

ESPECIAL

Oxigenoterapia hiperbárica en Pediatría

J.M. García-Cubillana de la Cruz¹, A. Martínez Izquierdo², F. Samalea Pérez¹,
E. Salas Pardo², J. Martínez Infante¹

¹Servicio de Pediatría; ²Servicio de Medicina Subacuática e Hiperbárica.
Hospital General de la Defensa San Carlos. San Fernando (Cádiz)

RESUMEN

La oxigenoterapia hiperbárica es una modalidad de tratamiento médico que consiste en la administración intermitente de oxígeno al 100% de concentración, dentro de una cámara hiperbárica, a una presión ambiental superior a la atmosférica, de al menos 1,4 atmósferas absolutas. Su acción sobre el organismo se basa en el efecto mecánico de reducción del volumen de los gases en relación al incremento de la presión (ley de Boyle-Mariotte) y en el aumento de la presión parcial de oxígeno en todos los tejidos (ley de Dalton y ley de Henry).

Se realiza una revisión de la literatura sobre sus indicaciones en Pediatría, haciendo énfasis en la necesidad de su divulgación entre los profesionales. Los médicos especialistas en medicina hiperbárica son los facultados para asesorar a los pediatras en las indicaciones y seguimiento de los niños que requieran esta modalidad terapéutica.

Palabras clave: Oxigenoterapia hiperbárica. Oxígeno. Niños.

SUMMARY

Hyperbaric oxygen therapy in children

Hyperbaric oxygen therapy is a type of treatment based on a 100 percent concentrated intermittent oxygen supply, inside a hyperbaric chamber, in a environment pressure higher than atmospheric, more than 1.4 absolute atmospheres. Its effect on the organism is based in a mechanical effect of gas volume reduction in relation to the pressure increase (Boyle-Mariotte Law), and in a partial oxygen pressure increase on all the body tissues (Dalton and Henry Laws). A review of the literature is made about its prescription in Paediatrics, underlying the need to be widespread among physicians. Specialists in hyperbaric medicine have the authority to give advice to paediatricians regarding the treatment and follow-up of children in need of this therapy.

Key words: Hyperbaric oxygen therapy. Oxygen. Children.

DEFINICIÓN

La oxigenoterapia hiperbárica (OHB) es una modalidad de tratamiento médico que consiste en la ad-

Tabla I. Unidades de presión utilizadas en oxigenoterapia hiperbárica

Unidades de presión

1 atmósfera (atm) :	760 mm Hg
	10,08 metros de agua de mar (msw)
	33 pies de agua de mar (fsw)
	14,7 libras/pulgada cuadrada (psi)
	101,3 kilopascales/metro cuadrado
	1,033 kg/cm cuadrado
	1,013 bares
	1.034 cm de columna de agua

1 ATA = 1 atm + presión ambiental

ministración intermitente de oxígeno (O₂) al 100% de concentración, dentro de una cámara hiperbárica (CH), a una presión ambiental superior a la atmosférica, de al menos 1,4 atmósferas absolutas (ATA)⁽¹⁾. La experiencia clínica muestra que los resultados terapéuticos significativos aparecen a partir de 1,6-1,8 ATA⁽²⁾. En la **Tabla I** quedan expresadas las unidades de presión utilizadas en OHB.

FISIOLOGÍA DE LA OHB

Los efectos de la OHB sobre el organismo son dos: efecto mecánico y aumento de la presión parcial de oxígeno en todos los tejidos.

La ley de Boyle-Mariotte define el efecto mecánico del incremento de la presión ambiental: "Todos los gases contenidos en el organismo experimentan una reducción de su volumen directamente proporcional al incremento de presión" ($P \times V = \text{constante}$).

El incremento de la presión parcial de oxígeno (PpO₂) en los tejidos se rige por las leyes de Dalton y de Henry. Según la ley de Dalton, "la presión absoluta de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases que componen la

Tabla II. Respuestas alveolar y arterial a las modificaciones de la presión y concentración de O₂

Presión barométrica	1 ATA	1 ATA	2 ATA	3 ATA
Gas inspirado	aire	O ₂	O ₂	O ₂
PaO ₂ (mm Hg)	98	600	1.218	1.864
Contenido arterial de O ₂ (ml/100 ml)	19,3	21,3	23,4	25,5
PvO ₂ (mm Hg)	39	48	68	360
Contenido venoso de O ₂ (ml/100 ml)	14,3	16,3	18,4	20,5
Contenido de O ₂ disuelto (ml/100 ml)	0,32	1,7	3,7	5,6

mezcla". Por lo tanto, la presión parcial de un gas es igual a la presión absoluta a la que está sometida la mezcla por el porcentaje del gas ($P_p = P_a \times \% \text{ gas}$).

En ambiente hiperbárico, la oxigenación se incrementa tanto por la concentración de O₂ administrada como por el aumento de la presión absoluta, a diferencia de la oxigenoterapia normobárica, que únicamente maneja las concentraciones. El contenido de O₂ transportado en sangre depende del grado de saturación de la hemoglobina (Hb) y su cantidad disuelta en plasma. La saturación al 100% de la Hb se logra con FiO₂ de 1. Por ese motivo, la OHB sólo actúa incrementando la cantidad de O₂ físicamente disuelto en el plasma.

La ley de Henry establece que "la cantidad de gas disuelto en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial de dicho gas y a su coeficiente de solubilidad en el líquido". Por tanto, el importante aumento de la PpO₂ conlleva el incremento de su cantidad disuelta en el plasma, aumentando su aporte a los tejidos independientemente del grado de saturación de la hemoglobina.

En la **Tabla II** quedan expuestas las respuestas alveolar y arterial a las modificaciones de la presión y concentración de O₂⁽¹⁾. Se aprecia el notable incremento de la cantidad de O₂ disuelto a 3 ATA (20 metros de profundidad de tratamiento de OHB), suficiente para cubrir las demandas del organismo, con lo que la sangre venosa se arterializa (valores de O₂ en sangre venosa superiores a los valores en sangre arterial respirando aire). Asimismo, la diferencia arteriovenosa de la PpO₂ incrementa su gradiente de difusión, mejorando la oxigenación tisular.

APLICACIONES CLÍNICAS DE LA OHB EN PEDIATRÍA

Las aplicaciones clínicas de la OHB derivan fundamentalmente de dos efectos: a) disminución de volumen de los gases por el aumento de la presión ambiental y modificaciones alveolo-capilares en la presión parcial de los mismos, con el consiguiente incremento en el contenido de O₂ en la sangre; y b) efecto bactericida del O₂ sobre los gérmenes anaerobios⁽²⁾.

Patologías en las cuales está establecido y aceptado el tratamiento con OHB

Por su efecto de compresión (y consecuente reducción del volumen de los gases) y de aumento de O₂ en la sangre, la OHB está indicada en:

1. **Intoxicación por humos con monóxido de carbono (CO) y cianuros:** El CO tiene una afinidad por la hemoglobina 200 veces superior al O₂, desplazándolo y formando carboxihemoglobina (COHb). La hemoglobina fetal tiene mayor afinidad por el CO. La clínica de esta intoxicación es muy similar a la de la hipoxia, oscilando entre síntomas leves (como palidez, cefalea, náuseas, mareos, vómitos o reducción de la capacidad visual) y síntomas graves, con pérdida de conciencia, edema cerebral o coma. Algunos supervivientes quedan con secuelas neurológicas cognitivas^(3,4). Además, el CO causa lesiones vasculares al inducir la producción de oxidantes derivados del óxido nítrico, lesiones celulares por la activación de neutró-

filos⁽⁵⁾ y lesiones de las células del sistema nervioso central por alteración del metabolismo energético y producción de radicales libres de O₂⁽⁶⁾. La OHB acelera el aclaramiento corporal de CO, restaurando el aporte de O₂ a los tejidos sensibles, como son cerebro y corazón. El tratamiento consensuado es de sesiones de 90 minutos entre 1,9 y 2,8 ATA, según la gravedad de la clínica y las cifras de COHb⁽⁷⁾. El Comité de Oxigenoterapia Hiperbárica de la Sociedad de Medicina Subacuática e Hiperbárica de los Estados Unidos de América recomienda el tratamiento con OHB en intoxicaciones graves por CO, manifestadas por inconsciencia transitoria o prolongada, signos neurológicos anormales, disfunción cardiovascular o acidosis grave⁽⁸⁾. Los valores de COHb no se utilizan habitualmente como único criterio de OHB⁽⁹⁾. Se ha informado del tratamiento mediante OHB, con éxito y sin repercusiones, en el recién nacido y en gestantes intoxicadas por CO con fetos hipóxicos y altos niveles de COHb, en los que esta intoxicación supone un riesgo de malformaciones fetales y muerte^(10,11).

2. Accidentes en la práctica de buceo: La compresión en CH y la OHB son los tratamientos de elección en los accidentes y enfermedades derivadas de la práctica del buceo, tanto en apnea como con equipos de aire y oxígeno, estando indicada fundamentalmente en los cuadros de sobreexpansión torácica y enfermedad descompresiva. La reglamentación vigente en Andalucía autoriza la práctica del buceo, tras la obtención de la titulación correspondiente, a partir de los 12 años de edad⁽¹²⁾.

3. Aeroembolismo yatrógeno: La OHB es el tratamiento de elección en casos de aeroembolismo cerebral o venoso pulmonar por heridas de grandes vasos o cirugía cardíaca^(13,14) y en los embolismos por CO₂ secundarios a la insuflación del gas y lesión vascular en laparoscopias^(15,16). La OHB reduce el tamaño de las burbujas, facilita la disolución del gas y mejora la oxigenación de los tejidos hipoperfundidos.

4. Problemas de cicatrización debidos a mala perfusión tisular: La OHB está indicada en el retraso en la cicatrización de las heridas, pues el incremento de las concentraciones tisulares de O₂ estimula la replicación de fibroblastos con producción de colágeno, además de su efecto bactericida^(17,18). Se ha utilizado

con este fin en la cicatrización de heridas en neonatos⁽¹⁹⁾ y niños⁽²⁰⁾.

5. Síndromes de aplastamiento de extremidades y otras isquemias agudas traumáticas: En el síndrome de aplastamiento con riesgo de pérdida de miembros la OHB se usa como terapia complementaria a la cirugía ortopédica y el tratamiento antibiótico. Aumenta el aporte de O₂ a los tejidos dañados, reduce la inflamación, facilita la curación y lucha contra la infección^(21,22).

6. Complicaciones de la radioterapia: La OHB se utiliza antes de la radioterapia para prevenir las radionecrosis secundarias de huesos y tejidos blandos, así como para tratar sus secuelas en el sistema nervioso, nervio óptico, mandíbula, músculos y tejidos blandos de la cara y orofaringe, pared torácica, abdomen y pelvis. Incrementa la angiogénesis, mejorando las lesiones secundarias al estrechamiento y cicatrización de los vasos sanguíneos⁽²³⁻²⁵⁾.

7. Quemaduras térmicas: La OHB se ha utilizado con éxito junto al tratamiento convencional en quemaduras de segundo y tercer grados profundas que implican más de un 20% de la superficie corporal, así como en quemaduras localizadas en la cara, manos y áreas en crecimiento⁽²⁶⁾.

8. Colgajos e injertos comprometidos por riego vascular insuficiente: La OHB se ha utilizado antes de la cirugía plástica para preparar el lecho vascular a fin de mejorar el prendimiento de colgajos, injertos y trasplantes cutáneos, o bien tras ella para mejorar la supervivencia del injerto⁽²⁷⁾.

Por el efecto bactericida del oxígeno sobre gérmenes anaerobios, la OHB también está indicada en los siguientes procesos:

1. Infecciones necrotizantes progresivas: En la miositis y mionecrosis clostridial, conocidas como *gangrena gaseosa*, la OHB aplicada como terapia complementaria a la cirugía y la antibioticoterapia bloquea la producción de la alfa-toxina por el *Clostridium perfringens* y ejerce un efecto bactericida, inhibiendo su replicación y migración, al ser una bacteria anaerobia⁽²⁸⁾. En las púrpuras fulminantes⁽²⁹⁾, se ha utilizado

con éxito en las secuelas derivadas del síndrome de coagulación intravascular diseminada, con pérdidas de piel y tejidos subyacentes. En infecciones necrotizantes de tejidos blandos, tales como celulitis anaeróbicas crepitantes, gangrenas bacterianas progresivas, fascitis necrotizante y mionecrosis por bacterias distintas al *Clostridium*, la OHB actúa con un mecanismo similar a las infecciones por gérmenes anaerobios⁽³⁰⁾.

2. Osteomielitis crónica refractaria al tratamiento antibiótico: Generalmente producidas por gérmenes anaerobios. La OHB se utiliza asociada a antibióticos, cirugía y nutrición adecuada, pues potencia la capacidad bactericida de ciertos antibióticos (aminoglucósidos, vancomicina, quinolonas y algunas sulfonamidas), aumenta la actividad de los fibroblastos e inhibe la adhesión de los polimorfonucleares a los vasos sanguíneos dañados^(21,31).

3. Abscesos intracraneales inabordables quirúrgicamente y actinomicosis: En estas patologías, habitualmente originadas por gérmenes anaerobios, la OHB incrementa el nivel de O₂ en la región del absceso, facilitando la inhibición o muerte de las bacterias y la acción de los neutrófilos, disminuyendo la mortalidad de los pacientes tratados^(1,32).

Otras patologías en las que se ha utilizado la OHB, cuya utilización precisa de un mayor consenso internacional

1. Anemia y pérdidas de sangre excepcionales.

Cuando no se pueden realizar transfusiones de hemoderivados por razones religiosas o riesgo de transmisión de enfermedades, la OHB pueden aumentar el O₂ disuelto en el plasma, mejorando la oxigenación tisular⁽³³⁾.

2. Retinitis pigmentaria⁽³⁴⁾

3. Oclusión de arteria central de la retina⁽³⁵⁾

La OHB ha sido utilizada en el tratamiento empírico de multitud de enfermedades y lesiones en la infancia, con desiguales resultados y, en ocasiones, con escaso rigor científico, buscando el efecto de cura milagrosa. La mayoría de las publicaciones provienen de países del Este de Europa, donde la OHB es una práctica rutinaria en la edad pediátrica. Así se han tratado

leucemias, neumonías, glomerulonefritis, polirradiculoneuritis, diabetes, síndrome de Lyell, artritis reumatoide, hepatitis virales, dermatitis atópica, tuberculosis, estados de coma.

Se ha utilizado la OHB como coadyuvante en el tratamiento quirúrgico de **cardiopatías congénitas**. Se llegaron a realizar intervenciones de cardiopatías cianógenas infantiles bajo ambiente hiperbárico, es decir, dentro de una CH: tetralogía de Fallot, atresia tricúspide, transposición de los grandes vasos, estenosis pulmonar, tronco arterioso común⁽³⁶⁾.

Otra aplicación de la OHB ha sido en el **postoperatorio de cirugía infantil abdominal**, estimándose que mejora la vitalidad de la pared intestinal, estabiliza el peristaltismo, reduce la retención hídrica gástrica, disminuye la duración de la nutrición parenteral y la probabilidad de complicaciones infecciosas locales y generales, fundamentalmente por gérmenes anaerobios. Asimismo, se ha utilizado como coadyuvante a la antibioterapia en la **peritonitis difusa**⁽³⁷⁾.

En **medicina fetal**, la OHB ha sido empleada en el tratamiento de insuficiencias vasculares feto-placentarias, retrasos de crecimiento intrauterino, toxemias gravídicas, diabetes gestacional, embarazo prolongado, intoxicación por CO y en enfermedades cardiovasculares graves de las gestantes. En insuficiencias feto-placentarias experimentales en ratas, se ha constatado que la OHB no origina una hiperoxia fetal, sino que normaliza el suministro de O₂ a un feto hipóxico. Siguiendo pautas establecidas de tratamientos, con sesiones a PpO₂ de entre 1,5 y 2,2 ATA y de duración de entre 30 y 90 minutos, los riesgos hiperóxicos para la madre son casi nulos. Los riesgos para el feto inicialmente hipóxico son escasos, no habiéndose aportado en la literatura casos de fibroplasia retrolental, malformaciones, ni lesiones pulmonares⁽³⁸⁾. También se ha utilizado en la reanimación neonatal⁽³⁹⁾.

En los últimos años, la OHB se ha utilizado en el tratamiento de **niños con parálisis cerebral**. Su fundamento radica en que la administración de pequeños aportes de oxígeno podría ayudar al despertar de células del sistema nervioso productoras de mielina y protectoras de las fibras nerviosas, dañadas por una encefalopatía hipóxico-isquémica, dormidas durante años. Se cree que si estas áreas cerebrales reciben grandes cantidades de oxígeno, podrían llegar a ser funcionales, lo que mejoraría la espasticidad y otros síntomas relacionados con la parálisis cerebral.

En definitiva, la OHB podría reducir la inflamación cerebral mediante la constricción de los vasos sanguíneos, proporcionando un medio que podría promover el crecimiento de nuevo tejido cerebral. Los resultados publicados, evaluando la mejoría clínica y la evolución del SPECT, generalmente muestran efectos beneficiosos, pero variables y con poca significación estadística, pues no están perfectamente determinadas las pautas de tratamiento y no se han realizado estudios amplios con un diseño adecuado que confirmen los mismos⁽⁴⁰⁻⁴¹⁾. Basándose en una revisión de los estudios realizados, la Asociación de Medicina Hiperbárica y Subacuática de África del Sur, en el año 2003, desaconsejó la utilización informal de la OHB en niños con parálisis cerebral, al no haberse encontrado evidencia científica que avale su utilidad⁽⁴²⁾.

CONTRAINDICACIONES

Las contraindicaciones a la práctica de la OHB en pediatría son similares a las que existen en la práctica del buceo en el adulto, junto a las derivadas de las peculiaridades intrínsecas del niño. Está contraindicada en las patologías respiratorias obstructivas graves, patologías otorrinolaringológicas (como laringocele, otospongiosis y vértigo de Menière), epilepsia no tratada o mal controlada, narcolepsia, miastenia, estados psicóticos graves, desprendimientos de retina, determinadas cardiopatías, tales como valvulopatías, cardiomiopatías o patología coronaria. La única contraindicación absoluta sería la presencia de un neumotórax no tratado⁽³⁸⁾.

PREPARACIÓN PREVIA. ACONDICIONAMIENTO

En las Figuras 1-3 podemos observar imágenes del exterior e interior de la CH del Hospital General de la Defensa de San Carlos.

El mayor problema de la práctica de la OHB en el niño es su falta de colaboración, que implica dificultades para la compensación de las presiones en el oído durante la compresión y la descompresión, y una reacción ante un ambiente hostil estresante por sus connotaciones de lugar cerrado, ruidoso y con personal asistente extraño.

Debe explicarse a los padres el mecanismo de la OHB, solicitarles el consentimiento informado y permitirles estar en las sesiones junto a su hijo. Se aconseja



Figura 1. Exterior de la cámara hiperbárica del Hospital General de la Defensa San Carlos.



Figura 2. Cuadro de mandos de la cámara hiperbárica.



Figura 3. Interior de la cámara hiperbárica, con asistente y pacientes pediátricos.

seja acondicionar el ambiente de la cámara al paciente infantil^(20,21).

Los neonatos, lactantes y niños inconscientes o que no colaboran con las maniobras de Valsalva de compensación timpánica requieren previamente una miringotomía bilateral con o sin colocación de drenajes timpánicos⁽¹⁹⁾. La succión de biberones durante una fase de compresión lenta consiguen evitar en ocasiones la timpanostomía. Antes de la fase de descompresión debe facilitarse el eructo de los lactantes que han ingerido líquidos, para expulsar el gas acumulado en el estómago⁽²¹⁾.

Para la administración de OHB en los lactantes, se prefiere el uso de cascos (*hoods*) con dispositivos de anillo cervical en lugar de la mascarilla tradicional. Para neonatos, se han diseñado tiendas tubulares de plástico transparentes, uniendo dos cascos con cremalleras, con óptimos resultados⁽⁴³⁾.

La OHB se ha utilizado incluso en niños con ventilación mecánica⁽⁴⁴⁾.

EFECTOS SECUNDARIOS

Como en todo procedimiento médico, existen efectos secundarios relacionados con la OHB. En niños sin timpanostomía previa, el problema más frecuente es el barotrauma auditivo, por la insuficiente compensación de la presión de la caja del oído medio, oscilando desde otalgias leves a hemorragias y roturas timpánicas. Otras complicaciones son las pulmonares. En los recién nacidos y prematuros, se han realizado exámenes de fondo de ojo previos y posteriores al tratamiento con OHB, sin detectarse casos de fibroplasia retrolental⁽¹⁹⁾.

DISCUSIÓN

La OHB es una modalidad de tratamiento validada científicamente en aquellas patologías que se benefician de una disminución del volumen de los gases internos del organismo, de un aumento de la concentración de oxígeno tisular y de su efecto bactericida sobre gérmenes anaerobios. Su utilidad ha sido categóricamente establecida en la intoxicación por humos que contienen CO y cianuros, en los accidentes ocurridos en la práctica de buceo, en el aeroembolismo yatrógeno y en las infecciones necrotizantes progresivas. En otras de las aplicaciones referidas en el artículo, su uso se puede considerar como coadyuvante de las terapias clásicamente admitidas.

Tabla III. Abreviaturas utilizadas

Atm:	atmósferas
ATA:	atmósferas absolutas
CH:	cámara hiperbárica
cm:	centímetro
CO:	monóxido de carbono
CO ₂ :	anhídrido carbónico
COHb:	carboxihemoglobina
fsw:	pies de agua de mar
FiO ₂ :	fracción inspirada de oxígeno
Hb:	hemoglobina
kg:	kilogramo
ml:	mililitro
mm Hg:	milímetro de mercurio
msw:	metros de agua de mar
OHB:	oxigenoterapia hiperbárica
O ₂ :	oxígeno
P:	presión
Pa:	presión absoluta
PaO ₂ :	presión arterial de oxígeno
PvO ₂ :	presión venosa de oxígeno
Pp:	presión parcial
PpO ₂ :	presión parcial de oxígeno
psi:	libra/pulgada cuadrada
SPECT:	tomografía computarizada por emisión de positrones
V:	volumen

Finalmente queda un “cajón de sastre” en el que se han incluido patologías cuya indicación no ha sido científicamente probada. En ellas se ha utilizado la OHB en un intento desesperado de lograr una mejoría paliativa o como “uso compasivo”.

En el campo de la Pediatría, sus indicaciones están bien establecidas. Es muy conveniente que los pediatras tengan un conocimiento básico de la OHB para que puedan indicar esta terapia a los niños con patologías subsidiarias de tratamiento. Cuando se aplica a niños, especialmente los críticamente enfermos, se requiere la presencia de un equipo médico y material cualificados, que auxilien a los mismos dentro de la CH. Los médicos especialistas en medicina hiperbárica son los facultados para asesorar a los pediatras en las indicaciones y seguimiento de los lactantes y niños que requieran esta modalidad terapéutica⁽⁴⁵⁾.

BIBLIOGRAFÍA

1. Undersea and hyperbaric medical society. Indications for Hyperbaric Oxygen Therapy. [Consultado el

- 15-06-2005]. Disponible en: <http://www.uhms.org/Indications/indications.htm>
2. Camporesi EM, Mascia MF, Thom SR. Physiological principles of hyperbaric oxygenation. En: Oriani G, Marrón A, Wattel F. Handbook on hyperbaric medicine. Milán (Italia): Springer-Verlag, 1996.
 3. Liebel EL. Hyperbaric oxygen therapy in childhood carbon monoxide poisoning. *Curr Opin Pediatr* 1999; 11 (3): 259-64.
 4. Weaver LK, Hopkins RO, Chan KJ, Churchill S, Elliot CG, Clemmer TP, Orme JF Jr., Thomas FO, Morris AH. Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning. *N Engl J Med* 2002; 347 (14): 1057-67.
 5. Thom SR, Fisher D, Xu YA, Garner S, Ischiropoulos H. Role of nitric oxide-derived oxidants in vascular injury from carbon monoxide in the rat. *Am J Physiol* 1999; 276: H984-92.
 6. Brown SD, Piantadosi CA. Recovery of energy metabolism in rat brain after carbon monoxide hypoxia. *J Clin Invest* 1991; 89: 662-72.
 7. Vecchione R, Ruocco F, Colloca R, Monici G, Bausi C, Pasholli X. Pediatria e ossigenoterapia iperbarica: revisione della letteratura. *Med Sub Iper* 1995, Luglio: 7-12.
 8. Hampson NB (ed.). Hyperbaric Oxygen Therapy Committee. Hyperbaric Oxygen Therapy: 1999 Committee Report. Kensington, MD: Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1999.
 9. Hampson NB, Dunford RG, Kramer CC, Norkool DM. Selection criteria utilized for hyperbaric oxygen treatment of carbon monoxide poisoning. *J Emerg Med* 1995; 13 (2): 227-31.
 10. Van Hoesen KB, Camporesi EM, Richard EM, et al. Should hyperbaric oxygen be used to treat the pregnant patient for acute carbon monoxide poisoning? A case report and literature review. *JAMA* 1989; 261: 1039-43.
 11. Silverman RK, Montano J. Hyperbaric oxygen treatment during pregnancy in acute carbon monoxide poisoning. A case report. *J Reprod Med* 1997; 42 (5): 309-11.
 12. Títulos de buceo deportivo-recreativo. Requisitos y atribuciones. BOJA n° 142, de 25 julio 2003; 16979-80.
 13. Van Rynen YL, Taha AM, Ehrlich R, et al. Treatment of cerebral air embolism in pediatric patient. *J Hyperbaric Med* 1987; 2 (4): 199-204.
 14. Rettenmaier PA. Pulmonary venous air embolism in the neonate (letter). *Crit Care Med* 1987; 15 (5): 541.
 15. Pierre F, Lansac J, Soutoul JH. Air embolism and exploratory hysteroscopy: myths or realities? Preliminary results. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 1995; 24 (1): 19-23.
 16. Hanney RM, Alle KM, Cregan PC. Major vascular injury and laparoscopy. *Aust N Z Surg* 1995; 65 (7): 533-5.
 17. Niinikoski J, Henghan C, Hunt TK. Oxygen tensions in human wounds. *J Surg Res* 1972; 12: 77.
 18. Knighton DR, Halliday B, Hunt TK, Goldstick TK. Oxygen as an antibiotic: the effect of inspired oxygen on infection. *Arch Surg* 1984; 119: 199-204.
 19. Vázquez RL, Spahr RC. Hyperbaric oxygen use in neonates. A report of four patients. *AJDC* 1990; 144: 1022-4.
 20. Infascelli RM, Aprea G, Alicandro GD. L'ossigenoterapia iperbarica nel paziente pediatrico: studio retrospettivo e problematiche. *Med Sub Iperb* 2001; 2.
 21. Martorano FJ, Hoover D. The child hyperbaric patient. *J Hyperb Med* 1986; 1: 15-21.
 22. Hyperbaric Oxygen Therapy Committee. Crush injuries, compartment syndromes and other acute traumatic ischemias. En: Hampson NB (ed.). Hyperbaric Oxygen Therapy: 1999 Committee Report. Kensington MD. Undersea and Hyperbaric Medical Society 1999: 17-21.
 23. Fontanesi J, Golden EB, Cianci PC, Heideman RL. Treatment of radiation induced optic neuropathy in the pediatric population. A case report and review of the literature. *J Hyperbaric Med* 1991; 6 (4): 245-8.
 24. Chuba PJ, Aronin P, Bhambhani K, Eichenhorn M, Zamarano L, Cianci P, Muhlbauer M, Porter AT, Fontanesi J. Hyperbaric oxygen therapy for radiation-induced brain injury in children. *Cancer* 1997; 80 (10): 2005-12.
 25. Hyperbaric oxygen therapy for the treatment of radiation-induced sequelae in children. The University of Pennsylvania experience. *Cancer* 1996; 77 (11): 2407-12.
 26. Cianci P, Lueders H, Lee H, Shapiro R, Sexton J, Williams C, Green B. Adjunctive hyperbaric oxygen in treatment of thermal burns: a review. *Burns* 1994; 20 (1): 5-14.
 27. Nichter LS, Morwood DT, Williams GS, et al. The limits of composite grafting: a case report of successful nose replantation assisted by hyperbaric oxygen therapy. *Plast Reconstr Surg* 1991; 87 (2): 337-40.
 28. Hyperbaric Oxygen Therapy Committee. Clostridial myositis and myonecrosis (gas gangrene). En: Hampson NB (ed.). Hyperbaric Oxygen Therapy: 1999 Committee Report. Kensington MD. Undersea and Hyperbaric Medical Society 1999: 13-6.

29. Dollberg S, Nachum Z, FLAR A, et al. Haemophilus influenzae type B purpura fulminans treated with hyperbaric oxygen. *J Infect* 1992; 25 (2): 197-200.
30. Riseman JA, Zamboni WA, Curtis A, Graham DR, Konrad HR. Hyperbaric oxygen therapy for necrotizing fasciitis reduces the mortality and the need for debridements. *Surgery* 1990; 108 (5): 847-50.
31. Mader JT, Shirliff ME, Calhoun JH. The use of hyperbaric oxygen in the treatment of osteomyelitis. En: *Hyperbaric Medicine Practice*. Best Publishing Co. Flagstaff, Arizona 1999: 603-16.
32. Mathieu D, Wattel F, Nevriere R, Bocquillon N. Intracranial infections and hyperbaric oxygen therapy: A five year experience (abstract). *Undersea Hyperbaric Med* 1999; S26: 67.
33. Hart G. Hyperbaric oxygen and exceptional blood loss anemia. En: Kindwall EP, Whalen HT, (eds.). *Hyperbaric Medicina Practice*. Best Publishing Co, Flagstaff AZ 1999: 741-51.
34. Verin P, Comte P, Poisost D. Retinitis pigmentosa and hyperbaric oxygen therapy. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1986; 86 (8-9): 1071-4.
35. Beiran I, Goldenberg I, Adir Y, Tamir A, Shupak A, Miller B. Early hyperbaric oxygen therapy for retinal artery occlusion. *Eur J Ophthalmol* 2001; 11 (4): 345-50.
36. Iwa T, Ikeda K, Naggao H, et al. Surgery of severe cyanotic heart diseases under hyperbaric oxygenation. En: Wada J, Iwa T (eds.). *Proceedings of the Fourth International Congress on Hyperbaric Medicine*. Sapporo, Japan, 1969: 343-9.
37. Kusch NL, Grona VN, Prikhodchenko W, et al. Hyperbaric oxygenation in the comprehensive treatment of children who had operations on the abdominal organ. *Klin Khir* 1991; 6: 47-9.
38. Barthelemy L, Michaud A. Traitement par l'oxygene hyperbare des insuffisances vasculaires foeto-placentaires (principes, indications et methodes). *Med Sub Hyp* 1993; 3S: 19-39.
39. James PB. Hyperbaric oxygen in neonatal care. *Lancet* 1988; 1: 764-5.
40. Neubauer RA. Hyperbaric oxygenation for cerebral palsy and the brain-injured child. A promising treatment. Flagstaff: Best Publishing Company, 2003.
41. Joiner JT. The proceedings of the 2nd International Symposium on hyperbaric oxygenation for cerebral palsy and the brain-injured child. Flagstaff: Best Publishing Company, 2002.
42. Papazian O, Alfonso I. Hyperbaric oxygen treatment for children with cerebral palsy. *Rev Neurol* 2003; 37 (4): 359-64.
43. Aguiluz L, Hill RK. Alternate method of oxygen delivery for neonatal use. *J Hyperb Med* 1990; 5 (4): 259-61.
44. Keenan HT, Bratton SL, Norkool DM, Brogan TV, Hampson NB. Delivery of hyperbaric oxygen therapy to critically ill, mechanically ventilated children. *J Crit Care* 1998; 13 (1): 7-12.
45. Waisman D, Shupak A, Weisz G, Melamed Y. Hyperbaric oxygen therapy in the pediatric patient: the experience of the Israel Naval Medical Institute. *Pediatrics* 1998; 102 (5): E53.