-13)</sup>.

### **3. ¿QUÉ ES UNA CÁMARA HIPERBÁRICA?**

El procedimiento de OHB se realiza mediante una cámara hiperbárica, la cual constituye un habitáculo cerrado, generalmente de metal o acrílico transparente, cilíndrico, que permite aumentar la presión por encima de la atmosférica. Puede ser monoplaza (figura 1), cuando permite la introducción de sólo un paciente o, multiplaza (figura 2), que presenta espacio suficiente para que permanezcan dentro de ellas más de un paciente, el personal y los medios de monitorización de los signos vitales necesarios para la vigilancia del paciente crítico. Además del tamaño, presentan importantes diferencias entre ambas; mientras las cámaras hiperbáricas monoplaza son presurizadas con oxígeno puro, lo que les confiere un mayor costo de procedimiento y riesgo de deflagración, las multiplaza se presurizan con aire comprimido, manteniendo el oxígeno dentro de valores cercanos al atmosférico. En estas últimas, para que el paciente respire oxígeno al 100% se le adaptan máscaras o cascos nasofaciales herméticos, o puede realizarse también a través del set de intubación traqueal en pacientes con asistencia respiratoria mecánica.



**FIGURA 2.** Cámara multiplaza.

De "Papel de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento de las complicaciones crónicas derivadas del tratamiento con radioterapia en pacientes con cáncer. Bases físicas, técnicas y clínicas". Caeiro Muñoz M, Calderón González M, Mojón Ojea A, et al. *Oncología* 2005; 28(1): 20-9.

#### **4. ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA OHB?**

El mecanismo de acción de la OHB se basa en una serie de principios físicos que determinan que el oxígeno, cuando se respira a una presión mayor que la atmosférica, se disuelva en el plasma lográndose grandes concentraciones en sangre arterial y venosa, no necesitando de la presencia de glóbulos rojos para su transporte. Según la ley de Henri, la cantidad de gas que se disuelve en un líquido a una temperatura constante es directamente proporcional a la presión parcial del gas. Por lo cual, al respirar oxígeno puro en un medio hiperbárico se produce un aumento progresivo de la presión parcial arterial de oxígeno ( $paO_2$ ), que puede superar los 2.000 mmHg a un valor ambiental de 3 atmósferas absolutas (ATA), aumentando más de 22 veces el volumen de oxígeno disuelto y transportado por el plasma (efecto solumétrico)<sup>(1)</sup>. De ello deriva, como acción directa, un aumento de la presión parcial venosa de oxígeno que puede superar los 600 mmHg y de la presión tisular de oxígeno que puede sobrepasar los 400 mmHg<sup>(2)</sup>. El gran aumento del transporte y disponibilidad del oxígeno plasmático proporciona un posible efecto terapéutico en todas las enfermedades en que exista un fenómeno de hipoxia tisular general o local como factor etiopatogénico preponderante<sup>(14-16)</sup>. El aumento del transporte

de oxígeno lo independiza de limitaciones reológicas o condicionamientos metabólicos que dificulten su entrega a los tejidos, accediendo por capilaridad y difusión simple, en función de un gradiente de presión significativo, a territorios isquémicos terminales. La elevada concentración de oxígeno en sangre también mejora la hipoxia tisular por un mecanismo indirecto: la vasoconstricción periférica, que es un mecanismo fisiológico de defensa frente a la hiperoxia, sólo afecta a la vasculatura sana con mecanismos de autorregulación conservados. Los sitios que presentan un estado de hipoxia local acompañados por alteración vascular y compromiso de la autorregulación (vasculopatías periféricas, síndrome compartimental, edema vasogénico o citotóxico) se beneficiarán del volumen plasmático derivado de los territorios sanos<sup>(14-16)</sup>. Este mecanismo es denominado por algunos autores como efecto “Robin Hood” por tener un sentido inverso al del robo arterial o perfusión de lujo<sup>(2,5)</sup>.

El otro principio físico en que se basa la OHB está determinado por la ley de Boyle Mariotte, que sostiene que a una misma temperatura el volumen de una misma masa de gas está en razón inversa a la presión que soporta (efecto volumétrico). La elevación de la presión ambiental disminuye el volumen de todas las cavidades orgánicas aéreas que no están en contacto con la vía aérea (órganos de la audición, senos paranasales, tracto digestivo, vías urinarias y vejiga), en función proporcionalmente inversa, efecto reversible al restablecer el valor de la presión atmosférica<sup>(2)</sup>. Esta propiedad puede beneficiar a diferentes enfermedades que presenten burbujas aéreas en sangre producidas por embolismo gaseoso y a la descompresión posterior al buceo en profundidades<sup>(17-20)</sup>. A su vez, el aumento de la presión parcial de oxígeno lleva aparejado una reducción a cero de la presión parcial de nitrógeno, acelerando la reabsorción de émbolos gaseosos hasta lograr su eliminación<sup>(17,20)</sup>. Esta característica terapéutica ha llevado a considerar la OHB como el único tratamiento efectivo del embolismo gaseoso de cualquier origen: traumático, barotrauma, iatrogénico<sup>(17-20)</sup>.

La OHB presenta efectos terapéuticos adicionales que aumentan su espectro de acción mediante un doble mecanismo, favorece la formación de tejido de degranulación en territorios que se encuentran alterados por hipoxia (hidroxilación de la prolina) y es un potente estimulador de la angiogénesis por la alternancia hiperoxia-normoxia. Es posible aplicarlo a enfermedades caracterizadas por compromiso vascular como microangiopatía diabética, arteriopatías avanzadas, arteritis, trastornos tróficos de enfermedades sistémicas, enfermedad de Crohn, enfermedad de Raynaud o tejidos desvascularizados por trauma<sup>(14,16)</sup>. La OHB también produce una reactivación de la capacidad fagocítica oxígeno-dependiente de los granulocitos polimorfonucleares<sup>(21,22)</sup>, que tendría utilidad en el tratamiento de algunas infecciones crónicas por gérmenes aerobios, sobre todo las produci-

das por *Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa* <sup>(21-23)</sup>. Cuando se aplica a una presión de 3 ATA ha demostrado una acción bacteriostática significativa sobre gérmenes anaerobios no esporulados (especialmente *Bacteroides fragilis* y *Actinomyces*) y bactericida sobre anaerobios esporulados, sobre todo *Clostridium* <sup>(22,24-26)</sup>. En el tratamiento de infecciones necrosantes de partes blandas por *Clostridium*, también jugaría un rol importante el bloqueo de la formación de toxinas clostridiales que determina la OHB, ya que su producción está condicionada por la existencia de bajos potenciales de óxido-reducción <sup>(24,25,27-29)</sup>.

##### 5. ¿ES LA OHB TÓXICA PARA LOS TEJIDOS?

Al utilizar presiones tan elevadas de oxígeno podrían plantearse efectos tóxicos del mismo, fundamentalmente por aumento en la producción de radicales libres. La excesiva cantidad de oxígeno administrada, si bien produce un importante aumento de radicales libres, es regulada por la propia OHB que actúa como modulador, generando una vasoconstricción periférica dosis-dependiente, disminuyendo el flujo sanguíneo. Si bien esta disminución del flujo podría generar un contexto de isquemia, la gran hiperoxia en sangre logra mantener, en todos los casos, un saldo de oxígeno favorable (vasoconstricción no hipoxemiantes) <sup>(2,5)</sup>.

##### 6. ¿CUÁLES SON LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS BENEFICIOSOS DE LA OHB?

Se pueden sintetizar los efectos beneficiosos del tratamiento con OHB en los siguientes ítems:

- aumenta la microcirculación en tejidos afectados por hipoxia <sup>(14-16)</sup>;
- estimula la angiogénesis <sup>(16)</sup>;
- disminuye el edema <sup>(14)</sup>;
- favorece el tratamiento de infecciones al estimular el sistema inmune, disminuir el efecto de las toxinas y tener acción bacteriostática o bactericida <sup>(21,23,28,30)</sup>;
- favorece el tratamiento de infecciones en pacientes neutropénicos <sup>(24,29)</sup>;
- aumenta la eficacia de la acción de los aminoglucósidos <sup>(5,26)</sup>;
- contribuye a la cicatrización de heridas y regula la formación de colágeno <sup>(16)</sup>;
- estimula la osteogénesis por incremento de la actividad de las células óseas y del metabolismo fosfocálcico <sup>(31,32)</sup>;
- aumenta la presión parcial de oxígeno tisular, sobre todo a nivel óseo, renal y de fluidos corporales, incluso por tiempos prolongados posterior a la sesión de OHB <sup>(2,31-33)</sup>;

- acelera la reabsorción y eliminación de émbolos gaseosos <sup>(17,20)</sup>.

La expresión de estos efectos en los diferentes sistemas es la siguiente <sup>(2)</sup>:

- Sistema nerviosos central:
  - regeneración axonal;
  - incremento de la permeabilidad de la barrera hematoencefálica;
  - reducción de los niveles de norepinefrina y monoaminooxidas;
  - reducción de la producción de edema.
- Sistema circulatorio:
  - antiagregación plaquetaria;
  - aumento de vasoconstricción paradójica durante la sesión, seguida de vasodilatación posterior, sobre todo de áreas comprometidas por hipoxia, mejorando la circulación;
  - mejora de la microcirculación;
  - incremento de la hemólisis de glóbulos rojos viejos;
  - reducción del trabajo cardíaco,;
  - aumento de la resistencia al shock cardiogénico.
- Sistema endocrino:
  - estímulo de las glándulas endocrinas y el timo;
  - disminución de los requerimientos de insulina;
  - aumento de la actividad del complemento (activador inmunológico);
  - mejora del metabolismo.
- Sistema gastrointestinal:
  - disminución de la secreción ácida gástrica;
  - disminución del tono pilórico, mejorando el vaciamiento gástrico;
  - disminución de los niveles de norepinefrina y monoaminooxidas en el hígado.

## 7. ¿CUÁLES SON LAS INDICACIONES DE LA OHB?

Se han planteado como indicaciones para la OHB cuatro categorías en función de su eficacia confirmada por estudios randomizados <sup>(2,6,13,30,33)</sup>.

- **Categoría 1:** constituye el grupo de enfermedades en que la utilización de OHB es el tratamiento primario, solventado por experiencias que no admiten dudas acerca de su eficacia. Entre las mismas se destacan:
  - embolismo aéreo por: aborto, cirugía o buceo;
  - enfermedad descompresiva;
  - inhalación de humo, intoxicación por monóxido de carbono;
  - intoxicación por cianuro;

- anemia aguda por pérdida de sangre;
- gangrena gaseosa;
- piodermitis gangrenosa, úlcera de Meleney;
- injertos de tejido.
- **Categoría 2:** incluye enfermedades en que los datos existentes, tanto en investigación animal como clínica son coincidentes; pero el número de estudios controlados es inferior al de la categoría 1. En este grupo se incluyen:
  - actinomicosis;
  - insuficiencia arterial periférica aguda;
  - insuficiencia de la arteria central de la retina;
  - aplastamiento;
  - infecciones por bacteroides;
  - lesiones traumáticas de cabeza y médula espinal;
  - obstrucción intestinal;
  - osteomielitis;
  - osteoradionecrosis;
  - úlceras de piel de evolución tórpida;
  - radionecrosis de tejidos blandos.
- **Categoría 3:** integrado por enfermedades en que los estudios animales o la experiencia clínica ha mostrado posibilidades de ser una buena indicación teórica, aunque no presenta evidencias definitivas de ser una terapia superior a otras formas terapéuticas utilizadas, ya sea porque los resultados obtenidos son insuficientes o conflictivos. En este grupo se incluyen:
  - insuficiencia vascular cerebral;
  - úlcera gástrica;
  - infarto de miocardio y shock cardiogénico;
  - asfixia por inmersión;
  - lepra.
- **Categoría 4:** son enfermedades en las que existen sólo sospechas acerca de la efectividad de la OHB, pero que no existe una base teórica para el tratamiento.

Las indicaciones de la OHB también se pueden clasificar dependiendo de la urgencia en el inicio del tratamiento <sup>(6)</sup>:

- A. Indicaciones de urgencia:
- intoxicación aguda por monóxido de carbono y otras intoxicaciones gaseosas;
  - gangrena gaseosa;
  - embolismo gaseoso y enfermedad descompresiva;
  - insuficiencias vasculares periféricas agudas;
  - lesiones graves por quemaduras y congelaciones;
  - lesiones por aplastamiento o lesiones vasculares masivas;
  - estados de shock;
  - infarto de miocardio y otras insuficiencias coronarias;

- alteraciones de conciencia y edema cerebral;
  - alteraciones cerebrales originadas por hipoxia central aguda;
  - íleo paralítico;
  - obstrucciones agudas de la arteria central de la retina;
  - sordera súbita;
  - lesiones graves de médula espinal.
- B. Indicaciones no urgentes:
- tratamiento de los neoplasmas malignos en combinación con radioterapia y quimioterapia;
  - alteraciones circulatorias periféricas con ulceraciones refractarias;
  - injertos de piel;
  - mielo-óptico, neuropatías subagudas;
  - paresias motoras como secuela tardía de los ataques cerebrovasculares;
  - lesiones craneales graves o craneotomía;
  - síndromes tardíos originados por monóxido de carbono;
  - neuropatías de médula espinal;
  - osteomielitis y radionecrosis ósea.
- C. Terapéutica adjunta:
- cirugía reconstructiva de las piernas;
  - fallos circulatorios periféricos;
  - enfermedad de las arterias coronarias;
  - obstrucción de la arteria central de la retina;
  - enfermedad isquémica cerebral;
  - enfermedad tromboembólica;
  - sordera súbita;
  - insuficiencia circulatoria periférica;
  - quemaduras;
  - síndrome de Ménière;
  - secuelas tardías en la intoxicación por monóxido de carbono;
  - encefalitis de etiología viral no específicas;
  - osteomielitis crónica;
  - retardo en la consolidación del callo de fractura;
  - radionecrosis de huesos y tejidos blandos;
  - úlceras gástricas y duodenales;
  - íleo paralítico;
  - resucitación cardiopulmonar;
  - edema cerebral;
  - estados de shock, incluyendo al shock postoperatorio en cirugía cardíaca.
- D. Indicaciones bajo investigación: alteraciones cerebro vasculares agudas, enfermedad vascular periférica crónica, asfixia del recién nacido, tétanos, eritema tuberculoso, hemicránea y secuelas tardías de las lesiones cerebrales, disfunciones cerebrales post-

peratorias, neurastenia grave, miastenia gravis, síndromes involutivos seniles, lesiones y procesos inflamatorios de la médula espinal y nervios periféricos, asma bronquial, terapéutica del cáncer combinada con radiaciones ionizantes, enfermedad oral inflamatoria, sordera nerviosa.

#### **8. ¿CUÁLES SON LAS CONTRAINDICACIONES DE LA OHB?**

Se plantean como contraindicaciones absolutas <sup>(30,33)</sup> para la utilización de esta técnica:

- epilepsia;
- pacientes trasplantados, ya que la oxigenación de las células crea defensas y éstas podrían rechazar el órgano trasplantado;
- embarazo;
- diabetes no controlada;
- hipertensión arterial no controlada;
- pacientes con claustrofobia;
- pacientes en tratamiento con quimioterapia o medicados con: disulfiran, doxorubicina, cisplatinum, acetato de Mafenide;
- neumotórax no tratado;
- esferocitosis congénita;
- hipertermia de origen desconocido;

Las contraindicaciones relativas son <sup>(33)</sup>:

- sinusitis activa;
- enfisema con retención de CO<sub>2</sub>;
- neumotórax espontáneo;
- cirugía de tórax o cirugía de oído.

#### **9. ¿CÓMO SE REALIZA EL PROCEDIMIENTO DE OHB?**

La dosis del oxígeno hiperbárico se logra con la presión y el tiempo de duración de cada tratamiento. Se han establecido límites de seguridad en lo que hace al tiempo de exposición y profundidad del mismo <sup>(2,34)</sup>. La frecuencia del procedimiento normalmente es de una vez por día, aunque de acuerdo con la gravedad del caso se pueden hacer dos y hasta tres procedimientos al día (infecciones severas e intoxicación por monóxido de carbono). En caso de enfermedades agudas, el tratamiento generalmente dura unos 10 días, pero para las crónicas puede llegar a veinte o treinta días.

La preparación del paciente para la realización de OHB es sencilla. Cuando la cámara es monoplasa, debido a que ésta se presuriza con oxígeno puro, el paciente debe ingresar a la misma vistiendo ropa de algodón, cofia para cubrir el cabello y no llevar ningún tipo de

ropa sintética, medias o ropa interior. Se lo conecta a tierra por medio de un brazalete en la muñeca. Para el ingreso a una cámara multiplaza, ya que ésta se comprime solamente con aire, el paciente ingresa descalzo para evitar el acceso de grasa a la cámara y no puede introducir elementos metálicos. En ninguno de los casos requiere ayuno para realizar el tratamiento, por el contrario es conveniente la ingesta previa de alimentos, ya que se ha observado una disminución de los niveles de glucosa sanguínea durante e inmediatamente posterior al tratamiento.

El procedimiento consiste en que una vez dentro de la cámara, se cierran las puertas y se comienza a ingresar aire u oxígeno, dependiendo si la cámara es multiplaza o monoplace respectivamente. Esto genera un ruido como soplido e inmediatamente se va a sentir una sensación de presión en los oídos, que constituye la única manifestación de la presión sobre el organismo. Esta sensación ocurre porque la presión desplaza el tímpano hacia el interior, dando la sensación de “oído tapado”. Para destaparlo hay diferentes procedimientos: tragar saliva, abrir mucho la boca o la maniobra de Valsalva, ya que al pasar el aire por las trompas de Eustaquio hacia el oído medio desplaza el tímpano hacia fuera. Algunos autores plantean la realización de miringotomía preventiva en pacientes menores de 5 años, o en quienes no colaboren, para reducir la incidencia de barotrauma de oído <sup>(2)</sup>. Durante la compresión se produce un aumento de la temperatura y, por el contrario, al descomprimir la temperatura baja; en los días de mucha humedad estos cambios de temperatura pueden llevar a precipitar el vapor de agua de la cámara con formación de niebla.

#### **10. ¿CÓMO ES LA TOLERANCIA AL PROCEDIMIENTO?**

La tolerancia a esta terapia es particularmente buena y se puede asegurar la ausencia de efectos secundarios y tóxicos significativos. El efecto adverso más común es el barotrauma del oído medio producido por los cambios de presión. Más raramente puede presentarse barotrauma de los senos paranasales. Otra complicación poco frecuente es la toxicidad neurológica por oxígeno, con una incidencia de 1/10.000. Se relaciona con niveles de presión elevados más que con los tiempos de sesión, ya que puede aparecer en forma temprana si se utilizan presiones mayores de 2,4 ATA <sup>(35)</sup>. Favorece su aparición la administración de OHB por tiempos prolongados, sesiones con presiones mayores de 2 ATA, frío, ejercicio e intoxicación por CO. Los síntomas más frecuentes son: irritabilidad, visión central, náuseas, vómitos y convulsiones generalizadas. Se revierte rápidamente al suspender el tratamiento. En los tratamientos prolongados, más de 15 a 20 sesiones, suele presentarse disminución de la agudeza visual, que puede aparecer incluso a las 3 a 6 semanas de suspendido el trata-

miento y se recupera rápidamente una vez finalizado el mismo <sup>(36,37)</sup>. Las complicaciones pulmonares tampoco son frecuentes, pero se relacionan más con tiempos prolongados de realización de OHB, pudiendo presentarse incluso cuando se utilizan presiones bajas de hasta 0,5 ATA. Se caracteriza por presentar tos, disnea progresiva, disminución de la capacidad vital y puede evolucionar al síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). La sintomatología puede persistir incluso posteriormente a la suspensión del tratamiento.

### 11. CONCLUSIÓN

La OHB constituye una modalidad terapéutica mediada por la administración de oxígeno a altas presiones, aplicable a múltiples enfermedades de diversa naturaleza. Presenta generalmente escasas contraindicaciones y es bien tolerada, con escasos efectos secundarios. El establecimiento del Consejo Asesor de la Undersea and Hyperbaric Medical Society en 1976 ha limitado su uso a aquellas enfermedades que han mostrado una comprobada eficacia terapéutica y permitido una nueva redimensión de la OHB en el tratamiento de diferentes enfermedades, caracterizadas fundamentalmente por hipoxia tisular y con establecimiento de pautas definidas y seguras.

El conocimiento de los principios físicos de su aplicación, los efectos terapéuticos, indicaciones y contraindicaciones, permitirán al médico seleccionar los pacientes que se verán beneficiados con su aplicación. La realización de trabajos randomizados, doble ciego, con un número significativo de casos, permitirá avanzar en la utilidad de su aplicación.

### 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Tibbles PM, Edelsberg JS.** Hyperbaric-oxygen therapy. *N Engl J Med* 1996; 334: 1642-8.
2. **Desola J.** Bases y fundamentos de la oxigenoterapia hiperbárica. *Jano Med* 1998; 1260: 5-11.
3. **Gabb G, Robin ED.** Hyperbaric oxygen: a therapy in search of diseases. *Chest* 1987; 92: 1074-82.
4. **Saunders PJ.** Hyperbaric oxygen therapy in the management of carbon monoxide poisoning, osteoradionecrosis, burns, skin grafts, and crush injury. *Int J Technol Assess Health Care* 2003; 19(3): 521-5.
5. **Waisman D, Shupak A, Weisz G, Relamed Y.** Hyperbaric oxygen therapy in the pediatric patient: the experience of the Israel Naval Medical Institute. *Pediatrics* 1998; 102: 53-62.
6. **Thombs PA, Martorano FJ.** Hyperbaric medicine in pediatric practice. In: Kindwall EP, ed. *Hyperbaric Medicine Practice*. Flagstaff: Best Publishing, 1995: 261-75.
7. **Santamaría JP, Williams ET, Desautels DA.** Hyperbaric oxygen therapy in pediatrics. *Adv Pediatr* 1995; 42: 335-66.

8. **Sukoff MH, Gottlieb SF.** Hyperbaric oxygen therapy. *Pediatr Int Care* 1989; 483-507.
9. **Paz Valiñas L, Tecnoloxias N.** Redescubriendo la oxigenoterapia hiperbárica. *Rev Gallega Act Sanit* 2003; 2(4): 318-22.
10. **Caeiro Muñoz M, Calderón González A, Mojón Ojea, López Lóuzara ML, Fernández Bernárdez JR, Alonso Alonso I, et al.** Papel de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento de las complicaciones crónicas derivadas del tratamiento con radioterapia en pacientes con cáncer. Bases físicas, técnicas y clínicas. *Oncología* 2005; 28 (1): 20-9.
11. **Piantadosi CA.** Carbon monoxide poisoning. *Undersea Hyperb Med* 2004; 31(1): 167-71.
12. **Hampson NB, Little CE.** Hyperbaric treatment of patients with carbon monoxide poisoning in the United States. *Undersea Hyperb Med* 2005; 32(1): 21-6.
13. **Camporesi EM.** Hyperbaric oxygen therapy: a committee report. Kesington: Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1996.
14. **Nylander G, Nordstrom H, Lewis D, Larson J.** Metabolic effects of hyperbaric oxygen in postischemic muscle. *Plast Reconstr Surg* 1987; 79: 91-7.
15. **Zamboni WA, Roth AC, Russell RC, Graham B, Suchy H, Kucan JO.** Morphologic analysis of the microcirculation during reperfusion of ischemic skeletal muscle and the effect of hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg* 1993; 91: 1110-23.
16. **Meltzer T, Myers B.** The effect of hyperbaric oxygen on the bursting strength and rate of vascularization of skin wound in the rat. *Am Surg* 1986; 52: 659-62.
17. **Fok TF, Shing MK, So LY, Leung RKW.** Vascular air embolism possible survival. *Acta Paediatr Scand* 1990; 79: 856-9.
18. **Stoney WS, Alford WC Jr, Burrus GR, Glassford DM Jr, Thomas CS Jr.** Air embolism and other accidents using pump oxygenators. *Ann Thorac Surg* 1980; 29: 336-40.
19. **Marini JJ, Culver BH.** Systemic gas embolism complicating mechanical ventilation in the adult respiratory distress syndrome. *Ann Intern Med* 1989; 110: 699-703.
20. **Benagele RC.** Massive intracranial air embolism: a complication of mechanical ventilation. *Am J Dis Child* 1980; 134: 799-800.
21. **Forman HJ, Thomas MJ.** Oxidant production and bactericidal activity of phagocytes. *Ann Rev Physiol* 1986; 48: 669-80.
22. **Hohn DC, MacKay RD, Halliday B, Hunt TK.** Effect of O<sub>2</sub> tension on microbicidal function of leukocytes in wounds and in vitro. *Surg Forum* 1976; 27: 18-20.
23. **Zamboni WA, Mazolewski PJ, Erdmann D, Bergman BA, Hussman J, Cooper MD, et al.** Evaluation of penicillin and hyperbaric oxygen in the treatment of streptococcal myositis. *Ann Plast Surg* 1997; 39: 131-6.
24. **Bar-Joseph G, Halberthal M, Sweed Y, Bialik V, Shoshani O, Etzioni A.** Clostridium septicum infection in children with cyclic neutropenia. *J Pediatr* 1997; 131: 317-9.
25. **Weinstein L, Barza MA.** Gas gangrene. *N Engl J Med* 1973; 289: 1129-1131.
26. **Peirce EC.** Gas gangrene: a critique of therapy. *Surg Rounds* 1984; 7: 17-25.
27. **Brook I.** Facial gas gangrene after penetrating injury. *Pediatr Infect Dis J* 1990; 9: 222-3.
28. **Hart GB, Lamb RC, Strauss MB.** Gas gangrene: I. a collective review. II. a 15-year experience with hyperbaric oxygen. *J Trauma* 1983; 23: 991-1000.
29. **Seidel M, Weiss M, Nicolai T, Roos R, Grantzow, Belohradsky BH.** Gas gangrene and congenital agranulocytosis. *Pediatr Infect Dis* 1990; 9: 437-40.

30. **Sharkey LS.** Current indications for hyperbaric oxygen therapy. *ADF Health* 2000; 1: 64-72.
31. **Mader JT, Adams KR, Wallace WR, Calhoun JH.** Hyperbaric oxygen as adjunctive therapy for osteomyelitis. *Infect Dis Clin North Am* 1990; 4: 433-40.
32. **Strauss MB.** Refractory osteomyelitis. *J Hyperbaric Med* 1987; 2: 147-59.
33. **Desola J.** Indicaciones y contraindicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica. *Jano Med* 1998; 54 (1260).
34. **Sloan EP, Murphy DG, Hart R, Cooper MA, Turnbull T, Barreca RS, et al.** Complications and protocol considerations in carbon monoxide-poisoned patients who require hyperbaric oxygen therapy: report from ten-year experience. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 629-34.
35. **Hampson NB, Simonson SG, Kramer CC, Piantadosi CA.** Central nervous system oxygen toxicity during hyperbaric treatment of patients with carbon monoxide poisoning. *Undersea Hyperb Med* 1996; 23: 215-9.
36. **Palmquist BM, Philipson B, Barr PO.** Nuclear cataract and myopia during hyperbaric oxygen therapy. *Br J Ophthalmol* 1984; 68: 113-7.
37. **Butler FK Jr.** Diving and hyperbaric ophthalmology. *Surv Ophthalmol* 1995; 39: 347-66.