

APLICACIONES DE LA OXIGENACION HIPERBARICA EN ANEMIAS POR PERDIDA SANGUINEA AGUDA

E. Cuauhtémoc Sánchez R.

Servicio de Medicina Hiperbárica, Hospital Angeles del Pedregal
Mexico

Publicado en

Recibido: 8-Oct-1999 - Insertado: 2-Oct-2000 - Actualizado:

INTRODUCCION

Existe un gran desconocimiento de la terapia con oxígeno hiperbárico y sus beneficios, dentro del cuerpo médico y en la comunidad. Esta terapia puede modificar favorablemente la evolución de varios padecimientos e incidir sobre los resultados de la terapéutica convencional. El manejo de nuestros pacientes requiere un enfoque multidisciplinario, en donde la terapia con oxígeno hiperbárico tiene un lugar determinante, en ciertas patologías.

Se define como Terapia con Oxigenación Hiperbárica (OHB) al recurso terapéutico en donde se somete al cuerpo entero a una presión mayor que la atmosférica (arriba de 1.4 atmósferas absolutas) y el paciente respira oxígeno al 100%, intermitentemente.¹ Este tratamiento se realiza a través de las cámaras hiperbáricas.

El primer reporte escrito que se tiene sobre el empleo de las cámaras hiperbáricas en medicina, data de 1664 por el Dr. Henshaw en el Reino Unido.² El nacimiento de la Oxigenación Hiperbárica (OHB) es relativamente reciente, se inicia de manera científica a raíz de varias publicaciones en las décadas de los 30's y 50's.³⁻⁹ En la Latinoamérica, Cuba tiene el mayor número de cámaras por millones de habitantes (5.2 cámaras/10⁶ habitantes).¹⁰ En México se inicia el empleo de la OHB en la década de los 60's en el Hospital "20 de Noviembre" del ISSSTE. En Estados Unidos de Norteamérica y Canadá existen, según un registro realizado en 1992, 310 cámaras en 218 unidades hiperbáricas, aunque este número se ha incrementado en los últimos años.^{7,11,12}

MECANISMOS DE ACCION

Los mecanismos de acción primarios de la OHB se encuentran estrechamente relacionados con las leyes físicas de los gases. Estos mecanismos son la reducción proporcional del volumen de un gas al aumentar la presión a que es sometido (ley de Boyle) y el efecto de hiperoxigenación (ley de Henry), que se obtiene cuando al elevar la presión ambiental se incrementa la solubilidad del oxígeno en los tejidos perfundidos.

Cuando se respira oxígeno al 100% a 3 atmósferas absolutas (atm abs), se alcanza a disolver suficiente cantidad de oxígeno para mantener los requerimientos basales de un ser humano.^{6,13,14} Existe un incremento de 15 veces en la cantidad de oxígeno disuelto en plasma, a 3 atm abs se tiene 6.8 vol% de oxígeno disuelto (6.8 ml O₂/100 ml de sangre). La hiperoxigenación aumenta la distancia de difusión del oxígeno del espacio vascular hacia el tejido, directamente proporcional a la presión utilizada.^{15,16} La hiperoxigenación origina varios efectos secundarios, en los cuales se incluyen:

1. Vasoconstricción. Reducción de 15-30% del flujo arteriolar, sin modificación del flujo venular.^{17,18} Esto reduce el edema y mejora la microcirculación, sin afectar la oxigenación del tejido.¹⁸
2. Estimulación de fibroblastos. Promueve la migración y la producción de colágena (hidroxilación de prolina y lisina).¹⁹
3. Efecto de neovascularización²⁰. Sólo afecta al tejido isquémico, tiene una distribución centrípeta y es eficaz hasta en tejido irradiado.²¹
4. Macrófagos y polimorfonucleares (PMN). Restaura la lisis oxidativa,^{22,23} modifica la adhesión leucocitaria a la célula endotelial^{24,25} y protege contra la lesión de reperfusión.²⁶
5. Osteoblasto y osteoclasto. Favorece su actividad, importante para la remodelación ósea.^{22,23,26,27}
6. Efectos antimicrobianos. Funciona como antibiótico,²⁹ es bacteriostático³⁰⁻³² y bactericida,³³ y potencia aminoglucósidos, sulfonas y anfotericina B (medicamentos que requieren transporte activo dependiente de oxígeno).²⁸
7. Inhibición de producción de toxinas. Alfa-leucitinas por especie Clostridia.³⁴
8. Efectos Hemorreológicos. Aumenta la plasticidad del eritrocito, presenta un efecto sinergista con la pentoxifilina.^{35,36}
9. Efectos Bioquímicos. Reduce la pérdida de los compuestos fosforados de alta energía en la fase primaria de la lesión de isquemia-reperfusión. Evita la conversión de xantina deshidrogenasa a xantina oxidasa y desactiva a ésta. Modula la expresión de ICAM-1 (molécula de adhesión intracelular 1) e integrinas beta2, evitando la fase secundaria de la lesión de isquemia-reperfusión. Asimismo, modula la producción de IL-1 (interleucina-1), IL-6 (interleucina-6), TNFalfa (factor de necrosis tumoral alfa), iNOS (óxido nítrico sintetasa inducible) y PAF (factor activador de plaquetas) modulando de esta manera, el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (IRS).³⁹⁻⁴⁷

CONDICIONES ACEPTADAS PARA LA APLICACIÓN DE LA OXIGENACION HIPERBARICA - OHB (UHMS)^{1,36,48-57}

1. Embolia aérea o por gas
2. Intoxicación por monóxido de carbono, cianuro e inhalación por humo
3. Mionecrosis clostrídica (gangrena gaseosa)
4. Herida por aplastamiento, síndrome compartamental y otras isquemias traumáticas agudas

5. Enfermedad por descompresión
6. Heridas con problemas de cicatrización
7. Anemia por pérdida sanguínea aguda
8. Infecciones necrotizantes de tejidos blandos (tejido subcutáneo, músculo y fascia)
9. Osteomielitis (refractaria)
10. Lesión por radiación ósea y de tejidos blandos
11. Injertos y colgajos de piel (comprometidos)
12. Quemaduras térmicas
13. Abscesos intracraneales

APLICACIONES EN ANEMIAS POR PERDIDAS SANGUINEAS AGUDAS

La primera vez que se utilizó la OHB como terapia adjunta en el tratamiento de las anemias por pérdidas sanguíneas agudas fue en 1974 por el Dr. Hart.⁴⁸ Sin embargo, desde los 60's se había empleado para el colapso vascular con resultados muy prometedores.⁵⁸⁻⁶²

Cuando un paciente pierde una cantidad suficiente de sangre y se puede llegar a comprometer la distribución adecuada de oxígeno en los tejidos y la supervivencia del paciente, a menos de que se restablezca el volumen circulante y la capacidad de cumplir con los requerimientos locales y sistémicos de oxígeno.

Existen condiciones médicas (incompatibilidad de grupo, anemia hemolítica autoinmune idiopática, hepatitis y VIH) y religiosas (testigos de Jehová) que pueden retrasar o impedir la restitución de sangre o sus derivados en algunos pacientes. Se han alcanzado grandes adelantos en los sustitutos sanguíneos (fluorocarbonados) aunque no se ha logrado desarrollar un sustituto sanguíneo ideal y todavía se tiene algunas deficiencias en su uso, toxicidad, corta vida y la interferencia con el sistema inmune.^{36, 63-73}

La OHB es un tratamiento adjunto de corta duración, eficaz para el manejo de pacientes con anemia aguda por pérdida sanguínea. Desgraciadamente, el paciente no puede ser sometido indefinidamente a la OHB ya que puede desarrollar toxicidad por oxígeno pulmonar. Sin embargo, la exposición intermitente a OHB de estos pacientes, ayuda a mantener la viabilidad de órganos (cerebro, corazón, etc.) y de los pacientes mismos, hasta que la médula produzca la Hb suficiente para mantener los requerimientos básicos de oxigenación.

La OHB se indica en el manejo de esta patología en las siguientes condiciones:³⁶

- Pacientes que no se cuenta con disponibilidad de grupo de manera Inmediata
- Pacientes que por motivos religiosos no aceptan transfusiones de sangre o sus derivados
- Cuando el paciente tiene una presión arterial sistólica menor de 90 mmHg y requiere el empleo de vasopresores para mantener la presión arterial media
- Cuando existe alteración del estado mental y/o coma
- Con datos de isquemia miocárdica en el ECG
- Con datos de isquemia intestinal y/o hepática
- Cuando existen datos de acidosis láctica severa

El protocolo que se utiliza para el manejo de anemias por pérdida sanguínea aguda debe incluir el soporte vital del paciente, el manejo médico y quirúrgico según el caso y la OHB a

2-3 atm abs / 60 min; repitiéndose a los 60 min o intervalos cada vez mayores de acuerdo a la evolución clínica del paciente. La OHB se suspende cuando el paciente ya no presenta datos de insuficiencia respiratoria moderada, cuando la hemoglobina alcanza niveles de 6-8 g/dl, el hematocrito se encuentra alrededor de 22.9% y la cuenta de reticulocitos es de 8.2%.^{36,48}

La experiencia cada vez mayor en el manejo de estos pacientes ha demostrado que la sobrevida depende de la premura con que se inicia las maniobras resucitadoras y el tratamiento con OHB. En las hemorragias Clase Iv se ha alcanzado una sobrevida del 70%; sin embargo, cuando los pacientes son referidos oportunamente, la mortalidad es menor al 5%. Por lo general, el número de tratamientos requeridos en las primeras 24 h es de 5 (intervalo, 2-8) y el promedio de días de tratamiento es de 9.6 días.³⁶

EFFECTOS COLATERALES

Los efectos colaterales que con mayor frecuencia se relacionan con la OHB son: la barotitis media, ansiedad por confinamiento y toxicidad por oxígeno al SNC y pulmonar, en orden de frecuencia. La incidencia de estos efectos es menor del 1% del total de tratamientos hiperbáricos.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado los beneficios de la utilización de la oxigenación hiperbárica en las trece condiciones enumeradas anteriormente. Sin embargo, sus beneficios continúan siendo desconocidos para la comunidad médica y la población en general. La aplicación de la OHB en otras patologías se encuentra en estudio. Se ha demostrado un efecto favorable en el tratamiento temprano del infarto agudo del miocardio en combinación con trombolíticos, trauma craneoencefálico, enterocolitis necrosante, encefalopatía isquémico/hipóxica, sordera súbita, migraña, obstrucción de la arteria central de la retina, esclerosis múltiple y otras patologías;⁷⁴⁻⁹⁹ pero todavía no se cumplen los lineamientos científicos establecidos para considerarlas dentro de las condiciones aceptadas.

Cada tratamiento con oxígeno hiperbárico (OHB) consiste de 45 a 120 minutos dentro de la cámara a presiones que oscilan de 1.5 a 3.0 atm abs, de acuerdo al padecimiento. El tratamiento se puede realizar 1 o más veces al día. Cada patología requiere un número particular de tratamientos (promedio 10; intervalo, 1 - 60).³⁶

En general la aplicación de la OHB, cuando se realiza de manera temprana en combinación con otros tratamientos, reduce la morbi-mortalidad, la estancia hospitalaria, la necesidad de cirugía y sus complicaciones, reduce el número de amputaciones y el costo total de la atención médica, en un 25-30%. La oxigenación hiperbárica es un tratamiento que puede ser salvador en los pacientes con anemias por pérdidas sanguíneas agudas en donde no se puede restablecer el volumen sanguíneo por circunstancias médicas o religiosas. Su costo beneficio en estos pacientes es muy elevado.^{1,36-39}

BIBLIOGRAFIA

Myers RAM. Hyperbaric Oxygen Therapy: A Committee Report. Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. Bethesda, Maryland, 1986.

Simpson A. Compressed Air, as a Therapeutic Agent, in the Treatment of Consumption, Asthma, Chronic Bronchitis, and other Diseases. Edimburg, Sutherland and Knox, 1857.

- Lee CA. Extract from a lecture on the physiological and remedial effects of increased pressure of the atmosphere. *Buffalo Med Sur J*, 1867;6:199.
- Churchill-Davidson I, Sanger C, Thomlinson RH. High pressure oxygen and radiotherapy. *Lancet*, 1955;1:1091.
- Boerema I, Kroll JA, Meijne NG, Lokin E, Kroon B, Huisjes JW. High atmospheric pressure as an aid to cardiac surgery. *Arch Chir Neerl* 1956;8:193.
- Boerema I, Meije NG, Brummelkamp WH, Bouma S, Mensh MH, Kamermans F, Hanf S, Van Aalderen A. Life without blood. *J Cardiovasc Surg* 1960;182:133-146.
- Batz P, Myers RAM. Hyperbaric Chambers (United States and Canada): A Directory of Hyperbaric Treatment Chambers. Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1993.
- Weynans HJ, Stout N. The use of HBO: An international comparison. En: Hyperbaric Medicine Proceedings, 2nd Swiss Symposium on Hyperbaric Medicine. 1990, p.25-30.
- Medicina Hiperbárica, Boletín Informativo de la Sociedad Brasileña de Medicina Hiperbárica, 1994;3:1. Programa de Desarrollo de Oxigenación Hiperbárica. Ministerio de Salud Pública, Cuba, 1986.
- Sánchez EC, Myers RAM. Panorama de la Medicina Hiperbárica en Norteamérica y en MIEMSS (1971-1991). Conferencia dentro del II Congreso Panamericano de Medicina Hiperbárica y Actividades Subacuáticas. Buenos Aires, Argentina, 07-08 dic 1992.
- Percels JB. Developing a hyperbaric medicine service. *J Hyperbaric Med* 1987;2(2):97-105.
- Lambertsen CJ, Krough RH, Cooper DY, Emmel GL, Loeschcke HH, Schmidt CF. Oxygen toxicity. Effect in man of oxygen inhalation at one and 3.5 atmosphere upon blood gas transport, cerebral circulation and cerebral metabolism. *J Appl Physiol* 1953;5:471-486.
- Lambertsen CJ. Physiological effects of oxygen inhaled at high partial pressure. En: Fundamental of Hyperbaric Medicine. Washington, D.C., National Academy of Sciences, National Research Council, Publication No. 1298, 1966, p. 33.
- Bassett BE, Bennett PB. Introduction to the physical and physiological bases of hyperbaric therapy. En: Davis JC, Hunt TK (eds) Hyperbaric Oxygen Therapy. Undersea Medical Society, Bethesda, Maryland, 1977, pp. 11-24.
- Vorosmarti J. Hyperbaric oxygen therapy. *Am Fam Physician* 1981;23:169-173.
- Nylander G, Lewis D, Nordstrom H, Larsson J. Reduction of postischemic edema with hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg* 1985;76z(4):596-603
- Bird AD, Telfer ABM. Effect of hyperbaric oxygen on limb circulation. *Lancet* 1965;1:355-356
- Hunt TK, Pai M. The effect of varying ambient oxygen tensions on wound metabolism and collagen synthesis. *Surg Gynecol Obstet* 1972;135:561-567
- Hunt TK, Zederfelt BH, Goldstick TK. Oxygen and healing. *Am J Surg* 1969;118:521-526
- Marx RE, Ehler WJ, Tayapongsak P, Pierce LW. Relationship of oxygen dose to angiogenesis induction in irradiated tissue. *Am J Surg* 1990;160: 519-524
- Mader JT, Brown GL, Guckian JC, Wills CH, Reinartz JA. A mechanism for amelioration by hyperbaric oxygen of experimental staphylococcal osteomyelitis in rabbits. *J Infect Dis* 1980;142(6):915-922
- Mader JT. Phagocytic killing and hyperbaric oxygen: antibacterial mechanisms. *HBO Rev* 1981;2(1):37-49
- Zamboni WA, Roth AC, Russell RC, Graham B, Suchy H, Kucan JO, Morphologic analysis of the microcirculation during reperfusion and ischemic skeletal muscle and the effect of hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg* 1993;91:1110-1113.
- Thom SR. Functional inhibition of leukocyte B₂ integrins by hyperbaric oxygen in carbon monoxide-mediated brain injury of the rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 1993;123:248-256.
- Zamboni WA, Roth AC, Russell RC, Nemiroff PM, Casas L, Smoot EC. The effect of acute hyperbaric oxygen therapy on axial pattern skin flap survival when administered during and after total ischemia. *J Reconstr Microsurg* 1989;5:343-347.
- Niinikoski J, Hunt TK. Oxygen tensions in healing bone. *Surg Gynecol Obstet* 1972;134:746-750
- Strauss MB. Chronic refractory osteomyelitis: review and role of hyperbaric oxygen. *HBO Rev* 1980;1(4):231-255
- Burke J. the physiology of wound infection. En Hunt TK (ed): Wound Healing and Wound Infections: Theory and Surgical Practice. New York, Appleton-Century Crofts, 1980, pp. 242-253
- Boehm DE, Vincent K, Brown OR. Oxygen and toxicity inhibition of amino acid biosynthesis. *Nature* 1976;262:418-420.

Brown OR. Reversible inhibition of respiration of *Escherichia coli* by hyperoxia. *Microbios* 1972;5:7-16.

Park MK, Muhvich KH, Myers RAM, Marzella L. Hyperoxia prolongs the aminoglycoside-induced postantibiotic effect in *Pseudomonas aeruginosa*. *Antimicrob Agents Chemother* 1991;35:691-695.

Hill GB, Osterhout S. Experimental effects of hyperbaric oxygen on selected clostridial species. I. In-vitro studies. *J Infect Dis* 1972;125:17-25.

Vann Unnik AJM. Inhibition of toxin production of *Clostridium perfringens* in vitro by hyperbaric oxygen. *Antonie Van Leeuwenhoek* 1965;31:181-186

Li W, Kue-lin L. The hemorheologic changes in patients treated with hyperbaric oxygen at 3 ATA. *Undersea Biomed Res* 1990;17(Suppl):61.

Hsu P, Zan Shun W, Yong-Xing M. The effect of HBO on platelet aggregation, blood rheology, $P_{A}O_2$ and cognitive function in the elderly. En: *Proc 8th Int Cong Hyper Med*. Hart GB, ed. Best Publishing Co. 1984:19.

Hampson NB. Hyperbaric Oxygen Therapy: A Committee Report. Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. Bethesda, Maryland, 1999.

Caporesi EM. Hyperbaric Oxygen Therapy: A Committee Report. Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. Kensington, Maryland, 1996.

Tibbles PM, Edelsberg JS. Hyperbaric oxygen therapy. *New Engl J Med* 1996;334:1642-1648.

Nylander G, Nordstrom H, Franzen L. Effects of hyperbaric oxygen treatment in post-ischemic muscle (a quantitative morphological study). *Scand J Plasti Reconstr Surg* 1988;22:31-39.

Nylander G, Otamiri T, Lewis DH. Lipid peroxidation products in postischemic skeletal muscle and after treatment with hyperbaric oxygen. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1989;23:97-103.

Haapaniemi T, Nylander G, Sirsjo A. Hyperbaric oxygen reduces ischemia-induced skeletal muscle injury. *Plast Reconstr Surg* 1996;97:602-609.

Haapaniemi T, Sirsjo A, Nylander G. Hyperbaric oxygen treatment attenuates glutathione depletion and improves metabolic restitution in postischemic skeletal muscle. *Gre Rad Res* 1995;23:91-101.

Angel MF, Vander K, Im MJ, Manson PN. Effect of hyperbaric oxygen preservation on xanthine oxidase activity in skin flaps. En *Symposium on Oxidative Stress and Infections*. Bethesda, Maryland, mayo 9 de 1992.

Angel M, IM M, Chung H. Effects of combined cold and hyperbaric oxygen storage on free flap survival. *Microsurg* 1994;15:648-651.

Buras Jon. Hbo regulation of ICAM 1 in an endothelial cell model of ischemia/reperfusion injury. Presentado en *Advanced Symposium on Hyperbaric Medicine*, Columbia, SC, USA, abril 2-4 de 1998.

Weisz G, et al. Hyperbaric oxygenation in Chron Disease. *J Clin Immunol* 1997;17:154-159.

Boykin J. NO mediation of HBO. Presentado en *Advanced Symposium on Hyperbaric Medicine*, Columbia, SC, USA, abril 9-10 de 1998.

Hart GB. Exceptional blood loss anemia. Treatment with hyperbaric oxygen. *JAMA* 1974;228:1028-1029.

Baroni G, Porro T, Faglia E, Pizzi G, Mastropasqua A, Oriani G, Pedesini G, Favales F. Hyperbaric oxygen in diabetic gangrene treatment. *Diabetes Care* 1987;10:81-86.

Oriani G, Meazza D, Favales F. Hyperbaric oxygen therapy in diabetic gangrene. *J Hyperbaric Med* 1990;5:171-175.

Cianci P, Petrone G, Drager S, Lueders H, Lee H, Shapiro R. Salvage of the problem wound and potential amputation with wound care and adjunctive hyperbaric oxygen therapy: An economic analysis. *J Hyperbaric Med* 1988;3:127-141.

Zamboni WA, Roth AC, Russell RC, Smoot EC. The effect of hyperbaric oxygen on reperfusion of ischemic axial skin flap: a laser doppler analysis. *Ann Plast Surg* 1992;28:339-341.

Hart GB, Lamb RC, Strauss MB. Gas gangrene: a collective review. *J Trauma* 1983;23:991-1000.

Hirn M. Hyperbaric oxygen in the treatment of gas gangrene and perineal necrotizing fasciitis. A clinical and experimental study. *Eur J Surg* 1993;570(Suppl):9-36.

Brown DR, Davis NL, Lepawsky M. A multicenter review of the treatment of major truncal necrotizing infections with and without hyperbaric oxygen therapy. *Am J Surg* 1994;167:485-489

46. Marx RE. Radiation injury to tissue. En: Kindwall EP, ed. Hyperbaric Medicine Practice. Best Publishing Co, Flagstaff, Arizona. 1994:447-503.

Bevers RFM, Bakker DJ, Kurth KH. Hyperbaric oxygen treatment for hemorrhagic radiation. *Lancet* 1995;346:803-805.

Cianci P, Lueders HW, Lee H. Adjunctive hyperbaric oxygen therapy reduces length of hospitalization in thermal burns. *J Burn Care Rehabil* 1989;10:432.

Cianci P, Lueders HW, Lee H. Adjunctive hyperbaric oxygen reduces the need of surgery in 40-80% burns. *J Hyperbaric Med* 1988;3:97.

Thom SR, Taber RI, Mendiguren II, Clark JM, Hardy KR, Fisher AB. Delayed neuropsychologic sequelae after carbon monoxide poisoning: prevention by treatment with hyperbaric oxygen. *Ann Emerg Med* 1995;25:474-480.

Marx RE. Prevention of osteoradionecrosis: A randomized prospective clinical trial of hyperbaric oxygen versus penicillin. *J Am Dent Assoc* 1985;(III):49-54.

Doctor N, Pandya S, Supe A. Hyperbaric oxygen therapy in diabetic foot. *J Postgrad Med* 1992;38:112-114.

Hammarlund C, Sundberg T. Hyperbaric oxygen reduced size of chronic leg ulcers: a randomized double-blind study. *Plast Reconstr Surg* 1994;93:829-834.

54. Oriani G, Faglia E, Favales F, Qurantiello A, Calia P, Michael M. Hyperbaric oxygen in the treatment of diabetic gangrene. *Undersea Hyperbaric Med* 1995;22(Suppl):14.

Brannen AL, Still J, Hayes MS, Orlet H, Rosenblum FR, Watkins P, Law E. randomized prospective trial of hyperbaric oxygen in a referral burn center population. *Undersea Hyperbaric Med* 1995;22(Suppl):11.

Smith B, Slade B, Dooley J, Rieder C, Schirmer B, Folden B, Ortega R. A prospective randomized study of the utility of hyperbaric oxygen in the management of non-healing wounds. Presentado en la reunión del Pacific Chapter de la Undersea and Hyperbaric Medical Society, Travis Air Force Base, California, 1992.

Attar S, Esmond WG, Cowley RA. Hyperbaric oxygen in vascular collapse. *J Thorac Cardiovas Surg* 1962;44:759-770.

Blair E, Henning G, Esmond WG, Attar S, Cowley RA, Michaelis M. The effect of hyperbaric oxygenation (OHP) on three forms of shock-traumatic, hemorrhagic and septic. *J Trauma* 1964;4:652-663.

Elliott DP, Paton BC. Effect of 100% oxygen at one and three atmospheres on dogs subjected to hemorrhagic hypotension. *Surgery* 1965;57:401-408.

Ledingham IM. Hyperbaric oxygen in shock. *Int Anesthesiol Clin* 1969;7:819-839.

Navarro RU, Ferguson CC. Treatment of experimental shock by the combined use of hyperbaric oxygen and low molecular weight dextran. *Surgery* 1968;63:775-781.

Dacie JV. Treatment and prognosis. In: The hemolytic anemias, congenital and acquired: Part II. The autoimmune hemolytic anemias. London: Churchill, 1963:673-692.

Nanney L, Fink LM, Virmani R. perfluorocarbons, morphologic changes in infused liver, spleen, lung and kidney of rabbits. *Arch Pathol Lab Med* 1984;108:631-637.

Bucala R, Kawakami M, Cerami A. Cytotoxicity of a perfluorocarbon blood substitute to macrophages in vitro. *Science* 1983;220:965-967.

Rosenblum WI, Moncure CW, Behm FG. Some long-term effects of exchange transfusion with fluorocarbon emulsions in macaque monkey. *Arch Pathol Lab Med*, 1985;109:340-344.

Lutz J, Barthel U, Metzner P. Variation in toxicity of *Escherichia coli* endotoxin after treatment with perfluorated blood substitutes in mice. *Circ Shock* 1982;9:99-106.

Castro O, Nesbitt AE, Lyles D. Effect of a perfluorocarbon emulsion (Fluosol-DA) on reticulendothelial system clearance function. *Am J Hematol* 1984;16:15-21.

Slovier HA. Perfluoro compounds as artificial erythrocytes. *Fed Proc* 1975;34:1484-1487.

Gould SA, Rosen AL, Sehgal LR, Sehgal HL, Langdale LA, Krause LM, Rice CL, Chamberlin WH, Moss GS. Fluosol-DA as a red-cell substitute in acute anemia. *N Engl J Med* 1986;314:1653-1656.

Rabiner SF, Helbers JR, Lopas H, Friedmann LH. Evaluation of stroma-free hemoglobin solution for use as a plasma expander. *J Exp Med* 1967;126:1127-1142.

Moss GS, Gould SA, Sehgal HL, Rosen AL. Hemoglobin solution - from tetramer to polymer. *Surgery* 1984;95:249-255.

Hoyt DB, Greenberg AG, Peskin GW, Forbes S, Reese H. Resuscitation with pyridoxylated stroma free hemoglobin: Tolerance to sepsis. *J Trauma* 1981;21:938-942.

74. Ellestad MH, Shandling AH, Hart GB, Messenger JC, Van Natta B, Ehitrast D, Rizzi RH, Selvester RH, Hayes M, Smith CW. Hyperbaric oxygen and thrombolysis in myocardial infarction: The "Hot MI Study". *Circulation* 1992;86:Abst.184.

- Swift PC, Turner JH, Oxer HF, O'Shea JP, Lane GK. Myocardial hibernation identified by hyperbaric oxygen treatment and echocardiography in postinfarction. *Am Heart J* 1992;124:1151-1158.
76. Rockswold GL, Ford SE. Preliminary results of a prospective randomized trial of treatment of severely brain-injured patients with hyperbaric oxygen. *Minn Med* 1985;68:533-535.
- 77 Rockswold GL, Ford SE, Anderson DC, Bergman TA, Sherman RE. Results of a prospective randomized trial for treatment of severely brain-injured patients with hyperbaric oxygen. *J Neurosurg* 1992;76:929-934.
78. Nighoghossian N, Trouillas P, Adeleine P, Salord F. Hyperbaric oxygen in the treatment of acute ischemic stroke. A double-blind pilot study. *Stroke* 1991;22:1137-1142.
79. Watson ER, Halnan KE. Hyperbaric oxygen and radiotherapy: a Medical Research Council trial in carcinoma of the cervix. *Br J Radiol* 1978;51:879-887.
- Xin PJ, Miao GC, Zong WC, Rong WS, Min LJ, Yingying C, An ZS, Song LT. the influence of hyperbaric oxygenation on chemotherapy effect in patients with malignant lymphoma. En: Wen-ren Li. Proc 11th Int Cong Hyperbaric Med. Best Publishing Co, Flagstaff, Arizona, 1993:44-47.
- Hoffman G, Bohner D, Desloovere C. Hyperbaric oxygenation as a treatment of chronic forms of inner ear hearing loss and tinnitus. En: Wen-ren Li. Proc 11th Int Cong Hyperbaric Med. Best Publishing Co, Flagstaff, Arizona, 1993:24-27;146-152.
- Fife CE, Meyer JS, Berry JM. Hyperbaric oxygen and acute migraine pain: preliminary results of a randomized blinded trial. *Undersea Biomed Res* 1992;19:106-107.
- Hill RK. A blinded, cross-over controlled study on the use of hyperbaric oxygen in the treatment of migraine headache. *Undersea Biomed Res* 1992;19:106.
84. Myers DE, Myers RAM. A preliminary report on hyperbaric oxygen in the relief of migraine headache. *Headache* 1995;35:197-199.
- Bojic L, Racic G, Gosovic S. The effect of hyperbaric oxygen breathing on the visual field in glaucoma. *Acta Ophthalmol* 1993;71:315-319.
86. Recupero SM, Cruciani F, Picardo V, Sposato PA, Tamanti N, Abdolrahimzadeh S. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of secondary keratoendotheliosis. *Ann Ophthalmol* 1992;24:448-452.
87. Barnes MP, Bates D, Cartledge NEF, French JM, Shaw DA. Hyperbaric oxygen and multiple sclerosis: final results of a placebo-controlled, double-blind trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987;50:1402-1406.
88. Hart G, Rowe MJ, Myers LW. A controlled study of hyperbaric oxygen treatment in multiple sclerosis. *J Hyperbaric Med* 1987;2:1-5.
89. Murthy KN, Maurice PB, Wilmeth JB. Double-blind randomized study of hyperbaric oxygen versus placebo in multiple sclerosis. *Neurology* 1985;35(Suppl 1):104.
90. Oriani G, Barbieri S, Cislighi G. Long-term hyperbaric oxygen in multiple sclerosis. A placebo-controlled, double-blind trial with evoked potentials studies. *J Hyperbaric Med* 1990;5:237-245.

Dirección para correspondencia:

Dr.
Tel. (+) - FAX: (+) - E-Mail: danmex@scubalatin.com.mx

Este documento procede de la REVISTA VIRTUAL DE MEDICINA HIPERBARICA editada por CRIS-UTH (Barcelona) y el CCCMH de España. Las teorías y opiniones expresadas en este artículo pertenecen a sus autores y no necesariamente representan la opinión formal del comité de redacción ni establecen una postura oficial de la REVISTA. Cualquier copia o difusión de este artículo debe citar la filiación completa de los autores, su procedencia y el enlace completo : <http://www.CCCMH.com/REVISTA-OHB/Revista-OHB.htm>.

