

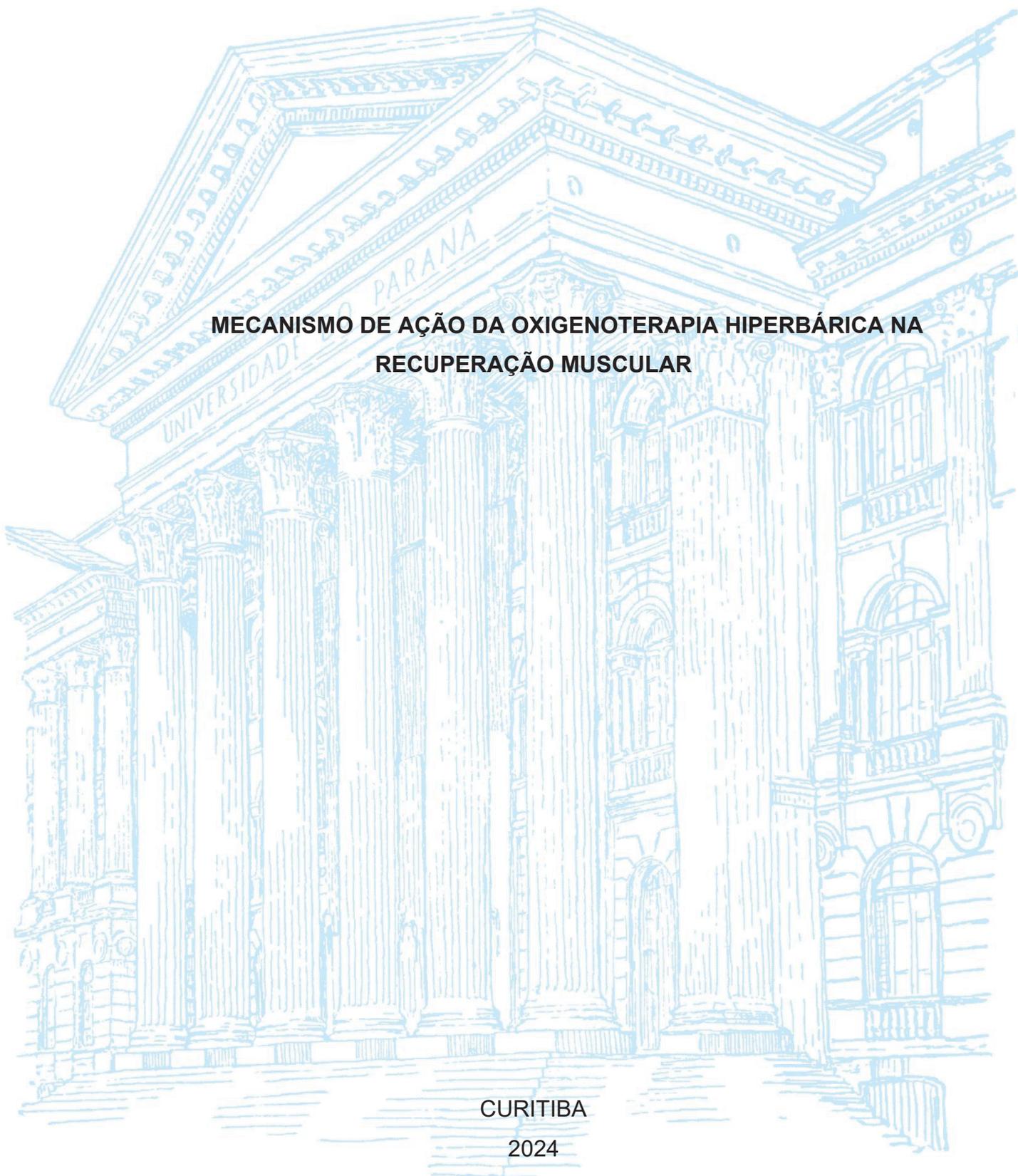
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MIGUEL FELIPE ZIMERMANN

**MECANISMO DE AÇÃO DA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA NA  
RECUPERAÇÃO MUSCULAR**

CURITIBA

2024



MIGUEL FELIPE ZIMERMAN

**MECANISMO DE AÇÃO DA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA NA  
RECUPERAÇÃO MUSCULAR**

Artigo apresentado como requisito parcial  
ao curso de Especialização em Medicina  
do Exercício Físico na Promoção da  
Saúde, Setor de Ciências da Saúde,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador Professor Dr. Anderson  
Zampier Ulbrich

CURITIBA

2024

# MECANISMO DE AÇÃO DA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA NA RECUPERAÇÃO MUSCULAR

MIGUEL FELIPE ZIMERMAN

## RESUMO

As lesões musculoesqueléticas em atletas são comuns e de acordo com múltiplos tratamentos, a oxigenoterapia hiperbárica (OHB), tem efeitos terapêuticos benéficos, como efeitos anti-infecciosos que são complementares ou sinérgicos com antibióticos, diminuição do edema e da necrose isquêmica, diminuição da lesão, potencial cicatrização de tecidos moles, com estimulação a neoangiogênese. A Oxigenoterapia hiperbárica (OHB) é uma forma de tratamento médico através da colocação do corpo humano em uma câmara hiperbárica, em que fornece 100% de oxigênio respiratório, sob uma pressão maior do que a pressão atmosférica. Esta terapia é cada vez mais utilizada em uma ampla gama de áreas clínicas, tratando pacientes ambulatoriais e internados. A metodologia utilizada foi através de um processo de busca nas bases de dados selecionadas que identificou 35 artigos pelo PubMed, Bireme, Scielo, portal da Undersea and Hyperbaric Medical Society, Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica. Os estudos apresentados para a revisão de literatura bibliográfica, fica evidenciado que através do tratamento hiperbárico, há evidências da efetividade da OHB, sobretudo na recuperação musculoesquelética de atletas.

**Palavras-Chave: Músculo; Oxigenoterapia Hiperbárica; Atletas.**

## ABSTRACT

Musculoskeletal injuries in athletes are common and according to multiple treatments, hyperbaric oxygen therapy (HBOT) has beneficial therapeutic effects, such as anti-infectious effects that are complementary or synergistic with antibiotics, decreased edema and ischemic necrosis, decreased injury, potential healing of soft tissues, with stimulation of neoangiogenesis. Hyperbaric Oxygen

Therapy (HBOT) is a form of medical treatment by placing the human body in a hyperbaric chamber, which provides 100% respiratory oxygen, under a pressure greater than atmospheric pressure. This therapy is increasingly used in a wide range of clinical areas, treating both outpatients and inpatients. The methodology used was through a search process in selected databases that identified 35 articles through PubMed, Bireme, Scielo, portal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Brazilian Society of Hyperbaric Medicine. The studies presented for the literature review show that through hyperbaric treatment, there is evidence of the effectiveness of HBO, especially in the musculoskeletal recovery of athletes.

**Keywords: Muscle; Hyperbaric Oxygenation. Athlete**

## 1. INTRODUÇÃO

As lesões musculoesqueléticas do tipo estiramentos, distensões e rupturas musculares parciais ou completas são aquelas que ocorrem mais comumente durante a prática de esportes, que causam sintomas como dor, inchaço, sensibilidade, perda de força e restrição do movimento e em casos mais graves, ocorrem hematomas, deformidades visíveis na área afetada e até mesmo fraturas. Estiramentos e distensões respondem por aproximadamente 10 a 55% de todas as lesões sofridas, e representam uma preocupação no âmbito da medicina esportiva. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), sugerem que as lesões musculoesqueléticas são as causas mais comuns de dores intensas em longo prazo, além de causarem a incapacidade física, e afetarem inúmeros atletas em todo o mundo. (Contreras-Muñoz et al., 2016).

No que diz respeito ao tratamento para as lesões musculoesqueléticas, a oxigenoterapia hiperbárica (OHB) vem se tornando uma eficiente alternativa na recuperação dos atletas, foi documentada como tratamento eficaz e sendo aprovada em indicações médicas pela Undersea and Hyperbaric Medical Society que é uma organização sediada nos EUA em apoio primário nas pesquisas sobre questões de medicina hiperbárica. Este método de tratamento refere-se à colocação do corpo humano em um ambiente com 100% de oxigênio respiratório dentro de câmara hiperbárica (FIGURA 1), no qual a pressão é maior do que a pressão atmosférica (1 atmosfera absoluta = 101 kPa) para aumentar a dissolução de oxigênio físico e a pressão parcial de oxigênio no sangue. A diferença da pressão parcial de oxigênio entre o sangue e as células é a distância da difusão efetiva de oxigênio. (Huan Zhu, Guang Tian, Yu Jin et al., 2023).



Figura.1 Câmara Hiperbárica

Sendo assim, tem efeitos anti-infecciosos que são complementares ou sinérgicos com antibióticos, promovendo a diminuição do edema e da necrose isquêmica, diminuição da lesão por reperfusão sanguínea, tendo assim melhores resultados na cicatrização de tecidos moles e que acaba por ser induzido por uma neovascularização e neoangiogênese, bem como estimulação na produção de colágeno por fibroblastos. No contexto de traumas ortopédicos e de tecidos moles, todos esses efeitos podem melhorar a reabilitação de um músculo lesionado na fase inflamatória e proliferativa de uma lesão osteomuscular. (Manish; Raj; Ajay, et al., 2023).

Conseqüentemente, a oxigenioterapia hiperbárica ganhou considerável atenção entre os especialistas em medicina esportiva, tendo como uma terapia adjuvante para na recuperação de lesões musculares em atletas, sendo que o desempenho competitivo de um atleta está correlacionado com sua capacidade de recuperação e a quantidade de substâncias indutoras de fadiga em sua corrente sanguínea. Com base no estudo (Chen et al., 2019) e demonstra um método viável aos protocolos de tratamento atuais para facilitar a recuperação precoce de lesões musculares relacionadas ao exercício.

Frente ao exposto, o objetivo dessa revisão de literatura é identificar os benefícios do Tratamento Hiperbárico, sobre as principais intercorrências presentes em atletas com lesões musculoesqueléticas.

## **2. METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo descritivo, do tipo revisão da literatura, de abordagem qualitativa, por meio da identificação, leitura e síntese dos resultados de artigos científicos.

Os dados foram obtidos pelo acesso as bases de dados eletrônicas: Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed (National Library of Medicine Medicine), Bireme; Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica Undersea and Hyperbaric Medical Society, por meio dos DeCS (Descritores em Ciência da Saúde): Músculo; Oxigenoterapia Hiperbárica; Atletas; (Muscle; Hyperbaric Oxygenation; Athlete).

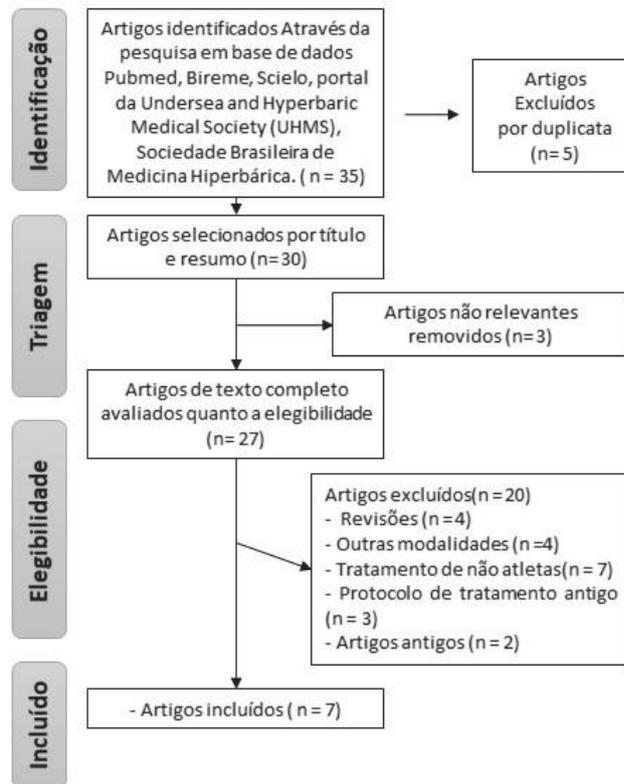
Foram incluídos artigos na língua portuguesa e inglesa publicados entre 2014 e 2024. Foram excluídas teses e dissertações, artigos de relatos de caso ou experiência, cartas, editoriais, artigos científicos duplicados entre as bases de dados e estudos que não refletiam a temática do trabalho.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1 Seleção dos estudos**

O processo de busca nas bases de dados selecionadas identificou 35 artigos sendo: PubMed (n=15), Bireme (n = 5) e Scielo (n=10) portal da Undersea and Hyperbaric Medical Society (n=3), Sociedade Brasileira de Medicina Hiperbárica (n=2). Um total de 8 artigos foram excluídos por duplicatas (n=5) ou baseado no título e resumo (n=3). Posteriormente, 27 estudos seguiram para avaliação quanto à elegibilidade, dos quais 21 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos, sendo: revisões (n=4), outras modalidades (n = 4), tratamento de não atletas (n=8), protocolo de tratamento antigo (n=3), artigos antigos (n=2). Ao final do processo, um total de 6 artigos atenderam aos critérios de inclusão e foram incluídos na revisão. O fluxograma de seleção completo encontra-se na Figura 2.

**Figura 2** - Fluxograma de seleção dos artigos



### 3.1 Amostra e características dos estudos

Os estudos totalizaram de acordo com amostragem de participantes atletas com lesões musculoesqueléticas, sendo que um estudo recrutou participante que jogava futebol (BARROSO et al., 2011), e sete incluíram tanto estudos realizados sobre a fisiologia quanto bioquímica muscular e resultados de tratamento com oxigenioterapia hiperbárica. (OLIVEIRA, 2010; BARBOSO et al., 2011; KAZUYOSHI YAGISHITA MD, PhD et al., 2017; MICHINARI HIEDA et al., 2019; JINHEEWOO et al., 2020; SANTANNA 2022; SOUZA et al., 2023). O sumário detalhado acerca dos artigos selecionados encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1. Características dos estudos

AUTOR E ANO	TITULO	CONCLUSÕES
OLIVEIRA (2010)	O tratamento com OHB na fase de recuperação teve um impacto positivo no alívio da inflamação resposta e dano muscular após o exercício.	Estudos apresentam varias limitações e com grande variabilidade. Tem mostrados resultados interessantes na recuperação muscular.
BARROSO; FUCHS; THIELE, (2011)	Osteonecrose espontânea do joelho em atleta –tratamento com o uso de câmara hiperbárica:	O tratamento com câmara hiperbárica é algo recente e tem mostrado alguns resultados promissores. Ela foi utilizada inicialmente para o tratamento da osteonecrose da cabeça femoral. Determina uma melhora na maioria dos pacientes.
KAZUYOSHI YAGISHITA et al., (2017)	Os efeitos da oxigenoterapia hiperbárica na redução do edema e da dor em Atletas com entorse de tornozelo na fase aguda	Nossos resultados sugeriram que a terapia com HBO2 pode proporcionar uma redução em curto prazo da edema e dor em atletas com entorse de tornozelo
MOGHADAM et al. (2019)	Oxigenoterapia Hiperbárica no Esporte Lesões musculoesqueléticas	A oxigenoterapia hiperbárica tem a capacidade de melhorar o fornecimento de oxigênio, reduzir o edema e a inflamação patológica, mitigar lesão de isquemia/reperfusão, melhorar o colágeno síntese e deposição, e induzir neovascularização e neoangiogênese.
JINHE WOO et al. (2020)	Efeitos da Oxigenoterapia Hiperbárica sobre Inflamação, Equilíbrio Oxidativo/Antioxidante, e danos musculares após exercício agudo.	O tratamento com Oxigenio Hiperbarico na fase de recuperação teve um impacto positivo no alívio da inflamação resposta e dano muscular após o exercício.
SantAnna et al. (2022)	Lesão muscular: Fisiopatologia, diagnóstico e tratamento	A compreensão dos mecanismos fisiopatológicos que regulam a reparação muscular e sua adaptação ao treinamento físico são essenciais para o profissional que se propõe a tratar destes pacientes. Estas são a base para o desenvolvimento dos meios de prevenção de lesões e para o tratamento adequado e reabilitação das lesões instaladas.

DE SOUZA et al. (2023)	Efeitos da oxigenoterapia hiperbárica na regeneração tecidual	OHB é capaz de auxiliar em processos regenerativos, redução de edemas e atenuar a fadiga muscular.
------------------------	---	--

A presente revisão integrativa investigou os efeitos de mecanismo de recuperação músculo esquelética através do tratamento hiperbárico durante períodos pós treinamento e competição em diferentes grupos de atletas. Os resultados obtidos apresentam divergências na magnitude do efeito no tratamento hiperbárico em que analisados entre os estudos, possivelmente devido às diferenças de lesões musculares esqueléticas.

A oxigenoterapia hiperbárica (OHB) tem se mostrado uma intervenção altamente relevante e eficaz na esfera da medicina esportiva, especialmente no que diz respeito à recuperação de lesões musculoesqueléticas. Ao proporcionar a administração de oxigênio em um ambiente caracterizado por alta pressão, a OHB não apenas intensifica a oxigenação dos tecidos afetados, mas também cria um contexto altamente favorável para a cicatrização e regeneração muscular. Diversos estudos têm evidenciado que essa abordagem terapêutica não apenas reduz a inflamação e o edema nos músculos comprometidos, mas também estimula a síntese de colágeno e a formação de novos vasos sanguíneos, processos esses que são fundamentais para a recuperação eficaz de lesões (MOGHADAM et al., 2019).

Nos achados do presente estudo, ocorre efeitos significativos no sistema muscular e que diminui os distúrbios metabólicos, proporcionando benefícios tanto na recuperação de atletas como na qualidade de eficácia na redução de lesões e de sintomas. (JINHEEWOO et al., 2020)

De acordo com a arquitetura do corpo humano o tecido muscular esquelético possui a maior massa do organismo, correspondendo a 45% do peso total. As fibras musculares geralmente se originam em um osso ou tecido conectivo denso e se inserem em outro osso através de uma inserção tendínea. Os músculos com função tônica ou postural geralmente são uniarticulares, largos, planos, com velocidade de contração baixa e com capacidade de geração e manutenção de força contrátil grande. Os músculos bi articulares têm velocidade de contração e capacidade para mudança de comprimento maiores;

contudo, possuem menor capacidade de suportar tensão (SantAnna et al., 2022).

As lesões musculares podem ser causadas por contusões, estiramentos ou lacerações e pode ser considerada indireta ou direta. A lesão indireta é relacionada a ausência de contato, pode ser de causa funcional, por sobrecarga mecânica, lesão neurológica ou estrutural, que ocorre quando há uma ruptura muscular parcial ou completa, como a lesão em uma concentração excêntrica. A lesão direta ocorre no local do contato, podendo causar uma laceração ou contusão. Mais de 90% de todas as lesões relacionadas ao esporte são contusões ou estiramento. Já as lacerações musculares são as lesões menos frequentes no esporte. (SantAnna et al, 2022)

A atual classificação separa as lesões entre leves, moderadas e graves. Os sinais e sintomas das lesões grau I são edema e desconforto; grau II, perda de função, gap e equimose eventual; grau III, rotura completa, dor intensa e hematoma extenso com reação celular inflamatória. Além das características descritas acima, aspectos relacionados à etiologia e à localização anatômica da lesão (SantAnna et al, 2022).

A Oxigenoterapia hiperbárica (OHB) passa a existir em nosso País a partir de 1967, por meio da marinha do Brasil, no Hospital Naval Marcílio Dias (HNMD). Esse tratamento tem seus fundamentos nas leis da física de mergulho, ou seja, embasadas nas leis de Dalton, Henry e Boyle.

A Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) caracteriza o tratamento como uma intervenção em que um indivíduo respira quase 100% de oxigênio intermitentemente, enquanto se encontra dentro de uma câmara hiperbárica pressurizada para maior que a pressão do nível do mar (1 atmosfera absoluta [ATA], que converte para 101.325 Kilopascals [kPa]). Para fins clínicos, a pressão deve igualar ou exceder 1,4 ATA (141,86 kPa) enquanto respira perto de 100% de oxigênio e assim tem a capacidade de melhorar oxigênio sanguíneo promovendo uma excelente recuperação muscular.

Adicionalmente, a OHB se destaca por sua capacidade de reduzir o estresse oxidativo, uma condição frequentemente exacerbada em atletas após a prática de exercícios intensos. O acúmulo de radicais livres durante o esforço físico pode resultar em fadiga muscular e degradação celular, impactando negativamente tanto o desempenho atlético quanto o processo de recuperação.

Assim, a intervenção com oxigênio hiperbárico, ao melhorar o equilíbrio entre as espécies reativas e os mecanismos antioxidantes do organismo, pode ser uma estratégia valiosa para acelerar a recuperação muscular e diminuir o tempo necessário para a reabilitação (De Souza et al., 2023).

Para Moghadam et al. (2019), a oxigeneoterapia hiperbárica se constitui em um tratamento bem estabelecido para uma variedade de condições clínicas. Segundo os autores, o tratamento deve ser administrado diariamente pelo período de 1 a 2 horas, a pressões de 2,0 a 2,8 ata, dependendo da indicação, e as lesões esportivas geralmente são tratadas em 3 a 10 sessões. Sendo documentada como eficaz e aprovada em 14 indicações médicas pela Sociedade Médica Submarina e Hiperbárica.

O tratamento com oxigênio hiperbárico para lesões musculoesqueléticas esportivas vem recebendo maior atenção, acredita-se que possa permitir que atletas lesionados se recuperem rapidamente, em comparação aos métodos de reabilitação considerados padrão. Ainda segundo os pesquisadores, qualquer redução no período de reabilitação de atletas colegiados e profissionais pode ser financeiramente significativa para as equipes esportivas de alto nível. Nesse sentido, ainda são necessários estudos controlados, multicêntricos e de larga escala envolvendo seres humanos para avaliar se efetivamente existem efeitos benéficos relacionados no tocante ao uso da OHB no reparo de lesões musculoesqueléticas, (Moreira; Campos, 2020).

Foi realizado um estudo com intervenção de oxigênio hiperbárico, tem um importante efeito na função do sistema oxidativo-antioxidante do corpo (Gao, et al. 2023), onde um grupo de teste foi submetido a intervenção de oxigênio hiperbárico a 1,3 ATA de 4 semanas, 4 vezes por semana, o grupo controle passou por recuperação natural.

No grupo controle, na Semana 4 a creatina quinase estava significativamente mais alto do que na Semana 0 ( $P < 0,05$ ) e também se encontrava mais alto do que no grupo experimental ( $P < 0,05$ ). Não houve interações no grupo por tempo relevante em BU (ureia sanguínea), Testosterona (T), Cortisol (C) ou Testosterona/Cortisol ( $P > 0,05$ ), mas ocorreu o aumento de BU no grupo controle. O nível de T/C no grupo experimental sofreu leve alta, enquanto apresentou redução no grupo controle.

Os resultados desse estudo demonstram que uma intervenção de tratamento hiperbárica com oxigênio a 1,3 ATA de quatro semanas, melhorou a função do sistema oxidante-antioxidante, o que pode interferir positivamente na recuperação dos estados funcionais do corpo e reduzir o grau de fadiga provocado por exercícios em atletas. Assim, acreditamos que a intervenção de oxigênio hiperbárico a 1,3 ATA pode ser usada para estimular a recuperação da função física e de lesões osteomusculares em atletas.

Embora os resultados obtidos até o presente momento sejam encorajadores e promissores, ainda existem lacunas consideráveis na pesquisa relacionada à oxigenoterapia hiperbárica. Estudos futuros devem concentrar-se em ensaios clínicos controlados e randomizados, que envolvam amostras maiores e considerem as diversas categorias de lesões musculoesqueléticas, além de variáveis como a duração e a frequência das sessões de terapia. A investigação dos mecanismos moleculares que elucidam os efeitos da OHB na recuperação muscular poderá fornecer insights adicionais que ajudem a otimizar os protocolos de tratamento.

A padronização dos métodos de aplicação da OHB, incluindo a definição de pressões ideais e tempos de sessão apropriados, é crucial para maximizar os efeitos benéficos dessa terapia. A colaboração estreita entre médicos, fisioterapeutas e profissionais especializados em medicina esportiva será fundamental para desenvolver diretrizes abrangentes e fundamentadas em evidências sobre a utilização da oxigenoterapia hiperbárica na reabilitação de atletas.

É crucial ressaltar que os benefícios da OHB em acelerar a recuperação de lesões musculares não se restringem apenas à saúde dos atletas, mas também possuem implicações significativas para a gestão financeira das equipes esportivas. A redução do período de afastamento devido a lesões permite que os atletas permaneçam em condição ideal de competição, o que se torna essencial para o seu desempenho em competições e para a sustentabilidade financeira das equipes a longo prazo.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As implicações clínicas da oxigenoterapia hiperbárica são vastas e abrangem não apenas atletas de elite, mas também indivíduos que praticam atividades físicas em geral. A integração da OHB como uma terapia adjuvante pode revolucionar a maneira como a reabilitação é abordada, oferecendo uma alternativa eficaz e inovadora para a recuperação de lesões. Profissionais de saúde devem ser encorajados a considerar a OHB como uma parte essencial de um plano de tratamento multidisciplinar, garantindo assim um atendimento mais abrangente e eficaz aos seus pacientes.

Em síntese, a oxigenoterapia hiperbárica representa uma inovação promissora na medicina esportiva, proporcionando aos atletas uma nova esperança para uma recuperação mais rápida e eficaz. A continuidade das investigações nesta área poderá solidificar seu uso como um padrão de excelência no tratamento de lesões musculoesqueléticas, contribuindo de maneira significativa para a saúde e o desempenho dos atletas em todo o mundo. A busca por evidências adicionais e um entendimento mais profundo dos mecanismos envolvidos na OHB é essencial para que esta terapia alcance seu pleno potencial dentro do contexto esportivo, beneficiando assim tanto a saúde individual dos atletas quanto o desempenho coletivo das equipes

## REFERÊNCIAS

American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.

Bajek S, Nikolić M, Soić-Vranić T, Arbanas J, Bajek G: Effect of hyperbaric oxygen treatment on myogenic transcriptional factors in regenerating rat masseter muscle. *Coll Antropol.* 2011, 35 Suppl 2:91-5.

Branco BH, Fukuda DH, Andreato LV, Santos JFS, Esteves JVDC, Franchini E. The Effects of hyperbaric oxygen therapy on post-training recovery in Jiu-Jitsu athletes. *PLoS One.* 2016;11(3):e0150517.

Cabric M, Medved R, Denoble P, Zivkovic M, Kovacevic H. Effect of hyperbaric oxygenation on maximal aerobic performance in a normobaric environment. *J Sports Med Phys Fitness* 1991;31:362-6.

Costa Maia MC, Camacho OF, Pinto Marques AF, Coelho PMB. Hyperbaric oxygen therapy treatment for the recovery of muscle injury induced in rats. *Diving Hyperb Med.* 2013;43:222–5. PMID: 24510328.

Francis A, Baynosa RC. Hyperbaric oxygen therapy for the compromised graft or flap. *Adv Wound Care (New Rochelle).* 2017;6:23–32. doi: 10.1089/wound.2016.0707. PMID: 28116225.

Grassmann JP, Schnependahl J, Hakimi AR, Herten M, Betsch M, Lögters TT, et al. Hyperbaric oxygen therapy improves angiogenesis and bone formation in critical sized diaphyseal defects. *J Orthop Res.* 2015;33:513–20. doi: 0.1002/jor.22805. PMID: 25640997.

Gregorevic, P., Lynch, G.S. and Williams, D.A. (2000) Hyperbaric oxygen improves contractile function of regenerating rat skeletal muscle after myotoxic injury. *J Appl Physiol.*

Harrison, B., Robinson, D., Davison, B., Foley, B., Seda, E. and Byrnes, W. (2001) Treatment of exercise-induced muscle injury via hyperbaric oxygen therapy. *Med Sci Sports Exercise.*

Henry P, Rech FV. Relatório da primeira Conferência Brasileira de Consenso em Medicina Hiperbárica: Recomendações Para Aplicações clínicas e práticas de tratamento com oxigênio hiperbárico. Diretrizes de Segurança, Qualidade e Ética. SBMH, 2019.

Hodges ANH, Delaney S, Lecomte JM, Lacroix VJ, Montgomery DL. Effect of hyperbaric oxygen on oxygen uptake and measurements in the blood and tissues in a normobaric environment. *Br J Sports Med.* 2003;37:516-20.

Mekjavic, I.B., Exner, J.A., Tesch, P.A. and Eiken, O. (2000) Hyperbaric oxygen therapy does not affect recovery from delayed onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exercise*.

Ministério da Marinha. Manual Didático de Medicina Submarina. Rio de Janeiro: Ciama, 1987.

Navid M, Michinari H, Lindsey R, Levine BD, Guilliod R. Hyperbaric oxygen therapy in sports musculoskeletal injuries. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;52(6):1420-6.

Ogilvie-Harris DJ, Gilbert M. Treatment modalities for soft tissue injuries of the ankle: A critical review. *Clin J Sport Med*. 1995; 5(3): 175-186. Web site. [http://journals.lww.com/cjsportsmed/Abstract/1995/07000/Treatment\\_Modalities\\_for\\_Soft\\_Tissue\\_Injuries\\_of.8.aspx](http://journals.lww.com/cjsportsmed/Abstract/1995/07000/Treatment_Modalities_for_Soft_Tissue_Injuries_of.8.aspx). Accessed December 6, 2016.

Ozkan and C. H. Ibrahim, "Dehydration, skeletal muscle damage and inflammation before the competitions among the elite wrestlers," *Journal of Physical Therapy Science*,

Staples, J., Clement, D., Taunton, J. & McKenzie, D. (1999). Effects of hyperbaric oxygen on a human model of injury. *American Journal of Sports Medicine*, Strauss MD. Crush injuries and skeletal muscle-compartment syndromes.

Hyperbaric Oxygen Therapy Indications. 13th Ed. North Carolina, USA: Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc Best Publishing; 2014  
Stroberg MV. Alterações fisiológicas na prática do mergulho. *Âmbito Medicina Desportiva* 1995;4:5-16.