

ARTIGO DE REVISÃO

# Oxigenoterapia hiperbárica

FRANCISCO COSTA\*, CARLOS CENTENO\*\*

Serviço de Pneumologia (Director - Dr. José Ilídio Ribeiro )  
Departamento de Pneumologia (Director - Dr. Ramalho de Almeida )  
Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia

## RESUMO

A Oxigenoterapia Hiperbárica (OHB) é um método terapêutico que consiste na administração por via inalatória de oxigénio a uma pressão superior à pressão atmosférica.

O objectivo da OHB é reduzir a hipóxia tecidual (seja ela de causa vascular, traumática, tóxica ou infecciosa) através de uma importante elevação da pressão parcial de oxigénio.

As suas indicações incluem, entre outras, intoxicações pelo monóxido de carbono, acidentes de mergulho (doença de descompressão), embolias gasosas arteriais, gangrena gasosa, osteomielite refractária, isquemia traumática aguda, feridas crónicas e queimaduras.

Embora dispendiosa, a sua capacidade de reduzir a morbidade dependente de lesões tecidulares agudas ou crónicas, pode revelar-se economicamente compensadora.

**Palavras Chave:** Hipóxia tecidual, oxigenoterapia hiperbárica, indicações

## SUMMARY

Hyperbaric oxygen (OHB) therapy is the intermittent administration of 100% oxygen at a pressure greater than sea level.

The object of OHB is to reduce peripheral tissue hypoxia (vascular, traumatic, toxic or infectious) by increasing the tissue oxygen levels.

\* Interno Complementar de Pneumologia

\*\* Assistente Hospitalar Graduado de Pneumologia

Recebido para publicação em 95.12.15

Aceite para publicação: 96.4.4.

The indications for OHB include carbon monoxide poisoning, diving accidents (decompression sickness), gas embolism, gas gangrene, refractory osteomyelitis, acute traumatic ischemia, chronic wounds and thermal burns.

Although hyperbaric therapy is costly, the ability to reduce morbidity associated with acute and chronic tissue injury can be cost effective.

Key-Words: Peripheral tissue hipoxia, hyperbaric oxygen therapy, indications

## INTRODUÇÃO

A oxigenoterapia hiperbárica (OHB) corresponde à administração de O<sub>2</sub> puro (100%) a uma pressão superior à pressão atmosférica ao nível do mar, geralmente entre 2 e 3 ATA (1 ATA ou atmosfera técnica absoluta corresponde a cerca de 760 mmHg).

Este tipo de administração de oxigénio foi inicialmente utilizado na década de 30 como tratamento experimental dos acidentes de mergulho, particularmente das manifestações osteoarticulares mais comuns da doença de descompressão ("the bends").

Na década de 60 investigadores Holandeses demonstraram a sua eficácia nas situações de gangrena gasosa e também a partir dessa altura passou a constituir terapêutica de rotina nos acidentes de mergulho da Marinha Norte-Americana (1).

Algum "exagero" na definição das indicações clínicas da OHB levou ao seu desprestígio durante a década de 70, limitando o seu uso praticamente a centros de investigação (2).

No entanto, vários estudos subsequentes demonstraram a sua importância na preservação de tecidos isquémicos, na potenciação da capacidade fagocítica dos leucócitos e na estimulação da angiogénese e da cicatrização (1,3).

Actualmente as indicações clínicas para o uso da OHB como principal atitude terapêutica ou como complemento aos regimens médico/cirúrgicos tradicionais continuam em expansão.

## MODO DE ADMINISTRAÇÃO

A OHB pode ser administrada em câmaras hiper-

báricas individuais pressurizadas com O<sub>2</sub> a 100% (geralmente de forma transitória como por exemplo nas situações de transporte) ou preferencialmente em câmaras hiperbáricas multilugar onde a compressão é feita com ar e o O<sub>2</sub> é administrado a 100% por máscara, tenda ou tubo endotraqueal. Este tipo de câmaras permitem tratar um ou mais doentes e ter a presença de um acompanhante médico. Estão geralmente dotadas de material para ventilação assistida, monitorizações contínuas (ECG, TA, temperatura, oximetria transcutânea), cuidados habituais de reanimação (perfusões, entubação e aspiração traqueal). Possuem também câmaras de comunicação com exterior que permitem a passagem de material, medicação e do pessoal sem modificar a pressão de tratamento (4).

As sessões desenrolam-se em 3 fases: uma fase de compressão lenta, uma fase de plateau com pressão e duração variáveis de acordo com o protocolo adequado à indicação clínica e uma terceira fase de descompressão lenta.

## FISIOPATOLOGIA

A OHB tem dois tipos de consequências físicas distintas:

— por um lado, a elevação da pressão dos gases inalados leva a uma variação inversamente proporcional do volume desses gases (lei de Boyle-Mariotte), aliás a indicação do seu uso na doença de descompressão e nas embolias gasosas arteriais advem deste "efeito pressão";

— por outro lado, a inalação de O<sub>2</sub> hiperbárico a 100% provoca um aumento substancial da quantidade de O<sub>2</sub> transportada no sangue arterial devido ao

aumento da quantidade de  $O_2$  dissolvido no plasma (a hemoglobina está já quase completamente saturada com a oxigenoterapia normobárica). Assim a 2 ATA a pressão parcial de  $O_2$  arterial é de cerca 1500 mmHg e a 3 ATA a  $PO_2$  arterial atinge 2200 mmHg, correspondendo 6,9 % do volume plasmático a  $O_2$  dissolvido, quantidade suficiente para manter a vida promovendo uma regular oxigenação tecidual na ausência de hemoglobina (1,4).

A isquemia tecidual, qualquer que seja a sua etiologia (vascular, traumática, tóxica ou infecciosa), altera a capacidade de cicatrização e de controle de infecções.

A OHB melhorando a oxigenação tecidual, promovendo tensões de  $O_2$  tecidual de 30 a 40 mmHg, permite melhorar a capacidade fagocítica dos leucócitos e estimula a produção de colágeno pelos fibroblastos, assim constituindo uma matriz de suporte à proliferação de novos capilares.

## INDICAÇÕES

As *embolias gasosas arteriais* podem originar-se em acidentes de mergulho ou serem induzidas iatrogenicamente por procedimentos médicos (biópsias pulmonares, cirurgias ou cateterizações vasculares). A OHB é mandatória nestas situações. Pelo "efeito pressão" leva à redução da dimensão das bolhas intraarteriais e à sua dissolução por contradifusão do azoto para os tecidos. A hiperoxigenação permite ainda melhorar o metabolismo energético cerebral e reduzir a hipertensão intracraniana devida ao edema cerebral associado. O seu início precoce, nas primeiras 6 horas, reduz significativamente a incidência de sequelas neurológicas graves e definitivas (5).

A inalação de gases resultante da combustão incompleta de produtos ricos em carbono leva à *intoxicação pelo monóxido de carbono* que resulta na sua fixação à hemoglobina provocando anóxia tecidual. Esta é uma situação frequente e potencialmente grave, pode provocar sequelas neurológicas que são algumas vezes de instalação tardia (síndrome pós-intervalar). A confirmação diagnóstica é obtida pelo

doseamento da taxa de carboxihemoglobinemia. O efeito terapêutico da OHB resulta da aceleração da velocidade de dissociação da carboxihemoglobina. A semivida da HbCO é de cerca de 80 minutos com a inalação de  $O_2$  a 100% normobárico reduzindo para cerca de 20 minutos a 3 ATA. O aumento do  $O_2$  dissolvido no plasma suprime o défice de oxihemoglobina e inibe a toxicidade tecidual do CO ao promover a sua dissociação das citocromoxidasas e das cadeias respiratórias mitocondriais.

A OHB é mandatória nas situações em que surgem manifestações neurológicas no decurso da intoxicação (perda de consciência, hipertonia, sinal de Babinsky, hiperreflexia osteotendinosa) e nas grávidas, pois não há paralelismo entre a situação clínica da mãe e a gravidade da intoxicação fetal, não apreciável clinicamente (6).

A *gangrena gasosa* é provocada pelas toxinas libertadas por bactérias da família Clostridium e por outros agentes anaeróbios. A atitude terapêutica compreende o uso de antibioterapia e cirurgia de desbridamento. O efeito da OHB nesta situação assenta na sua acção bacteriostática sobre os anaeróbios e pela estimulação da capacidade fagocítica dos polimorfonucleares. São habitualmente efectuadas várias sessões por dia a 2,5 ATA. Iniciadas precocemente podem permitir evitar amputações ou exéreses alargadas. No entanto, esta atitude "conservadora" obriga a uma vigilância médico-cirúrgica apertada. Numa segunda fase a OHB permite acelerar a cicatrização ao estimular a proliferação fibroblástica e a síntese colagénica.

Na *osteomielite crónica refractária* a OHB é usada conjuntamente com o desbridamento cirúrgico, os cuidados locais e a antibioterapia sistémica. A sua acção resulta da capacidade de promover localmente a actividade fagocítica dos leucócitos, a actividade osteoclástica e acelerar a reparação tecidual.

A *necrose de radiação* (óssea ou dos tecidos moles) resulta da isquemia tecidual devida a processos de endarterite obliterante. A OHB restaura a rede capilar facilitando a realização de intervenções cirúrgicas que de outro modo teriam alta incidência de complicações fatais.

As *lesões traumáticas graves dos membros* que provocam má perfusão tecidual podem beneficiar de OHB com o intuito de preservar tecidos de viabilidade reduzida (4).

Em Centros de tratamento de queimados com experiência em OHB esta é utilizada no tratamento de *queimaduras graves*, reduzindo a mortalidade e a necessidade de enxertos cutâneos (1,4).

A OHB não está indicada na generalidade dos *enxertos cutâneos ou feridas cirúrgicas*. No entanto pode ser usada na preparação pré-operatória de tecidos de granulação que aumentam a viabilidade dos enxertos em zonas de vascularização deficiente. Em algumas feridas graves (*úlceras diabéticas, ferida crónica sem tendência a cicatrizar*) a OHB é útil como medida paralela à instituição de cuidados de penso rigorosos, à correcção de défices metabólicos e nutricionais e à cirurgia de revascularização, se necessária (7).

A *surdez de percepção* de instalação súbita, sem etiologia evidente, é atribuída muitas vezes a deficiente irrigação das células sensoriais cocleares e beneficia com a OHB precoce, havendo recuperação de cerca de 50% do défice auditivo em até 70% dos casos se iniciada antes do 8º dia de instalação (4).

#### EFEITOS LATERAIS

O uso da OHB, como qualquer outra atitude terapêutica, comporta riscos de iatrogenia (1,3,4).

De entre todos o mais frequente é o barotraumatismo do ouvido e/ou seios perinasais, passível de ser evitado por medidas preventivas simples (adaptação da velocidade de compressão à tolerância, uso de descongestionantes nasais, manobras de deglutição e Valsalva). O barotraumatismo pulmonar (pneumotorax ou pneumomediastino) é uma situação clínica mais grave e torna mandatória uma cuidadosa avaliação pré-tratamento para exclusão de bolhas ou "blebs" e de "air-trapping" por broncospasmo ou retenção de secreções.

Um efeito lateral menor é a diminuição da acuidade visual que ocorre geralmente após cerca de 20 sessões, por se tratar de fenómeno transitório não associado a alterações patológicas.

A claustrofobia pode ser um problema em alguns doentes, especialmente em câmaras monolugar, devendo ser controlado com psicoterapia e o uso criterioso de sedativos.

As convulsões por hiperóxia surgem como crises tónico-clónicas típicas e são geralmente antecedidas por mioclonias e alterações sensoriais, sinais que devem levar a interromper a sessão de oxigenoterapia. A susceptibilidade individual a esta complicação é muito variável, a sua ocorrência é rara (estimada em 1/10000 sessões), geralmente autolimitada, respondendo à interrupção da OHB.

É conhecido que a exposição prolongada ao O<sub>2</sub> hiperbárico provoca lesões pulmonares a nível capilar e alveolar. A capacidade vital é utilizada como um indicador sensível e subclínico de atingimento pulmonar. É conhecido também que quaisquer mecanismos bioquímicos que possam ser afectados pela hiperóxia, como a inibição enzimática, a formação de peróxidos lipídicos e a geração de radicais livres de oxigénio, podem ser potencialmente tóxicos.

No entanto, os protocolos utilizados actualmente, com 20 anos de experiência em centros especializados, apresentam uma larga margem de segurança.

#### CONCLUSÃO

A nível internacional a OHB encontra-se consideravelmente difundida nos EUA (320 centros), ex-URSS (1500 centros), Europa (80 centros, a maioria na Inglaterra, Itália e França), China (310 centros) e Japão (300 centros). O desenvolvimento da especialidade é recente mesmo nos países desenvolvidos; nos EUA o número de câmaras hiperbáricas decuplicou nos últimos 10 anos e é esperado um desenvolvimento semelhante na Europa (1,3).

A "Undersea and Hyperbaric Medical Society" (UHMS), com sede nos EUA, agrega cerca de 2500 membros em todo o mundo.

Em Portugal os tratamentos hiperbáricos iniciaram-se há cerca de duas décadas no Arsenal do Alfeite por iniciativa da Marinha Portuguesa, precisamente no tratamento de vítimas de acidentes de mergulho.

Actualmente a única câmara hiperbárica multilugar em funcionamento no nosso país está instalada no Centro de Medicina Hiperbárica do Hospital da Marinha, em Lisboa, e está preparada para dar resposta na generalidade das indicações acima referidas.

No entanto, a cobertura é insuficiente atendendo a

que as normas europeias recomendam a existência de uma câmara hiperbárica multilugar por cada 2 milhões de habitantes e que as condições naturais do nosso país, com cerca de 800 km de costa e excelentes recursos submarinos, são usufruídas por um número crescente de mergulhadores.

---

## BIBLIOGRAFIA

---

1. CIANCI P. Hyperbaric oxygen therapy. In Bordow RA, Moser KM (eds.) *Manual of Clinical Problems in Pulmonary Medicine*. Boston. Little, Brown and Company, 1991; 98-102.
2. GABB G, ROBIN ED. Hyperbaric oxygen - a therapy in search of diseases. *Chest* 1987; 92: 1074.
3. *Hyperbaric Oxygen Therapy: A Committee Report*. Bethesda: Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1989.
4. BOUACHOUR G, GUELLO JP, ALQUIC R P. L'oxygénothérapie hyperbare, les indications en urgence. *Rev Prat MG* 1994; 8: 21-26.
5. THEOBALD X, QUINOT JF. Les accidents de la plongée sous-marine. Fréquents et redoutables. *Rev Prat MG* 1993; 7: 44-52.
6. RAPHAEL JC, JARS-GUINCESTRE MC, GADJOS P. Prise en charge des intoxications oxycarbonées aiguës. Oxygène normobare ou hyperbare. *Rev Prat* 1993; 5: 604-7.
7. PERRINS DJ. Influence of hyperbaric oxygen on the survival of split skin grafts. *Lancet* 1: 868, 1967.
8. *U.S. Navy Diving Manual*. Washington, D.C.: Government Printing Office, 1985.
9. FLENLEY DC. Principles of oxygen therapy. In Brewis RAL, Gibson GJ, Geddes DM (eds.) *Respiratory Medicine*. London, Baillière Tindall, 1986; 382.
10. CLARK JM. Hyperbaric oxygen therapy of gas embolism. In Fishman AP (ed.) *Pulmonary Diseases and Disorders*. New York, McGraw-Hill Book Company 1991; 264.