

# O papel da oxigenoterapia hiperbárica no tratamento da gangrena gasosa clostridiana e da fasciite necrotizante

*The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of clostridial gas gangrene and necrotizing fasciitis*

Edgard de Barros Lima<sup>1</sup>, Carlos Henrique A. Bernardes<sup>2</sup>,  
Antônio Carlos Giometti Martins<sup>3</sup>, Carla M. Marcondes<sup>4</sup>

## Resumo

Este artigo tem como objetivo descrever o uso da oxigenoterapia hiperbárica no tratamento da gangrena gasosa clostridiana e da fasciite necrotizante, com ênfase para as bases fisiológicas, os tipos de lesão e os resultados encontrados na literatura mundial. Os autores concluem que o uso da oxigenoterapia hiperbárica, não como tratamento isolado, mas sempre acompanhado dos desbridamentos cirúrgicos necessários e da antibioticoterapia adequada, colabora para reduzir o alto índice de mortalidade dessas doenças.

**Palavras-chave:** oxigenoterapia, gangrena gasosa, fasciite necrosante.

## Abstract

The objective of this article is to describe the use of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of clostridial gas gangrene and necrotizing fasciitis, with special emphasis on physiological bases, types of injury and results found in the literature. The authors conclude that the use of hyperbaric oxygen, not as an isolated treatment, but always as a complement of the necessary surgical debridement and the adjusted antibiotic therapy, helps to reduce the high index of mortality of these diseases.

**Key words:** hyperbaric oxygenation, gas gangrene, necrotizing fasciitis.

A gangrena gasosa clostridiana e a fasciite necrotizante são quadros clínicos que, embora não sejam tão comuns, possuem uma alta taxa de morbi-mortalidade<sup>1</sup>. Uma infecção por clostrídios que envolve o músculo subjacente é denominada de mionecrose por clostrídios ou de gangrena gasosa clostridiana. A maioria das infecções necrotizantes não causadas por clostrídios e algumas causadas por clostrídios disse-

minam-se na fáscia subcutânea entre a pele e a fáscia muscular profunda, sendo comumente denominadas de fasciite necrotizante<sup>2</sup>.

O principal causador da gangrena gasosa, que está presente em 80 a 90% dos casos, é o *Clostridium perfringens*. Os outros cinco agentes que acometem o homem são o *C. novyi*, o *C. septicum*, o *C. histolyticum*, o *C. bifermentans* e o *C. fallax*<sup>3</sup>. Já a fasciite necrotizante é causada por agentes aeróbios e anaeróbios, principalmente por estreptococos beta-hemolíticos, estafilococos hemolíticos, coliformes, enterococos, pseudomonas e bacterioides<sup>4</sup>. A flora bacteriana, entretanto, muda durante o curso da doença, dificultando o tratamento.

A primeira citação de que se tem notícia na literatura sobre fasciite necrotizante foi feita por Hipócrates, no século V a.C.<sup>5</sup>, embora o termo fasciite necrotizante tenha sido usado inicialmente por Wilson em 1952<sup>6</sup>. Em 1883, o francês Jean Alfred Fournier descreveu cinco casos de uma “inexplicável gangrena de pênis e

1. Professor auxiliar de Ensino, Faculdade de Medicina, Universidade Metropolitana de Santos. Membro assistente, Serviço de Medicina Hiperbárica, Santa Casa de Misericórdia de Santos.  
2. Professor titular, Faculdade de Medicina, Universidade Metropolitana de Santos. Chefe do Serviço de Cirurgia Vascular, Santa Casa de Misericórdia de Santos.  
3. Chefe do Serviço de Medicina Hiperbárica, Santa Casa de Misericórdia de Santos.  
4. Angiologista, Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro.

escroto”, que se caracterizava pelos três achados característicos: acometimento abrupto em jovens saudáveis, rápida progressão e ausência de agente causal específico, sendo que, com o passar do tempo, alguns autores expandiram a descrição de Fournier para incluir a fasciite que atinge tanto homens quanto mulheres<sup>7</sup>.

Na fasciite necrotizante, a lesão surge de 24 a 48 horas após cirurgias ou traumatismos que determinem solução de continuidade da pele, como uma picada de inseto<sup>8</sup>, podendo surgir espontaneamente em crianças<sup>9</sup>. Inicia-se com dor repentina, que, no início do quadro, é desproporcionalmente intensa<sup>10</sup>. Não há margens distintas, com a pele escurecendo em pouco tempo, seguindo-se o aparecimento de flictenas e bolhas, inicialmente preenchidas com material seroso que se torna hemorrágico posteriormente. Nesta fase, a infecção se estabelece no subcutâneo, evoluindo para necrose da fáscia superficial e do tecido adiposo, produzindo um fluido aquoso de odor fétido, enquanto é possível encontrar pele de aparência normal e o músculo adjacente permanece intacto<sup>11</sup>.

Já a gangrena gasosa clostridiana pode ser dividida em quatro tipos<sup>12-14</sup>:

**Tipo I** - mionecrose clostridiana difusa extensa (gangrena gasosa verdadeira): o período de incubação normalmente é curto; a pele desenvolve uma descoloração bronzeada e o tecido muscular subjacente sofre necrose, com o paciente apresentando severa toxemia e pouca produção de gás, que só ocorre tardiamente.

**Tipo II** - mionecrose clostridiana localizada: paciente não tem sinais de toxicidade sistêmica, embora o tecido muscular na área afetada sofra necrose.

**Tipo III** - celulite clostridiana com toxicidade: pode ser acompanhada de toxemia similar àquela da mionecrose clostridiana difusa e pode ter um prognóstico igualmente grave. Todo o tecido subcutâneo, incluindo a fáscia, sofre necrose, enquanto o tecido muscular subjacente permanece viável. A formação de gás já é abundante no estágio inicial da infecção.

**Tipo IV** - celulite clostridiana sem toxicidade: os sintomas e achados são similares aos da celulite tóxica, exceto que, neste tipo, não há toxicidade e o processo é mais localizado.

### Definição da oxigenoterapia hiperbárica

O tratamento por hiperóxia hiperbárica pode ser definido como uma administração inalatória e intermi-

tente de oxigênio a 100% a uma pressão maior que ao nível do mar, podendo ser realizada em câmara hiperbárica que comporta apenas um paciente (monopaciente) ou nas que comportam vários paciente (multipaciente)<sup>15</sup>. O efeito imediato da hiperóxia hiperbárica é a hiperoxigenação, resultando no aumento do oxigênio dissolvido no plasma, o qual é diretamente proporcional à pressão parcial do oxigênio inalado<sup>16</sup>. Essa hiperoxigenação causa uma série de efeitos fisiológicos e metabólicos básicos, que podem ser resumidos conforme a Tabela 1.

**Tabela 1** - Efeitos fisiológicos e metabólicos básicos da oxigenoterapia hiperbárica\*

#### Efeitos antimicrobianos

Microbicida e microbiostática (bactérias e fungos)  
Direto (anaeróbios estritos e aeróbios microaerofílicos)  
Indireto (aeróbios facultativos/obrigatórios)

#### Efeitos compensatórios na hipóxia celular

Compensação funcional da PCO<sub>2</sub> (atividade celular - processos regenerativos)  
Compensação crítica da PO<sub>2</sub> (sobrevivência celular - normalização do metabolismo)

#### Efeitos fisiológicos e biofísicos

Vasoconstrição periférica e visceral  
Ação anti edematogênica  
Diminuição do débito cardíaco  
Diminuição da PA\* pulmonar  
Aumento da difusão de gás inerte (por exemplo: nitrogênio)

#### Efeitos mecânicos da pressão

Diminuição de volume de êmbolos gasosos

#### Efeitos farmacodinâmicos sinérgicos

Antibióticos específicos (sulfas, aminoglicosídeos, entre outros)  
Quimioterápicos específicos (bleomicina, adriamicina)  
Radioterapia  
Outras drogas específicas: antiarrítmicos, diuréticos, narcóticos, hipotensores

PCO<sub>2</sub> - pressão parcial de dióxido de carbono;

PO<sub>2</sub> - pressão parcial de oxigênio; PA - pressão arterial

\*Adaptado de Iazzetti<sup>17</sup>

### Indicações da oxigenoterapia hiperbárica

O tratamento clássico da gangrena gasosa clostridiana e da fasciite necrotizante consiste no desbridamento

cirúrgico amplo e na antibioticoterapia adequada. Outra modalidade de tratamento, que vem resultando em melhora nas taxas de morbi-mortalidade, é a oxigenoterapia hiperbárica (OHB). É de extrema importância ressaltar que a OHB não é uma modalidade de tratamento isolada, mas sim um tratamento auxiliar ao tratamento clássico de desbridamento cirúrgico e antibioticoterapia. Já existem relatos na literatura sobre o uso da OHB no tratamento dessas patologias em países como França<sup>18</sup>, Itália<sup>19</sup>, EUA<sup>20,21</sup>, Finlândia<sup>22</sup> e China<sup>23</sup>, entre outros. No Brasil, o Conselho Federal de Medicina publicou, no Diário Oficial da União do dia 19 de outubro de 1995, resolução que regulamenta o uso da OHB em nosso país. Dentre as indicações reconhecidas pela resolução constam a gangrena gasosa clostridiana e a fasciite necrotizante.

A OHB exerce seus efeitos ao aumentar a pressão parcial de oxigênio nos tecidos hipóxicos ou sépticos, enquanto mantém a oxigenação tecidual na ausência de hemoglobina<sup>24</sup>. Por reverter a hipóxia local, a OHB estimula a ação bactericida dos leucócitos, aumenta a replicação dos fibroblastos, aumenta a formação de colágeno e promove a neovascularização<sup>25</sup>. A OHB tem ação antibacteriana sobre o *C. perfringens*, o *C. novyi*, o *C. histolyticum* e o *C. tetani*<sup>26</sup>. Níveis de tensão de oxigênio entre 300 e 400 mmHg têm sido medidos durante a OHB a 2 ATA (atmosfera absoluta), sendo comparados ao nível necessário para a parada de produção de toxina por *Clostridium* em meio de cultura. Uma vez que a produção de toxinas é suspensa, o ciclo da doença é quebrado e as toxinas residuais são rapidamente fixadas nos tecidos<sup>27</sup>. A hiperóxia também restabelece o poder bactericida dos neutrófilos polimorfonucleares, em áreas isquêmicas, sobre patógenos como *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *E. coli* e *S. aureus*<sup>28</sup>. Além destes, o neutrófilo precisa de oxigênio para exercer sua ação bactericida contra *E. coli*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae* e *Proteus vulgaris*<sup>29</sup>.

A indicação da OHB no tratamento da gangrena gasosa pode ser baseada no tipo de infecção clostridiana<sup>14,27</sup>:

**Tipo I** - na gangrena gasosa verdadeira, o paciente tem severa toxemia. Aqueles que sobrevivem às primeiras três sessões dadas nas primeiras 24 horas usualmente controlam a infecção clostridiana.

**Tipo II** - na mionecrose clostridiana localizada, a excisão da musculatura afetada e a antibioticoterapia apropriada usualmente são tratamentos suficientes.

Porém, como a mionecrose localizada pode progredir para o tipo I da doença, a OHB pode ser indicada como profilaxia.

**Tipo III** - na celulite clostridiana com toxicidade, o tratamento é o mesmo adotado para a gangrena verdadeira.

**Tipo IV** - na celulite clostridiana sem toxicidade, incisões, drenagem e antibioticoterapia são intervenções terapêuticas apropriadas e suficientes.

### Outros estudos sobre oxigenoterapia hiperbárica

Os resultados favoráveis ao uso do “tripé” desbridamento, antibioticoterapia e OHB são fartos na literatura mundial. Riseman et al.<sup>30</sup> descreveram 29 pacientes com fasciite necrotizante, 12 dos quais receberam desbridamento cirúrgico e os 17 restantes foram submetidos a OHB aliada a antibioticoterapia e desbridamento. Vinte e nove por cento do grupo tratado com OHB estavam em estado de choque na admissão contra 8% dos pacientes do outro grupo. A mortalidade foi de 23% no grupo tratado com OHB contra 66% no outro grupo. Houve uma necessidade menor de desbridamentos cirúrgicos adicionais no grupo tratado com OHB em relação ao outro grupo (1,2 contra 3,3).

Hollabaugh et al.<sup>31</sup> estudaram 26 pacientes com síndrome de Fournier, sendo que todos os pacientes foram tratados com antibioticoterapia de largo espectro e desbridamentos cirúrgicos. Porém, 14 pacientes receberam OHB como tratamento auxiliar (nos outros casos, não existia câmara hiperbárica no hospital onde foi instituído o tratamento). Constatou-se uma mortalidade de 7% no grupo tratado com OHB contra 42% no grupo que não recebeu OHB.

Niinikoski e Aho<sup>32</sup> descreveram um estudo de 10 anos com 133 pacientes divididos em dois grupos. Quarenta e quatro pacientes foram tratados apenas com desbridamento e antibioticoterapia e 89 pacientes receberam tratamento adicional com OHB. A mortalidade foi de 22% no grupo tratado com OHB e de 45% no grupo que não recebeu OHB.

Korhonen<sup>33</sup>, na Finlândia, ao investigar o efeito da OHB nas tensões de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> em pacientes com fasciite necrotizante, constatou que, durante exposição a OHB a 2,5 ATA, a PO<sub>2</sub> arterial aumentou cerca de sete vezes, enquanto a PCO<sub>2</sub> arterial aumentou apenas ligeiramente. Porém, durante a OHB, a PO<sub>2</sub> do tecido subcutâneo aumentou quatro a cinco vezes

com relação à medida basal, e a  $PCO_2$  também aumentou, mas em uma escala menor, tanto no tecido infectado quanto no são. Em pacientes com fasciite necrotizante, a  $PO_2$  foi maior na vizinhança da área infectada do que na área saudável, mas não de maneira significativa. O autor concluiu, portanto, que esse fato pode ser resultado da vasodilatação e do aumento da microcirculação induzida pelo processo inflamatório associado com infecção ou pode ser resultado da diminuição da utilização do oxigênio pelo tecido local ou por ambos. Os valores da  $PCO_2$  teciduais tendem a aumentar durante a OHB provavelmente por hipoventilação ou por redução da retirada do  $CO_2$  dos tecidos porque a hemoglobina do sangue venoso fica totalmente saturada com oxigênio.

### Conclusão

Concluimos que, no tratamento da gangrena gaseosa clostridiana e da fasciite necrotizante, a OHB tem grande valia, não como tratamento isolado, mas associado aos desbridamentos cirúrgicos necessários e à antibioticoterapia apropriada, desde que a indicação seja adequada e o tratamento seja instituído o mais precocemente possível, visando à diminuição da alta taxa de mortalidade normalmente encontrada nesse tipo de patologia.

### Referências

- Tehrani MA, Ledingham IM. Necrotizing fasciitis. *Postgrad Med J* 1977;53:237-42.
- Alexander JW, Dellinger EP. Infecções cirúrgicas e escolha de antibióticos. In: Townsend MC, Sabiston – Tratado de Cirurgia. 14ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1993. p. 214.
- Heimbach RD. Gas Gangrene: Review and Update. *HBO Review* 1980;1:41-62.
- Arnold HL Jr, Odom RB, James WD. Bacterial infections. In: Odom RB, James WD, Berger TG. *Andrew's Diseases of the Skin - Clinical Dermatology*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1990.
- Descamps V, Aitken J, Lee MG. Hippocrates on necrotizing fasciitis (letter). *Lancet* 1994;344:556.
- Wilson B. Necrotizing fasciitis. *Am J Surg* 1952;18:416-31.
- Stephens BJ, Lathrop JC, Rice WT, Gruenberg JC. Fournier's Gangrene: historic (1764-1978) versus contemporary (1979-1988) differences in etiology and clinical importance. *Am Surg* 1993;59:149-54.
- Mello NA. *Angiologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. p. 269-289.
- Ledingham IM, Tehrani MA. Diagnosis, clinical course and treatment of acute dermal gangrene. *Br J Surg* 1975;62:364-72.
- Jain KK. *Textbook of Hyperbaric Medicine*. 3rd ed. Seattle (WA): Hogrefe & Huber Pub.;1999. p. 188-211.
- Green RJ, Dafoe DC, Raffin TA. Necrotizing fasciitis. *Chest* 1996;110:219-29.
- Korhonen K. Hyperbaric oxygen therapy in acute necrotizing infections. *Ann Chir Gynaecol Suppl* 2000;214:7-36.
- Altemeier WA, Fullen WD. Prevention and treatment of gas gangrene. *JAMA* 1971;217:806-13.
- Davis JC, Dunn JM, Hagood CO, Bassett BE. Hyperbaric medicine in USA Air Force. *JAMA* 1973;224:205-9.
- Lima EB, Martins ACG, Bernardes CHA. Uso da câmara hiperbárica no tratamento do pé diabético. *Revista de Angiologia e Cirurgia Vascul* 2001;10:11-14.
- Basset BE, Bennet PB. Introduction to the physical and physiological basis of hyperbaric therapy. In: Davis JE, Hunt TK. *Hyperbaric Oxygen Therapy*. Bethesda: Undersea and Hyperbaric Medical Society; 1977. p. 11-24.
- Iazzeti PE. Hiperoxigenação hiperbárica. In: Terzi RG. *Equilíbrio ácido-base e transporte de oxigênio*. São Paulo: Manole; 1992. p. 180-204.
- Rouquette-Vincenti I, Petitjeans F, Villeveille T, et al. Gangrène gazeuse sur terrain d'obésité morbide et de diabète. *Ann Endocrinol (Paris)* 2001;62:525-8.
- Vescio G, Battaglia M, Sommella L, et al. Síndrome di Fournier: approccio multidisciplinare. *Ann Ital Chir* 2001;72:355-9.
- Yuen JC, Feng Z. Salvage of limb and function in necrotizing fasciitis of the hand: role of hyperbaric oxygen treatment and free flap coverage. *South Med J* 2002;95:255-7.
- Clark LA, Moon RE. Hyperbaric oxygen in the treatment of life-threatening soft-tissue infections. *Respir Care Clin N Am* 1999; 5:203-19.
- Korhonen K. Hyperbaric oxygen therapy in acute necrotizing infections. With a special reference to the effects on tissue gas tensions. *Ann Chir Gynaecol* 2000;89 Suppl 214:7-36.
- Hsieh WS, Yang PH, Chao HC, Lai JY. Neonatal necrotizing fasciitis: a report of three cases and review of literature. *Pediatrics* 1999;103(4):e53.
- Kindwall EP. Uses of hyperbaric oxygen therapy in the 1990's. *Cleve Clin J Med* 1992;59:517-28.
- Kindwall EP, Gottlieb L, Larson DL. Hyperbaric oxygen therapy in plastic surgery: a review article. *Plast Reconstr Surg* 1991;88:898-908.
- Hill GB. Experimental effects of hyperbaric oxygen on selected clostridial species. *J Infect Dis* 1972;125:17-35.
- Hirn M. Hyperbaric oxygen in the treatment of gas gangrene and perineal necrotizing fasciitis. A clinical and experimental study. *Eur J Surg Suppl* 1993;(570):1-36.
- Goettlieb SF. Oxygen under pressure and microorganism. In: Davis JC, Hunt TK. *Hyperbaric Oxygen Therapy*. Bethesda: Undersea Medical Society; 1970.
- Mandell G. Bactericidal activity of aerobic and anaerobic polymorphonuclear neutrophils. *Infect Immun* 1974;9: 337-41.
- Riseman JA, Zamboni WA, Curtis A, Graham DR, Konrad HR, Ross DS. Hyperbaric oxygen therapy for necrotizing fasciitis reduces mortality and the need for debridements. *Surgery* 1990;108:847-50.

31. Hollabaugh RS Jr, Dmochowski RR, Hickerson WL, Cox CE. Fournier's gangrene: therapeutic impact of hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg* 1998;101:94-100.
32. Niinikoski J, Aho AS. Combination of hyperbaric oxygen, surgery and antibiotics in the treatment of clostridial gas gangrene. *Infect Surg* 1983;1:23-7.
33. Korhonen K, Kuttala K, Niinikoski J. Tissue gas tensions in patients with necrotising fasciitis and healthy controls during treatment with hyperbaric oxygen: a clinical study. *Eur J Surg* 2000;167(7):530-4.

Correspondência:

Dr. Edgard de Barros Lima  
Av. Conselheiro Nébias, 730/54  
CEP 11045-002 - Santos - SP  
Tel.: (13) 3234.4999  
Fax: (13) 3222.1266  
E-mail: [vascularsantos@terra.com.br](mailto:vascularsantos@terra.com.br)