VOL. XV - N º- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111

RESC

Revista Eletrônica Saúde e Ciência

FACULDADE CEAFI
Educação superior em saúde

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Corpo Editorial

Editor Chefe

Giulliano Gardenghi (Goiás)

Conselho Editorial

Alexandre Galvão da Silva (São Paulo)
Ana Cristina Silva Rebelo (Goiás)
Cristiane de Almeida Nagata (Goiás)
Fabíola Maria Ferreira da Silva (Distrito Federal)
Fernanda Nora (Goiás)
Francisco Tiago Oliveira de Oliveira (Bahia)
Geovana Sôffa Rézio (Goiás)
Geruza Naves (Goiás)
Gisela Arsa da Cunha (Mato Grosso)
Jefferson Petto (Bahia)
Lílian Christina Oliveira e Silva (Goiás)
Linda Moreira Fernandes (Goiás)
Lorena Carla Oliveira (Goiás)
Lorena Cristina Curado Lopes (Goiás)
Luciana França Ribeiro (Distrito Federal)
Maria Aparecida Sumã Pedrosa Carneiro (Goiás)
Marília Rabelo Holanda Camarano Harger (Goiás)
Mateus Camaroti Laterza (Minas Gerais)
Natália Cristina Azevedo Queiroz (Goiás)
Nayara Rodrigues Gomes (Goiás)
Onésia Cristina Oliveira Lima (Goiás)
Ricardo Moreno (Distrito Federal)
Rosana de Morais Borges Marques (Goiás)
Silvana Alves (Rio Grande do Norte)
Thaís Bandeira Riesco (Goiás)
Thereza Cristina Abdalla (Goiás)
Wladimir Musetti Medeiros (São Paulo)

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Sumário

EDITORIAL

PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM FISIOTERAPIA (Lorena Carla Oliveira e Silva)_____4-5

ARTIGOS ORIGINAIS

EFEITOS DO USO INTEGRADO DA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA NA RECUPERAÇÃO E PREVENÇÃO DE LESÕES NO FUTEBOL PROFISSIONAL: ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO (Luiz Alberto Rosan, Rodrigo Kallás Zogaib, Alef Serrat Pinheiro, Marcos do Nascimento Jesuino, Leandro da Silva Xavier, Débora Dias Ferraretto Moura Rocco, Caroline Simões Teixeira, Diego de Oliveira, Kelsey Ribeiro de Andrade, Marcelo de Morais Amâncio, João Carlos de Sousa Nobre, Alexandre Galvão da Silva) _____6-22

PREVALÊNCIA DE FRAQUEZA MUSCULAR E BAIXA CAPACIDADE FUNCIONAL EM PACIENTES INTERNADOS NAS ENFERMARIAS DE UM HOSPITAL PRIVADO DE ALTA COMPLEXIDADE. (Amanda Ribeiro Gomides, Gabriella Toffoli Carneiro, Jaqueline de Oliveira Martineli, Jaqueline Aparecida Almeida Spadari, Giulliano Gardenghi) _____23-33

COMUNICAÇÕES BREVES

CUIDADOS RESPIRATÓRIOS NA RIGIDEZ TORÁCICA INDUZIDA POR FENTANIL (Vitória Maria Santos de Moura, Giulliano Gardenghi) _____34-41

O LADO ESQUECIDO DO CORAÇÃO (Francisco Tiago Oliveira de Oliveira)_____42-45

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Editorial

PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM FISIOTERAPIA

SCIENTIFIC PRODUCTION IN PHYSIOTHERAPY

Lorena Carla Oliveira e Silva

Fundadora da Faculdade CEAFI

Celebrar a ciência é, antes de tudo, celebrar pessoas, trajetórias e escolhas feitas com propósito. Ao folhear mais uma edição da Revista Eletrônica Saúde e Ciência (RESC), somos convidados a revisitar a nossa própria história e, ao mesmo tempo, a olhar com esperança e responsabilidade para o futuro que se desenha.

A RESC nasceu em 2011, em consonância com o amadurecimento científico da Fisioterapia e das Ciências da Saúde no Brasil, como um espaço de acesso livre, democrático e comprometido com a produção e a divulgação do conhecimento baseado em evidências. Desde a sua primeira edição, com dez artigos publicados, até os volumes mais recentes, a revista consolidou-se como um instrumento de estímulo à pesquisa, à reflexão crítica e ao fortalecimento da prática profissional qualificada.

Ao longo desses anos, acompanhamos o crescimento da produção científica nacional, a ampliação dos programas de pós-graduação, a formação de novos pesquisadores e a necessidade cada vez maior de que o conhecimento produzido alcance a prática clínica e transforme realidades. A RESC caminhou junto com esse movimento. Publicamos edições regulares, suplementos especiais, números comemorativos e edições temáticas que marcaram momentos importantes da nossa trajetória institucional e acadêmica.

Este editorial ganha um significado ainda mais especial por coincidir com um marco histórico da Faculdade CEAFI, que completou, em novembro de 2025, 25 anos de existência. Um quarto de século dedicado à formação de profissionais da saúde, ao ensino de excelência, à ética, à inovação e ao compromisso genuíno com o cuidado humano. A revista RESC é parte viva dessa história e expressa, em cada artigo publicado, os valores que sustentam a nossa instituição.

É impossível falar da trajetória e da constância da RESC sem registrar um agradecimento especial ao nosso Coordenador Científico, Giulliano Gardenghi. Sua dedicação incansável, seu rigor acadêmico e seu compromisso com a excelência científica foram, e continuam sendo, fundamentais para que a revista mantivesse regularidade, qualidade e credibilidade ao longo dos anos. A RESC é o resultado desse trabalho sério, generoso e comprometido com a ciência, conduzido com maestria por quem acredita profundamente no poder transformador do conhecimento.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

O ano de 2025 também representa um momento de transição e de novos começos. Em dezembro, encerrou-se um ciclo importante da sociedade construída com minha sócia, Alessandra Dorça, a quem registro meu respeito e gratidão pela caminhada compartilhada na construção da Faculdade CEAFI e da RESC. A partir deste momento, assumo integralmente a condução deste projeto educacional, com a responsabilidade e a alegria de iniciar um novo ciclo, pautado por inovação, expansão e fortalecimento acadêmico, sem jamais abrir mão da qualidade que sempre nos definiu.

A edição que ora apresentamos reflete exatamente esse espírito. Reúne artigos originais que abordam temas atuais e relevantes, como os efeitos da oxigenoterapia hiperbárica na recuperação e prevenção de lesões em atletas profissionais, a prevalência de fraqueza muscular e a baixa capacidade funcional em pacientes hospitalizados em instituições de alta complexidade, além de comunicações breves que discutem cuidados respiratórios em contextos clínicos desafiadores, como a rigidez torácica induzida por fentanil. Soma-se a esses trabalhos uma escrita sensível e reflexiva em O lado esquecido do coração, lembrando-nos de que ciência e humanidade caminham juntas.

Mantemos a convicção de que produzir, publicar e compartilhar conhecimento é um ato de responsabilidade social. A ciência fortalece a profissão, qualifica a assistência, amplia horizontes e gera impacto real na vida das pessoas. Que esta edição da RESC inspire pesquisadores, docentes, estudantes e profissionais a seguirem questionando, investigando e transformando a prática em saúde.

Seguimos em frente, honrando o caminho percorrido e construindo, com coragem e propósito, tudo aquilo que ainda está por vir.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Artigo Original

EFEITOS DO USO INTEGRADO DA OXIGENOTERAPIA HIPERBÁRICA NA RECUPERAÇÃO E PREVENÇÃO DE LESÕES NO FUTEBOL PROFISSIONAL: ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO

EFFECTS OF INTEGRATED HYPERBARIC OXYGEN THERAPY ON RECOVERY AND INJURY PREVENTION IN PROFESSIONAL FOOTBALL: A PROSPECTIVE COHORT STUDY

Luiz Alberto Rosan[1], Rodrigo Kallás Zogaib[2], Alef Serrat Pinheiro[3], Marcos do Nascimento Jesuino[4], Leandro da Silva Xavier[5], Débora Dias Ferraretto Moura Rocco[6], Caroline Simões Teixeira[7], Diego de Oliveira[8], Kelsey Ribeiro de Andrade[9], Marcelo de Morais Amâncio[10], João Carlos de Sousa Nobre[11], Alexandre Galvão da Silva[12]

Resumo

Introdução: A oxigenoterapia hiperbárica (HBOT) tem ganhado destaque como recurso complementar na medicina esportiva por seus potenciais efeitos na modulação inflamatória, aceleração da recuperação muscular e otimização do reparo tecidual em atletas submetidos a altas demandas físicas. **Objetivo:** Descrever a eficácia da utilização da oxigenoterapia hiperbárica como ferramenta coadjuvante na recuperação de atletas da alta performance do futebol profissional. **Metodologia:** Estudo observacional e retrospectivo baseado em dados clínicos do Santos FC, envolvendo 22 atletas profissionais (16 ativos e 6 em reabilitação) que realizaram 6 a 12 sessões de HBOT (1,3–2,0 ATA; 60 min). Foram avaliados assimetria térmica (ΔT), CK pós-jogo, dor muscular tardia, percepção subjetiva de recuperação (PSR), qualidade do sono e evolução cicatricial, considerando ΔT > 0,4°C como clinicamente relevante. O PSR foi analisado pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,05$). **Resultados:** A assimetria térmica reduziu de 1,4 ± 0,66°C para 1,0°C após o ciclo de sessões; atletas com CK > 800 U/L apresentaram queda mais rápida da dor muscular em 48–72 h; houve melhora consistente da qualidade do sono e aumento dos escores de PSR; cinco atletas com feridas superficiais apresentaram cicatrização acelerada em até 72 h, e dois casos mostraram regressão rápida de edema traumático. **Conclusão:** A HBOT demonstrou potencial para aprimorar a recuperação muscular, reduzir assimetrias térmicas e acelerar o reparo tecidual em atletas de futebol profissional.

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

Descritores: Oxigenoterapia hiperbárica; Futebol profissional; Recuperação de lesões.

Abstract

Introduction: *Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) has gained prominence as an adjunct resource in sports medicine due to its potential effects on inflammatory modulation, accelerated muscle recovery, and enhanced tissue repair in athletes exposed to high physical demands.* ***Objective:*** *To describe the effectiveness of hyperbaric oxygen therapy as a coadjuvant tool in the recovery of high-performance professional football athletes.* ***Methods:*** *This observational and retrospective study used clinical records from Santos FC and included 22 professional athletes (16 active and 6 in rehabilitation) who underwent 6 to 12 HBOT sessions (1.3–2.0 ATA; 60 min). Assessments included thermal asymmetry (ΔT), post-match creatine kinase (CK), delayed-onset muscle soreness (DOMS), perceived recovery status (PRS), sleep quality, and wound-healing progression, with ΔT > 0.4°C considered clinically relevant. PRS changes were analyzed using the Wilcoxon test ($p < 0.05$).* ***Results:*** *Thermal asymmetry decreased from 1.4 ± 0.66°C to 1.0°C after the treatment cycle; athletes with CK > 800 U/L showed faster reductions in muscle soreness within 48–72 h; sleep quality improved consistently, and PRS scores increased across the group; five athletes with superficial wounds demonstrated accelerated healing within 72 h, and two cases showed rapid regression of traumatic edema.* ***Conclusion:*** *HBOT demonstrated potential to enhance muscle recovery, reduce thermal asymmetries, and accelerate tissue repair in professional football athletes.*

Keywords: *Hyperbaric oxygen therapy; Professional football; Injury recovery*

1- Graduado em Fisioterapia pela Universidade Metodista e Coordenador de fisioterapia do Santos F. C. - CEPRAF

2- Graduado em Medicina pela Faculdade de Ciências Médicas em Santos, Residência Médica em Ortopedia pediátrica pela UNICAMP e Residência em Medicina Esportiva pela UNIFESP, Especialista em Medicina Regenerativa pela ABMR, Mestre em Cirurgia pela UNICAMP

3- Graduado em Educação Física pela Universidade Santa Cecília e especialista em fisiologia do exercício pela Universidade Cesumar

4- Graduado em enfermagem pela Unimonte e Graduado em Educação Física pela Universidade Santa Cecília

5- Graduado em fisioterapia pela Universidade Salgado Filho, Especialista em traumatologia ortopédica e desportiva Universidade Salgado Filho

6- Educadora física pelas Faculdades Metropolitanas Unidas, especialista em fisiologia do exercício pela Universidade Federal de São Paulo e doutora pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

7- Fisioterapeuta, graduada pela Universidade Santa Cecília, Especialização em Fisioterapia em Reabilitação Cardiopulmonar pelo Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein e Fisiologia do Exercício Aplicada à Clínica pela Universidade Federal de São Paulo, Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de São Paulo e doutoranda em ciências pela Universidade Federal de São Paulo.

8- Educador Físico graduado pela Universidade Santa Cecília e graduando em Fisioterapia pela Universidade Santa Cecília

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

9-Graduado em fisioterapia pela Universidade Federal de São Paulo, Pós-graduado em UTI com ênfase em clínica médica pela Universidade Federal de São Paulo, Pós-graduado em fisiologia do exercício pela Universidade Federal de São Paulo.

10-Graduado em Fisioterapia pela Universidade Unaerp. Pós-graduado em Neuro funcional na Universidade Santa Cecília.

11-Fisioterapeuta graduado pela Universidade Bandeirante de São Paulo e Especialista em Fisiologia Biomecânica Reabilitação e Treinamento pelo Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HC-FMUSP

12-Educador físico graduado pela Universidade Católica de Salvador, especialista em fisiologia do exercício e reabilitação cardiovascular pelo Instituto do coração INCOR, mestre e doutor pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por estratégias de recuperação eficazes no esporte de alto rendimento tem ampliado a busca por métodos que minimizem o estresse fisiológico decorrente das exigências competitivas. No futebol profissional, caracterizado por ações intermitentes de alta intensidade, acelerações e desacelerações frequentes, o sistema musculoesquelético e o metabolismo são expostos a elevados níveis de sobrecarga, especialmente em contextos de calendários densos de treinos e jogos[1].

Uma partida pode desencadear elevações expressivas em marcadores como creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e mioglobina, evidenciando microlesões musculares e processos inflamatórios subsequentes. Assim, estratégias capazes de acelerar a recuperação, reduzir o risco de lesões e preservar o desempenho tornam-se essenciais[2]. Entre os recursos complementares utilizados na alta performance, a oxigenoterapia hiperbárica (HBOT) tem ganhado destaque pela possibilidade de modular processos inflamatórios, otimizar a recuperação tecidual e reduzir o tempo necessário para retorno à homeostase fisiológica.

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

A HBOT, definida como a administração de oxigênio a 100% sob pressão superior à atmosférica, tem sido investigada por seus efeitos em lesões musculoesqueléticas esportivas. Revisões sistemáticas apontam que a terapia pode diminuir o tempo de reabilitação e modular respostas inflamatórias e de reparo tecidual[3]. No entanto, apesar do potencial fisiológico, os estudos disponíveis ainda apresentam heterogeneidade metodológica e resultados inconsistentes, reforçando a necessidade de investigações específicas em contextos de alta performance, como equipes de futebol profissional[2,4].

Moghadam et al. (2020) relatam que a elevação da pressão parcial de oxigênio tissular promovida pela HBOT estimula angiogênese, reduz edema, favorece a deposição de matriz extracelular e atenua o fenômeno de isquemia, reperfusão, contribuindo para a cicatrização de microlesões musculares e tendinosas, aspectos particularmente relevantes em modalidades com alta demanda mecânica diária[5].

Entretanto, lacunas importantes persistem quanto à aplicação prática da HBOT no futebol profissional. Em ensaio duplo cego conduzido por Gušić et al. (2024), uma única sessão de 60 minutos após uma partida não produziu diferenças significativas em marcadores bioquímicos ou desempenho, embora tenha reduzido o índice de bem-estar dos atletas[2]. Esses achados sugerem que fatores como protocolo, frequência, duração e *timing* da intervenção influenciam os efeitos observados, exigindo maior padronização para aplicação no ambiente competitivo.

A utilização sistemática da HBOT em programas de prevenção e recuperação requer integração multidisciplinar, definição clara de critérios clínicos,

padronização de protocolos e coordenação entre departamentos médico, fisioterapêutico e de performance. Revisões recentes reforçam tanto o potencial terapêutico da HBOT para lesões musculoesqueléticas quanto a atual heterogeneidade entre estudos, destacando a necessidade de direcionamentos operacionais mais consistentes antes de sua implementação rotineira na prática esportiva[5,6].

A inclusão da HBOT no ciclo de recuperação, seja no pós-jogo imediato, nos dias subsequentes ou ao longo dos microciclos, pode ampliar janelas de readaptação funcional, modular processos inflamatórios e favorecer a restauração da condição fisiológica basal. Evidências em atletas de alto rendimento sugerem melhora na percepção de recuperação, redução do desconforto muscular e apoio ao reparo tecidual, especialmente quando combinada a outras estratégias regenerativas, como crioterapia, compressão e intervenções nutricionais[2,7,8]. Além disso, estudos destacam que seus efeitos tendem a ser potencializados quando incorporados de forma integrada ao planejamento multidisciplinar da temporada.

Considerando que no esporte de alto rendimento detalhes podem impactar o desempenho e a prevenção de lesões, tecnologias capazes de otimizar a recuperação ou reduzir o tempo de retorno devem ser investigadas de forma sistemática. Diante desse cenário, o presente estudo propõe-se a descrever a eficácia da utilização da oxigenoterapia hiperbárica como ferramenta coadjuvante na recuperação de atletas de futebol profissional de alta performance.

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo aplicado, com delineamento observacional de coorte prospectiva, conduzido a partir do acompanhamento sistemático de registros clínicos, fisiológicos e funcionais de atletas profissionais ao longo da temporada competitiva de 2025. Embora parte das informações tenha sido obtida retrospectivamente nos arquivos institucionais, as variáveis fisiológicas, subjetivas e termográficas foram coletadas de forma prospectiva e padronizada, caracterizando o estudo como uma coorte de seguimento natural.

Todos os procedimentos seguiram os princípios da Declaração de Helsinki. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Santa Cecília (UNISANTA), parecer CAAE 83677724.2.0000.5513, com autorização do **Departamento Médico do Santos FC.**

Local e População do estudo

A investigação foi realizada no Centro de Saúde e Performance do Santos Futebol Clube (SFC), envolvendo atletas do elenco profissional masculino. A amostra final consistiu em 22 atletas, todos do sexo masculino, com idades entre 18 e 35 anos e tempo mínimo de três anos de experiência no futebol profissional. Foram incluídos atletas que realizaram mínimo de seis sessões de oxigenoterapia hiperbárica (HBOT) durante o ano de 2025; apresentaram indicação clínica documentada. Foram excluídos atletas com contraindicações absolutas para HBOT (ex.: pneumotórax não tratado, infecções respiratórias graves).

Critérios Clínicos de Indicação e Frequência das Sessões

A indicação da HBOT ocorreu quando os atletas apresentaram 24h após jogo: CK > 800 U/L após 48h pós-jogo, associado a; dor muscular tardia intensa

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

(DOMT ≥ 7/10). Após a indicação, os atletas realizavam a sessão de HBOT (72h depois do jogo) e a termografia e a escala de percepção subjetiva de recuperação (PSR) eram repetidos por eles. Os atletas que tiveram escoriações realizaram HBOT no dia seguinte ao jogo.

Protocolo de Oxigenoterapia Hiperbárica

A intervenção foi realizada em câmara hiperbárica monoplace (Oxy®, Brasil), Figura 1, certificada pela ANVISA e pela *Undersea and Hyperbaric Medical Society* (UHMS). O equipamento operou com pressão de 1,3 a 2,0 ATA, fonte de O_2 oxigênio medicinal ≥ 93% com temperatura interna: 20–26°C e umidade relativa 40–60%.

O protocolo padronizado seguiu três etapas: Pressurização: aumento gradual até atingir a pressão-alvo (1,3–2,0 ATA) com taxa de 0,1–0,2 ATA/min; Sessão terapêutica: exposição contínua a oxigênio por 60 minutos; Descompressão: retorno à pressão ambiente com taxa de 0,1 ATA/min.

Figura 1- Atleta do clube durante a realização da sessão de HBOT

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

Avaliação Subjetiva

Em todos os dias da semana, incluindo os dias de HBOT, os atletas responderam a um questionário institucional composto por cinco questões sobre a percepção de dor muscular tardia (DOMT), a qualidade do sono e a PSR.

As variáveis foram avaliadas por escalas numéricas (0 a 10). A escala de PSR seguiu o protocolo validado por Laurent et al.[9].

O número total de sessões por atleta e registros fotográficos de feridas foram incluídos na análise.

Avaliação Termográfica dos Membros Inferiores

A inflamação subsequente às partidas foi monitorada por termografia infravermelha, utilizando câmera FLIR E8-XT® (FLIR Systems Inc., EUA), resolução 320 × 240 pixels e sensibilidade ≤ 0,06°C, seguindo o protocolo de Hildebrandt et al. (2010)[10]. Procedimentos padronizados incluíram ambiente climatizado (22 ± 1°C; umidade 45–55%), repouso prévio de 15 minutos, atletas vestindo apenas roupas íntimas, posição ortostática padrão e distância fixa de 1,5 metro da lente.

Os dados foram analisados no FLIR Tools®, obtendo-se a assimetria térmica bilateral (Δ°C D/E). Valores > 0,4°C foram considerados clinicamente relevantes, conforme Moreira et al. (2017)[11].

O monitoramento foi integrado às decisões clínicas do clube, incluindo liberação para treino e necessidade de intervenções fisioterapêuticas, conforme diretrizes de Ferreira-Junior et al. (2021)[12].

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

Análise da CK

Para determinação da concentração enzimática da CK no plasma, foram retirados 32 µL de sangue capilar da polpa digital dos sujeitos, após ter sido realizada limpeza do local com álcool etílico a 95%. Em seguida, após secagem com algodão, para punção foi utilizada uma lanceta com disparador automático e o sangue foi drenado para um tubo capilar heparinizado (Reflotron®). O sangue foi imediatamente pipetado para uma tira reativa de CK (Reflotron®) e colocada no *Reflotron Analyser*®, da Boehringer Mannheim.

Análise de Dados

Os dados quantitativos foram descritos por frequência absoluta e relativa (n/%), médias e desvios padrão, utilizando o software Microsoft Excel 365. A análise fotográfica foi realizada de forma descritiva e cronológica.

RESULTADOS

Amostra e Características dos Atletas

Foram estudados 22 atletas profissionais do Santos FC idade média 26,3 ± 4,1 anos e que realizaram média de 6 sessões de oxigenoterapia hiperbárica, totalizando intervenções ao longo de 6 semanas.

Melhora na Assimetria Térmica Cutânea (ΔT)

A análise dos dados de termografia demonstrou uma redução significativa na assimetria térmica entre os membros inferiores ao longo do período de intervenção com a câmara hiperbárica tanto para os atletas titulares incluídos no estudo, quanto para os e que estavam em recuperação. A média inicial de ΔT (diferença percentual em graus de temperatura) foi de 1,4 ± 0,66 °C, com valor inicial de 34,2±1 e valores finais de 32,8±2°C. Essa tendência sugere uma melhora

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

na distribuição térmica e, consequentemente, na simetria funcional muscular, indicativo de recuperação eficiente pós-treino/jogo (figura 2).

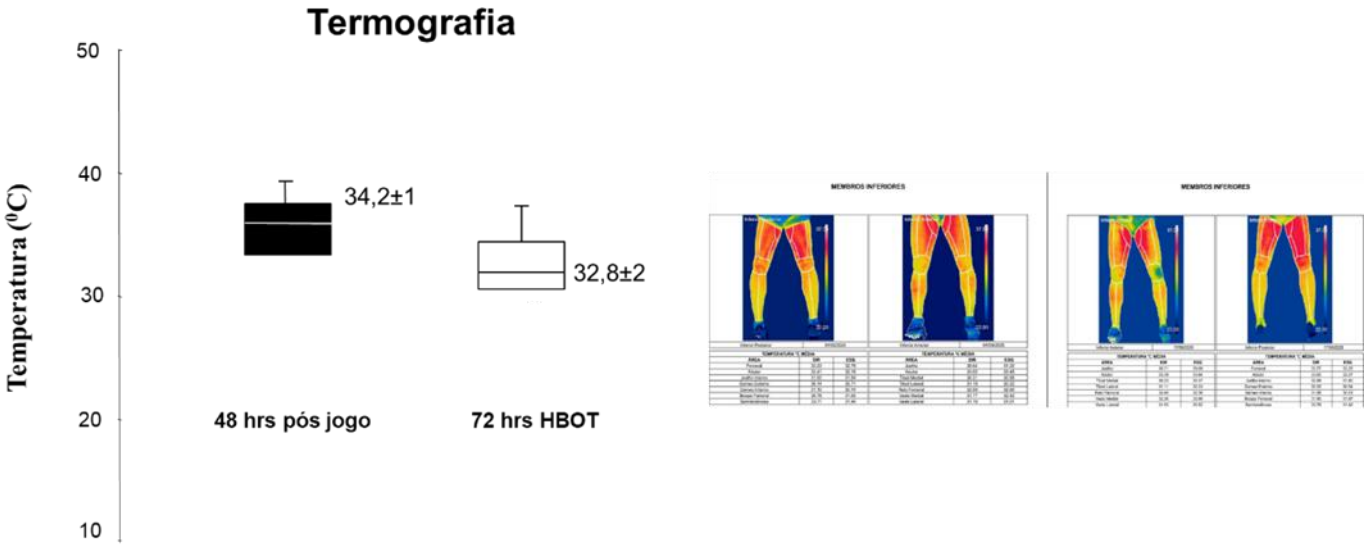

Figura 2- Gráfico com médias de temperatura da termografia 48h pós jogo, realização de HBOT e 72h pós jogo. Lado direito da figura, representação termográfica com distribuição de temperatura nas mesmas condições do gráfico

Redução de Processos Inflamatórios Locais

A redução da ΔT entre os lados também foi acompanhada de relatos subjetivos de diminuição de dor localizada e desconforto muscular, sobretudo nas regiões femorais e gastrocnêmicas. Tais achados são notados na figura 2, onde observamos uma diminuição da coloração mais avermelhada na coxa esquerda pós HBOT.

Melhora da Qualidade do Sono e da percepção subjetiva de recuperação

Todos os atletas submetidos ao protocolo de HBOT relataram melhora perceptível na qualidade do sono como demonstrado na figura 3, e confirmada por

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

escores elevados na escala de recuperação subjetiva (PSR) foi de 5 para 7 desses mesmos atletas com 48h (sem HBOT) e 72h pós HBOT, respectivamente.

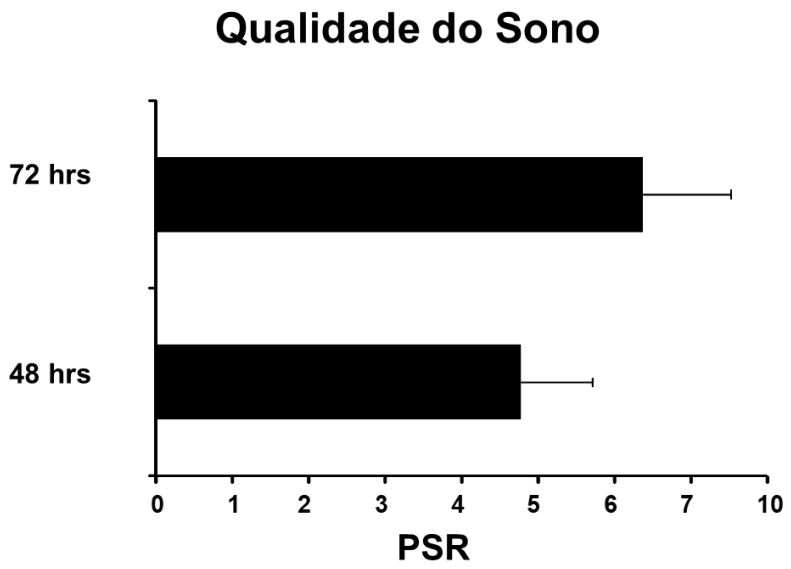

Figura 3- Escore de qualidade autorrelatada do sono em 48h pós jogo, realização da HBOT e 72h após jogo.

Cicatrização Acelerada de Ferimentos Cutâneos

Cinco atletas apresentaram lesões superficiais com rompimento de barreira cutânea em regiões como joelho, dorso do pé e tornozelo. Em todos os casos, a utilização da câmera hiperbárica acelerou visivelmente a cicatrização dos cortes, conforme documentado por imagens seriadas abaixo. A primeira imagem foi gerada no dia seguinte da lesão, sem ter passado pela câmera hiperbárica. Nas imagens sequentes é demonstrado a evolução da lesão após a sessão HBOT.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Figura 4- Representação fotográfica de escoriação cutânea em tornozelo de atleta, no dia da lesão, depois de duas sessões de HBOT

Redução de Edemas e Contusões Musculares

Em dois casos clínicos específicos, observou-se redução rápida de edemas musculares traumáticos (MMII) após sessões consecutivas de HBOT.

As respostas inflamatórias agudas regrediram em até 48 horas, superando os tempos médios históricos do clube.

DISCUSSÃO

A presente investigação demonstrou que a aplicação sistematizada da oxigenoterapia hiperbárica (HBOT) no contexto do futebol profissional produziu efeitos positivos sobre variáveis fisiológicas e clínicas diretamente relacionadas ao processo de recuperação pós-jogo, incluindo sono, dor, inflamação e cicatrização de tecidos moles. Esses achados estão em consonância com a literatura recente, incluindo a metanálise *de* Luo et al. (2025)[13], que demonstrou que a HBOT é capaz de acelerar a recuperação de lesões musculares induzidas por exercício e modular marcadores inflamatórios e oxidativos de forma consistente. Somam-se a isso evidências experimentais indicando que a HBOT

exerce efeitos benéficos sobre vias de regulação inflamatória, estresse oxidativo, perfusão tecidual e reparo celular, reforçando seu papel como ferramenta regenerativa e adjuvante em cenários de elevada demanda fisiológica.

A HBOT promove hiperoxigenação tecidual que desencadeia respostas celulares benéficas para a recuperação pós-esforço. O aumento do O_2 dissolvido no plasma eleva a disponibilidade tecidual de oxigênio, modulando a produção controlada de espécies reativas de oxigênio (ROS) que atuam como sinalizadores para ativação de vias de reparo, angiogênese e remodelação celular. Paralelamente, a HBOT reduz mediadores pró-inflamatórios, atenua a ativação de NF-κB, diminui infiltração leucocitária e favorece um ambiente anti-inflamatório propício à regeneração. Esses mecanismos também influenciam positivamente processos de sobrevivência celular e de proteção contra apoptose, contribuindo para o reparo de fibras musculares e tecidos moles submetidos ao estresse mecânico do esporte[14].

A implementação precoce da câmara hiperbárica nas primeiras 48 horas após as partidas, especialmente quando orientada por critérios clínicos como fadiga intensa, mialgia, dor localizada, distúrbios do sono ou sinais sugestivos de microlesões, mostrou-se particularmente eficaz em acelerar o retorno à homeostase. A melhora dos valores de qualidade do sono observada em nossos atletas reforça esse efeito, indicando benefício consistente na percepção de sono e na recuperação subjetiva entre todos os jogadores submetidos ao protocolo. Esses achados convergem com as evidências apresentadas por Yeo et al. (2024)[15], que demonstram que a HBOT modula o sistema nervoso autônomo, melhora a qualidade do sono e promove um ambiente redox mais favorável,

contribuindo diretamente para a restauração do equilíbrio metabólico no pós-exercício.

A literatura recente indica que HBOT tem capacidade de acelerar a recuperação de lesões musculares induzidas por exercício, especialmente quando aplicada em parâmetros compatíveis com regimes práticos de rotina esportiva. Uma meta-análise de 2025 compilou dados de 10 estudos com 299 participantes, e demonstrou que HBOT reduziu significativamente o tempo de recuperação de lesão muscular após esforço físico, com eficácia tanto em pressões atmosféricas acima de 2,0 ATA quanto em pressões iguais ou menores, e com sessões de 60 a 100 minutos. Esses achados reforçam a possibilidade de adoção de HBOT como estratégia preventiva e de recuperação em atletas de alto rendimento, desde que ajustados os protocolos às demandas específicas da modalidade e às necessidades individuais[16].

Outro dado relevante foi a redução progressiva das assimetrias térmicas detectadas por termografia infravermelha. A normalização térmica observada ao longo das sessões de HBOT sugere modulação da inflamação localizada e reequilíbrio funcional após as sessões de HBOT. Essa tendência é coerente com o papel estabelecido da termografia como método sensível para monitorar alterações fisiológicas relacionadas à sobrecarga e processos inflamatórios, conforme descrito por Hildebrandt et al. (2010)[10]. Assim, a HBOT pode atuar como ferramenta regenerativa complementar capaz de favorecer a normalização térmica e ampliar a prontidão física.

A integração da HBOT à rotina preventiva do clube mostrou-se viável, segura e bem tolerada, com adesão satisfatória por parte dos atletas e sem

intercorrências adversas relevantes. O modelo adotado, com sessões de 60 minutos em pressões próximas à faixa de 2,0–2,2 ATA, segue parâmetros utilizados em investigações recentes sobre recuperação pós-esforço no futebol, como demonstrado por Gušić et al. (2024)[2]. Vale destacar que a individualização da aplicação com base em sintomas e demandas fisiológicas ampliou a efetividade do recurso e otimizou o custo-benefício do processo.

Adicionalmente, os cinco casos clínicos documentados com lesões traumáticas por corte em joelho ou pé apresentaram melhora funcional e cicatricial acelerada, compatível com os mecanismos bioquímicos promovidos pela HBOT, como estímulo à angiogênese, liberação de fatores de crescimento e ativação de fibroblastos, conforme descrito em estudos de Staples e Clement (2016)[17] e em investigações celulares de Thom et al. (2020)[18]. As imagens de acompanhamento confirmam redução da inflamação periférica, fechamento acelerado das feridas e retomada gradual da função locomotora com dor controlada. A literatura reforça o uso da HBOT como recurso adjuvante na cicatriz17ação tecidual, amparada por evidências que demonstram aumento da angiogênese, proliferação fibroblástica e melhora da síntese de colágeno[19].

É importante reconhecer que, embora os resultados observados nesta amostra sejam promissores, há necessidade de estudos com delineamentos controlados e randomizados para maior robustez estatística e extrapolação dos achados. Além disso, o impacto da HBOT em biomarcadores inflamatórios séricos e parâmetros metabólicos ainda deve ser explorado de forma mais aprofundada em estudos longitudinais com atletas de elite.

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

Em suma, os resultados obtidos reforçam o potencial da câmara hiperbárica como ferramenta complementar à fisioterapia e ao recovery no esporte de alto rendimento, contribuindo para a redução do tempo de retorno à prática, melhora da percepção de recuperação, sono e estabilidade térmica, além de promover benefícios objetivos no reparo de lesões superficiais e inflamatórias.

CONCLUSÃO

A integração da câmera hiperbárica na rotina de prevenção e reabilitação de atletas de futebol profissional demonstrou benefícios fisiológicos consistentes, sobretudo quando aliada a métodos de subjetivos de percepção de qualidade do sono e avaliações objetivas como a termografia de infravermelho. Os dados extraídos revelaram melhora significativa na simetria térmica bilateral, com redução progressiva dos deltas térmicos em até 33 dias de monitoramento.

Recomenda-se a continuidade do monitoramento longitudinal com integração de marcadores internos e externos de carga, além de investigações futuras com grupos controle randomizados, a fim de ampliar a robustez científica sobre os efeitos da oxigenoterapia hiperbárica no contexto do futebol de alta performance.

Referências

1. Zhang R, Guo H, Tang S, Zuo J, Shi X. Effect of hyperbaric oxygen therapy on postoperative muscle damage and inflammation following total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. Sci Rep. 2025;15:22–39.
2. Gušić M, Stantić T, Lazić A, Andrašić S, Roelands B, Bogataj Š. Effects of hyperbaric oxygen therapy on recovery after a football match in young players: a double-blind randomized controlled trial. Front Physiol. 2024;15:1483142.
3. Demir KC, Avcı AU. Sports injuries and hyperbaric oxygen therapy: physiological effects and previous findings. Turk J Sports Med. 2025;60(2):57–63.
4. Luo X, Smith P, Jones A, et al. Effects of hyperbaric oxygen therapy on exercise-induced muscle injury and soreness: a meta-analysis. J Sports Sci. 2025;43(4):367–378.
5. Moghadam N, Leavitt C, Thom SR. Hyperbaric oxygen therapy in sports musculoskeletal injuries: a review. Sports Med. 2020;50(9):1687–1699.

6. Huang X, Wang R, Zhang Z, Wang G, Gao B. Effects of Pre-, Post- and Intra-Exercise Hyperbaric Oxygen Therapy on Performance and Recovery: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Physiol. 2021;12:791872. doi:10.3389/fphys.2021.791872.
7. León-Ariza HH, et al. The effects of hyperbaric oxygen therapy on post-training recovery in jiu-jitsu athletes. J Strength Cond Res. 2016;30(2):406–412. PMID: 26959652.
8. Patel K, Yeo A, Sharma D. Hyperbaric oxygen therapy for high-performance athletes: a narrative review. Phys Sportsmed. 2024;52(3):217–226. PMID: 41223395.
9. Laurent CM, Green JM, Bishop PA, Sjökvist J, Schumacker RE, Richardson MT, Curtner-Smith M. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. J Strength Cond Res. 2011;25(3):620–628.
10. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine. Sports Med. 2010;40(10):769–781.
11. Moreira DG, Costello JT, Brito CJ, Morais FR, Fernandes AA, de Araujo GG, et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a Delphi study and consensus statement on best practices. J Therm Biol. 2017;69:155–162.
12. Ferreira-Junior JB, Bottaro M, Vieira A, Vieira CA, Côrtes MG, Carmo J, et al. Is skin temperature associated with muscle recovery status following a single bout of leg press? Physiol Meas. 2021;42(3):034002.
13. Luo X, Yu Y, Zhang S, Qi F. Effects of Hyperbaric Oxygen Therapy on Exercise-Induced Muscle Injury and Soreness: A Systematic Review and Meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2025;Ahead of print. doi:10.1016/j.apmr.2025.07.017.
14. Lindenmann J, Smolle C, Kamolz LP, Smolle-Jüttner FM, Graier WF. Survey of molecular mechanisms of hyperbaric oxygen in tissue repair. Int J Mol Sci. 2021;22(21):11754. doi:10.3390/ijms222111754.
15. Yeo JH, Mahendran R, Tan A, et al. Hyperbaric oxygen therapy improves sleep quality and reduces oxidative stress in physically stressed individuals: a randomized controlled trial. Front Physiol. 2024;15:1463919. doi:10.3389/fphys.2024.1463919.
16. Liu X, Yang Y, Wang G, Zhang Z, Wang R, Gao B. Effects of hyperbaric oxygen therapy on exercise-induced muscle injury and soreness: a systematic review and meta-analysis. Undersea Hyperb Med. 2025;52(2):123–135.
17. Staples JR, Clement DB. Hyperbaric oxygen chambers and the treatment of athletic injuries. Phys Sportsmed. 2016;44(2):181–188.
18. Thom SR, Milovanova TN, Yang M, Bhopale VM. Hyperbaric oxygen therapy stimulates vasculogenic stem cell growth and mobilization in humans. Undersea Hyperb Med. 2020;47(1):37–48.
19. Heyboer M 3rd, Milovanova TN, Wojcik S, Grant Z, Chin M, Thom SR. Mechanisms of action of hyperbaric oxygen therapy. Undersea Hyperb Med. 2017;44(3):219–226.

Endereço para correspondência:

Alexandre Galvão da Silva
Email: agalvão@unisanta.br

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Artigo Original

PREVALÊNCIA DE FRAQUEZA MUSCULAR E BAIXA CAPACIDADE FUNCIONAL EM PACIENTES INTERNADOS NAS ENFERMARIAS DE UM HOSPITAL PRIVADO DE ALTA COMPLEXIDADE

PREVALENCE OF MUSCLE WEAKNESS AND LOW FUNCTIONAL CAPACITY IN PATIENTS ADMITTED TO THE WARDS OF A HIGH-COMPLEXITY PRIVATE HOSPITAL

Amanda Ribeiro Gomides[1], Gabriella Toffoli Carneiro[1], Jaqueline de Oliveira Martineli[1], Jaqueline Aparecida Almeida Spadari[1], Giulliano Gardenghi[1,2,3]

Resumo

Introdução: A presença de fraqueza muscular e a baixa funcionalidade associam-se a piores desfechos durante a internação hospitalar. Avaliar o perfil funcional dos pacientes internados é fundamental na tentativa de minimizar complicações potenciais. **Objetivo**: Investigar a prevalência de fraqueza e de baixa capacidade funcional (CF) em indivíduos internados em enfermarias de um hospital privado no estado de São Paulo. **Métodos**: Estudo transversal que avaliou, no segundo dia de internação, pacientes nas enfermarias clínicas e cirúrgicas do serviço. A fraqueza foi avaliada pelo dinamômetro de preensão palmar (HG) (Saehan®), utilizado no membro superior dominante. Os valores encontrados no HG foram comparados aos valores preditos na literatura, fornecidos pelo sistema EVOSYSTEM® para determinação da fraqueza muscular. A CF foi mensurada pelo teste *Short Physical Performance Battery* (SPPB). Um SPPB menor ou igual a 8 indicou baixa capacidade funcional. Os dados foram apresentados em média e desvio padrão e ainda, frequência absoluta e relativa. O teste t de Student foi utilizado quando necessário, assumindo valores de $p \leq 0,05$ como significantes. **Resultados**: 36 indivíduos foram estudados (idade: 59,7 ±21,8 anos, 61,1% do sexo feminino, 75,0% brancos, 61,15 casados, IMC: 25,7±6,1 Kg/cm ^{2}). Da amostra, 16,7% esteve internada em ambiente crítico antes de ir para a enfermaria e 58,7% estiveram internados anteriormente ao

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

menos uma vez nas dependências do hospital nos últimos 12 meses. O tempo total de internação foi de 7,6±5,0 dias. Não houve óbitos na população estudada. Considerando a prevalência de fraqueza muscular pelo HG, encontraram-se valores de 26,1±9,5 Kgf/cm^2, sendo o predito da amostra 30,0±8,3 Kgf/cm^2, p:0,01. 27 pacientes (75,0% da amostra) não atingiu os valores preditos na literatura. Considerando a baixa CF, 17 indivíduos (47,2% da amostra), apresentaram valores de SPPB menores ou iguais a 8. **Conclusão**: Uma parcela importante da população estudada apresentou fraqueza muscular e/ou baixa CF, o que pode se relacionar à maior morbimortalidade. Implementar ferramentas de avaliação, sistematizar os processos envolvidos e adotar medidas que possam minimizar tais quadros, por meio de programas de exercício, é fundamental para a melhora na assistência hospitalar.

Descritores: Capacidade funcional; Fraqueza muscular; Enfermaria; Fisioterapia; Testes funcionais.

Abstract

Introduction: *Muscle weakness and low functionality are associated with worse outcomes during hospital stays. Assessing the functional profile of hospitalized patients is fundamental in attempting to minimize potential complications.* ***Aim:*** *To investigate the prevalence of weakness and low functional capacity (FC) in individuals hospitalized in wards of a private hospital in the state of São Paulo.* ***Methods****: This cross-sectional study evaluated patients in the clinical and surgical wards of the service on the second day of hospitalization. Weakness was assessed using a handgrip dynamometer (HG) (Saehan®) applied to the dominant upper limb. The HG values were compared to predicted values from the literature, provided by the EVOSYSTEM® system for determining muscle weakness. Functional capacity (FC) was measured using the Short Physical Performance Battery (SPPB) test. An SPPB score of 8 or less indicated low functional capacity. Data were presented as mean and standard deviation, as well as absolute and relative frequency. Student's t-test was used when necessary, with p-values ≤ 0.05 considered significant.* ***Results****: Thirty-six individuals were studied (age: 59.7 ± 21.8 years, 61.1% female, 75.0% white, 61.1% married, BMI: 25.7 ± 6.1 kg/cm²). Of the sample, 16.7% had been hospitalized in a critical care setting before being transferred to the ward, and 58.7% had been hospitalized at least once in the hospital within the last 12 months. The total length of stay was 7.6 ± 5.0 days. There were no deaths in the study population.*

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

Considering the prevalence of muscle weakness according to the HG score, values of 26.1 ± 9.5 kgf/cm² were found, with the predicted value for the sample being 30.0 ± 8.3 kgf/cm², p: 0.01. 27 patients (75.0% of the sample) did not reach the predicted values in literature. Considering the low CF, 17 individuals (47.2% of the sample) presented SPPB values less than or equal to 8. ***Conclusion****: A significant portion of the studied population presented muscle weakness and/or low FC, which may be related to higher morbidity and mortality. Implementing assessment tools, systematizing the processes involved, and adopting measures that can minimize such conditions through exercise programs is fundamental for improving the hospital care.*

Keywords: *Functional capacity; Muscle weakness; Infirmary; Physical therapy; Functional Tests.*

---

[1] Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo - SP, Brasil

[2] Hospital ENCORE, Aparecida de Goiânia - GO, Brasil

[3] Faculdade CEAFI, Goiânia - GO, Brasil

Introdução

A presença de fraqueza muscular e baixa funcionalidade está fortemente associada a piores desfechos durante a internação hospitalar, incluindo maior risco de aumento da mortalidade, maior tempo de internação, menor chance de alta para o domicílio e maior probabilidade de readmissão.[1]

A baixa funcionalidade para atividade de vida diária (AVDs) pode estar relacionada à sarcopenia, definida como perda progressiva de massa, força e função muscular. Entre os principais fatores de risco para o seu desenvolvimento estão a fragilidade, o comprometimento do estado nutricional, a redução das medidas antropométricas, a diminuição da velocidade da marcha e o baixo desempenho físico.[2,3] A população idosa é a mais suscetível à sarcopenia, especialmente os hospitalizados, com múltiplas comorbidades, em estado de fragilidade ou em institucionalizados em unidades de longa permanência. A sarcopenia está diretamente relacionada ao aumento do risco de quedas, fraturas, elevação dos custos de saúde e mortalidade.[4]

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

O grau de força muscular pode ser quantificado pela escala *Medical Research Council* (MRC) e por meio do dinamômetro de preensão palmar/ *Hand Grip* (HG), que são medidores práticos e eficazes[5], para avaliar a mobilidade e predizer risco de quedas é comumente utilizado o *Short Physical Performance Battery* (SPPB)[6], o teste de levantar e sentar de um minuto (TSL1) avalia a capacidade funcional (CF)[7], e através da *Clinical Frailty Scale* (CFS)[8], é possível graduar a fragilidade e predizer mortalidade. Os resultados de boas avaliações permitem o acompanhamento da evolução clínica e funcional, e possibilitam que o terapeuta crie um plano terapêutico individualizado e eficaz, garantindo o melhor tratamento para o indivíduo.[9]

A avaliação fisioterapêutica bem conduzida possibilita a obtenção de resultados favoráveis, como a manutenção ou ganho de força e resistência muscular, melhora da independência funcional e efeitos benéficos sobre a estabilidade do nível de consciência do paciente.[10] Evidências apontam que tais intervenções impactam positivamente na funcionalidade dos indivíduos e promovem benefícios secundários relevantes, como a redução do tempo de internação, das taxas de readmissão hospitalar, dos custos assistenciais e da mortalidade.[1]

O presente estudo tem por objetivo investigar a prevalência de fraqueza e de baixa capacidade funcional (CF) em indivíduos internados em enfermarias de um hospital privado no estado de São Paulo.

Metodologia

Trata-se de um estudo transversal e analítico. A pesquisa teve início após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital e Maternidade São Cristóvão (HMSC) em São Paulo/SP.

Foram avaliados pacientes com idade superior ou igual a 18 anos, de ambos os sexos, que possuam nível de consciência adequado para obedecer a comandos, no segundo dia após admissão nas enfermarias do HMSC, entre julho e setembro de 2025. Foram excluídos pacientes com déficit cognitivo prévio e

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

incapazes de compreender as orientações das pesquisadoras, pacientes que foram submetidos à procedimento cirúrgico ortopédico durante a internação, e limitação funcional. Além disso, pacientes que se recusem a participar do estudo, pela não assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Inicialmente foi realizada uma triagem dos pacientes do local de pesquisa através do sistema de prontuários eletrônicos para identificar aqueles que se encaixam nos critérios de inclusão. Logo após, o paciente apto a participar da pesquisa foi convidado e foram efetuadas as explicações sobre a pesquisa, esclarecimentos das avaliações a serem executadas, leitura e assinatura do TCLE. Caso o paciente não possuísse os requisitos necessários para entendimento do termo, a elucidação da pesquisa e assinatura do termo seria realizada pelo responsável.

Após a assinatura do TCLE, foi realizada a anamnese do paciente beira leito, coletando sinais vitais, medicamentos utilizados anteriormente à internação hospitalar e comorbidades associadas. Esses dados foram transferidos para a ficha de avaliação criada pelas pesquisadoras. Foram coletados em prontuário os dados principais do paciente, como diagnóstico, dias de internação hospitalar e admissão na UTI. Além disso, o paciente também foi questionado sobre presença de dor e, caso houvesse, a intensidade foi mensurada utilizando a Escala Visual Analógica (EVA). Posteriormente, as pesquisadoras fizeram a avaliação da força muscular e capacidade funcional dos pacientes, utilizando a MRC, HG, o SPPB e o TSL1, utilizando a escala de Borg para percepção de esforço do paciente durante o teste. Também foi avaliada a progressão ou regressão da mobilidade intra-hospitalar, por meio da Escala de Máxima Mobilidade de Johns-Hopkins, e por fim, a funcionalidade e a fragilidade através da CFS. Para calcular os valores preditos e sistematizar os resultados das avaliações de HG, MRC, SPPB e TSL1 foi utilizada a plataforma EVOSYSTEM®. A figura 1 ilustra exemplos de avaliação do HG e do SPPB dentro da plataforma EVOSYSTEM®.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Figura 1. Exemplo de avaliação do SPPB, do TSL1min e do Hand grip (Força de preensão palmar) na Plataforma Evosystem®, em comparação aos valores preditos na literatura.

Os dados foram apresentados em média e desvio padrão e ainda, frequência absoluta e relativa. O teste t de Student foi utilizado quando necessário, assumindo valores de $p \leq 0,05$ como significantes.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Resultados

A amostra foi composta por 36 indivíduos, com média de idade 59,7 ±21,8 anos, sendo 61,1% do sexo feminino, 75,0% brancos e 61,15% casados conforme apresentado na tabela 1. Da amostra, 16,7% esteve internada na UTI antes de ir para a enfermaria e 58,7% estiveram internados anteriormente ao menos uma vez nas dependências do HMSC nos últimos 12 meses. O tempo total de internação foi de 7,6±5,0 dias e não houve óbitos na população estudada.

Os motivos de admissão no hospital foram variados, as principais causas isoladas foram afecções relacionadas ao sistema respiratório (25%), seguida do sistema cardiovascular (13,8%) e cirurgia geral (13,8%), e do total, 22,2% das admissões possuíam mais de uma causa, conforme descrito na tabela 2.

Tabela 1. Características basais da amostra

Variável	N (%)	Total
Sexo M/F	14 (38,9) / 22 (61,1)	36 (100%)
Idade (anos)	59,7 ±21,8	
Peso (kg)	69,36 ±18,1	
Altura (m)	1,63 ±0,09	
IMC (Kg/m2)	25,8±6,4	

Legenda: N: número; %: porcentagem; M: masculino; F: feminino; Kg: quilos; *:média ± desvio padrão.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Tabela 2 Motivos de admissão hospitalar

Motivo de admissão	N	Total (%)
Pulmonar	9	25
Cardiovascular	5	13,9
Cirurgia geral	5	13,9
Urológico	3	8,3
Oncológico	2	5,6
Outros	4	11,1
Múltiplos	8	22,2

Legenda: N: número; %: porcentagem;

Quanto à presença de comorbidades, a média foi de 3,83±2,48 condições coexistentes. A hipertensão arterial sistêmica foi a mais prevalente, com 55,55% dos pacientes sendo acometidos.

Na avaliação da força pelo MRC, o valor obtido foi de 57,8±1,8, Já na avaliação pelo HG, encontraram-se valores de 26,1±9,5 Kgf/cm^2, sendo o predito da amostra 30,0±8,3 Kgf/cm^2, p: 0,01, 86,9% do predito. 27 pacientes (75,0% da amostra) não atingiu os valores preditos na literatura.

Dos 36 avaliados, 8 indivíduos (22%) não foram capazes de realizar o TSL1, e dos 24 (78%) que realizaram apenas 16,7% atingiu o valor predito na literatura, sendo o predito 31,3±6,2. Considerando a baixa CF, 17 indivíduos (47,2% da amostra), apresentaram valores de SPPB menores ou iguais a 8. A classificação pela escala CFS obteve valor 2 de maior prevalência, em 47,2% dos avaliados, e 16,7% foi classificado com algum grau de vulnerabilidade.

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

Discussão

A avaliação funcional permite identificar de maneira precoce a CF e o grau de força muscular nos indivíduos. No presente estudo observamos que muitos pacientes são internados já em condições de fragilidade, com um baixo desempenho no HG, onde 27 dos 36 pacientes não atingiram os valores preditos, tendo como base os valores de referência validados para adultos saudáveis na população brasileira[11]. Também se verificou baixo desempenho no TSL1, de acordo com o valor predito presente na literatura[12]. Reforçando os achados consistentes dos estudos, que vão além do período de imobilismo no hospital, refletindo o estado funcional prévio e estilo de vida dos indivíduos, onde mais da metade da população analisada não possuía o hábito de praticar atividades físicas regularmente. Sendo importante utilizar-se de escalas de progressão de mobilidade, como a de Johns-Hopkins, para classificar a capacidade de movimento do indivíduo, e assim auxiliar nas definições de metas para reabilitação e acompanhar sua progressão.

Déficits funcionais reduzem a autonomia, participação social e autoestima, gerando prejuízos à qualidade de vida do indivíduo. A baixa CF é um fator de risco para mortalidade, onde resultados no SPPB abaixo de 9, concomitante ao baixo desempenho no HG e TSL1 aumentam o risco de mortalidade, tempo de internação hospitalar, números de readmissão hospitalar e transferências para instituições de longa permanência, aumentando o risco de complicações e custos em saúde.[13,14] Esses fatores desencadeiam um ciclo prejudicial à vida do indivíduo, como demonstrado no estudo de Carvalho e colaboradores[15] onde a internação hospitalar de cerca de cinco dias já promoveu impactos negativos na funcionalidade, com maior chance de serem readmitidos, quando na presença de baixa CF, intensificando os fatores de risco citados.

Para mitigar esses riscos podem ser implementados programas de educação para promover mudanças no estilo de vida e programas de prevenção primária, com protocolos individualizados com base nos déficits notados na avaliação, que envolvem treino aeróbico e treino de força que levam a adaptações fisiológicas benéficas, levando a uma melhora da CF, da capacidade de realizar

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

AVDs e consequentemente melhora a qualidade de vida, podem reduzir hospitalizações por todas as causas e aumentar a sobrevida.[16] Durante a hospitalização, quando essa não for possível de ser evitada, o início precoce da reabilitação tem um efeito significativo no estado funcional e na força, tratando a condição atual e prevenindo os efeitos deletérios do imobilismo, e isto pode reduzir tempo da internação e consequentemente reduz os custos hospitalares.[17]

Conclusão

Esse estudo reforça a necessidade de uma avaliação funcional do indivíduo durante a internação hospitalar, e que pode ser incorporada como rotina e pilar fundamental na prática clínica, utilizando instrumentos simples e validados, como o HG, MRC e o SPPB para avaliação de força e CF. Esses testes permitem identificar precocemente pacientes em risco e direcionar recursos para intervenções específicas, como programas estruturados de mobilização precoce e prescrição de exercícios, que podem mitigar complicações do imobilismo, melhorar a recuperação funcional e otimizar tempo de internação. Uma parcela significativa dos pacientes internados em enfermarias de um hospital privado de alta complexidade apresentou fraqueza muscular e/ou baixa CF, condições que estão associadas a piores desfechos clínicos e funcionais, e que impactam direta ou indiretamente na qualidade de vida desse indivíduo.

Referências

1. So C, Lage DE, Slocum CS, Zafonte RD, Schneider JC. Utility of Functional Metrics Assessed During Acute Care on Hospital Outcomes: A Systematic Review. PM R. 2019 May;11(5):522-532. DOI: 10.1002/pmrj.12013.

2. Connolly K, Cunningham C, Murphy N, Romero-Ortuno R, Horgan F. Prevalence of sarcopenia and associated factors in older adults attending a day hospital service in Ireland. Eur Geriatr Med. 2021 Feb 13;12(4):851–62. DOI: 10.1007/s41999-021-00446-x.

3. Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: Prevalence, risk factors, and consequences. Metabolism. 2023 Mar;144:155533. DOI: 10.1016/j.metabol.2023.155533.

4. Zanker J, Sim M, Anderson K, Balogun S, Brennan-Olsen SL, Dent E, et al. Consensus guidelines for sarcopenia prevention, diagnosis and management in Australia and New Zealand. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2022 Nov 9;14(1):142–56. DOI: 10.1002/jcsm.13137.

5. Latronico N, Gosselink R. A guided approach to diagnose severe muscle weakness in the intensive care unit. Rev Bras Ter Intensiva. 2015 Jul-Set;27(3):199–201. DOI: 10.5935/0103-507X.20150036.

6. Welch SA, Ward RE, Beauchamp MK, Leveille SG, Travison T, Bean JF. The Short Physical Performance Battery (SPPB): A Quick and Useful Tool for Fall Risk Stratification Among Older Primary Care Patients. J Am Med Dir Assoc. 2021 Aug;22(8):1646-1651. DOI: 10.1016/j.jamda.2020.09.038.

7. Bohannon RW, Crouch R. 1-Minute Sit-to-Stand Test. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2019 Jan;39(1):2–8. DOI: 10.1097/HCR.0000000000000366.

8. Pinheiro T de CE, Alcântara CO, Pereira FM, Andrade MVM de, Moraes EN de, Bicalho MAC, et al. Clinical Frailty Scale em idosos atendidos no Serviço Hospitalar de Emergência: a fragilidade basal é um bom preditor de mortalidade em 90 dias? Rev Bras Geriatr Gerontol. 2021;24(4):e210204. DOI: 10.1590/1981-22562021024.210204.

9. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Tradução Dilza Balteiro Pereira de Campos. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara; 2014.

10. Ferreira J, Carlos J, Silva A, Cavalcante B, De G, Campelo O. REVISÃO Atuação do fisioterapeuta em enfermaria hospitalar no Brasil Physiotherapist activity in hospital ward at Brazil. Fisioter Bras. 2017;18(6):788–99. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/07/908776/atuacao-do-fisioterapeuta-em-enfermaria-hospitalar-no-brasil.pdf

11. Chagas HMA. Determinação de Valores de Referência Para a Força de Preensão Palmar E Força Muscular Respiratória Em Adultos Saudáveis [Dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2019. DOI: 10.11606/d.17.2019.tde-08012019-162415.

12. Furlanetto KC, Tomaz A, Corrêa VAF, Ferreira LL, Zuccolotto M, Silva AAG, et al. Reference Values for 7 Different Protocols of Simple Functional Tests: A Multicenter Study. Arch Phys Med Rehabil. 2022 Jan;103(1):20–28.e5. DOI: 10.1016/j.apmr.2021.08.009.

13. Freire JCG, Morais CL, Sousa F de OS, Alencar Filho P, Silva PAB, Oliveira E de A, et al. Fatores Associados à Fragilidade Em Idosos Hospitalizados: Uma Revisão Integrativa. Saúde Debate. 2017 Dez;41(115):1199–1211. DOI: 10.1590/0103-1104201711517.

14. Silva CFR, Faria CDCM, Lacerda JSR, Rodrigues N da CC, Ferreira GM, Menezes T de SN, et al. Short Physical Performance Battery as a Measure of Physical Performance and Mortality Predictor in Older Adults: A Comprehensive Literature Review. Int J Environ Res Public Health. 2021 Out 10;18(20):10612. DOI: 10.3390/ijerph182010612.

15. Carvalho TC, Costa A dos SN, Rocha AM, Oliveira LS de, Alencar TL de, Oliveira AC de C, et al. Impact of Hospitalization on the Functional Capacity of the Elderly: A Cohort Study. Rev Bras Geriatr Gerontol. 2018 Abr;21(2):134–42. DOI: 10.1590/1981-22562018021.170143.

16. Forman DE, Arena R, King M, Rich MW, Alexander KP, Bakris GL, et al. Prioritizing Functional Capacity as a Principal End Point for Therapies Oriented to Older Adults with Cardiovascular Disease: A Scientific Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association. Circulation. 2017;135(16):e894–e918. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000483.

17. Kundsin A, Rosa C, Silva N, Pires I, Souza D, Souza P, et al. Impacto da mobilização precoce na redução do tempo de internação na UTI. Braz J Implantol Health Sci. 2024;6(2):1624–1635. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n2p1624-1635.

Endereço para correspondência: Giulliano Gardenghi – coordenacao.cientifica@ceafi.edu.br

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Comunicação breve

CUIDADOS RESPIRATÓRIOS NA RIGIDEZ TORÁCICA INDUZIDA POR FENTANIL

RESPIRATORY CARE IN FENTANYL-INDUCED RIGIDITY CHEST

Vitória Maria Santos de Moura[1]; Giulliano Gardenghi[2]

1. Pós-graduanda em Fisioterapia Cardiopulmonar e Terapia Intensiva pela Faculdade CEAFI (Turma 35), Goiânia/GO.

Pós-graduada em Fisioterapia Respiratória Adulto pela Artmed – PUC PR – Curitiba/ PR.

Residente em Urgência e Emergência Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás– HC UFG, Goiânia – GO.

2. Editor chefe da Revista Eletrônica Saúde e Ciência (RESC); Coordenador científico da Faculdade CEAFI – Goiânia/GO Coordenador científico do Hospital ENCORE – Aparecida de Goiânia/GO; Consultor técnico do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo/SP.

Endereço eletrônico para correspondência:

fisiovitoriamsantos@gmail.com

A prática de cuidados respiratórios exige evidências da eficácia e segurança dos tratamentos que serão realizados nos pacientes sob o cuidado do profissional fisioterapeuta. A Prática Baseada em Evidências (PBE), é a junção da experiência clínica vivenciada pelo profissional, associado à melhor evidência disponível para tal contexto[1]. Isso exige que o fisioterapeuta as empregue ao paciente certo, no momento e dose corretos, utilizando os recursos adequados para tal, considerando a fisiopatologia única do paciente.

O fentanil foi o primeiro de uma família de opioides que mais tarde incluiu os análogos sufentanil, alfentanil e remifentanil para seres humanos, e carfentanil para medicina veterinária em animais de grande porte[2]. É uma substância comumente utilizada como analgesia e sedação em centros cirúrgicos e unidades

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

de cuidados intensivos. Possui teor altamente lipofílico, dispondo-se de rápida absorção por tecidos altamente perfundidos, ultrapassando a barreira hematoencefálica, antes de sua redistribuição sistêmica desses tecidos para os músculos e a gordura. O mecanismo de eliminação é pelo metabolismo e excreção urinária de metabólitos (norfentanil e outros metabólitos menores) [3].

Uma vantagem do fentanil é a relativa estabilidade hemodinâmica cardiovascular, no entanto, como efeitos adversos, pode causar bradicardia e hipotensão a depender do histórico do paciente e da dosagem da substância. Depressão respiratória, laringoespasmo, com queda da ventilação minuto e diminuição da resposta compensatória à hipercapnia e hipoxia também são comuns[4].

A indução anestésica com benzodiazepínicos e opióides combinados, permite que doses menores de cada fármaco sejam administradas, buscando minimização de efeitos adversos; entretanto, apesar do efeito sinérgico da combinação, existem complicações potenciais, que incluem a depressão respiratória, instabilidade cardiovascular e náuseas e vômitos com risco de broncoaspiração e a rigidez muscular esquelética[5]. Identificá-los imediatamente, atribuindo a qual droga corresponde, para ajuste e correção rápida, garante o melhor manejo e cuidado com o paciente.

A rigidez da caixa torácica induzida pelo fentanil é uma complicação que se apresenta de forma súbita, manifestando-se como insuficiência respiratória, hipercapnia e redução ou piora da complacência pulmonar pelo aumento do tônus muscular torácico e abdominal, levando à dificuldade de manter uma ventilação adequada seja por via espontânea, seja pela ventilação artificial assistida. É uma condição de difícil diagnóstico pois há uma gama de diagnósticos diferenciais para essa mesma manifestação. Esse fenômeno pode acontecer tanto com doses altas, quanto com doses baixas de fentanil[6].

A condição foi descrita pela primeira vez no ano de 1953, no estudo de Hamilton e Cullen[7], como um grau acentuado de rigidez e aumento do tônus

muscular, decorrente da via dos opioides sintéticos lipofílicos, antes da fabricação do fentanil em 1959 pela Janssen, foi primariamente denominada de “síndrome do peito de madeira” e, atualmente, podem ser encontrados os termos ‘’rigidez torácica induzida por fentanil’’ ou ‘’tórax rígido’’[8].

Com base em estudos em modelos animais, o tórax rígido induzido pelo fentanil envolve uma ação no locus ceruleus, que aumenta o fluxo noradrenérgico, associada à ativação seletiva dos núcleos motores vagais pelo fentanil[4,9]. Este e seus análogos modulam os receptores colinérgicos que controlam a parte da mecânica e patência das vias aéreas. Da mesma forma, a inervação colinérgica do sistema cardiovascular mediada pelos receptores μ, sofre repercussões devido a ligação do fentanil, ocasionando impacto na perfusão das vias coronarianas, hepáticas e do sistema nervoso central[10,11].

A incidência de rigidez da parede torácica secundária ao fentanil é desconhecida e provavelmente é subnotificada, pois trata-se de um diagnóstico de exclusão clinicamente determinado, e fatores como a mortalidade em pacientes não tratados e locais de incidentes não monitorados[6,8]. Costumeiramente, é evidenciado e relatado na literatura o tórax rígido após exposição e continuidade da infusão em altas doses, que mantém um efeito sistêmico e a meia-vida prolongados no paciente, graças à sua eliminação terminal longa, com um fenômeno de pico secundário que pode se manifestar como em efeito rebote do fentanil[3].

Alguns fatores de risco para o desenvolvimento e potencialização da condição listados na literatura, são: dose e velocidade de injeção; neonatos ou idosos; estado de doença crítica associado a doenças neurológicas ou metabólicas e uso de medicamentos que modificam os níveis de dopamina[5].

A farmacêutica fabricante do fentanil, reconheceu que a rigidez muscular induzida pelo fentanil deveria ser tratada com um bloqueador neuromuscular, e a depressão respiratória com um antagonista do receptor opioide, como a naloxona[2,4]. A naloxona, é um derivado sintético da oximorfona, agonista do

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

receptor mμ, que antagoniza os efeitos induzidos pelos agonistas opioides (no caso, o fentanil) mediados pelo mesmo receptor, como a depressão respiratória, e sua alta capacidade lipofílica, também permite a rápida entrada no sistema nervoso central via barreira hematoencefálica. Nesse contexto, a reversão da fisiopatologia é rápida e a normalização da ventilação ocorre rapidamente após descontinuidade da infusão do fentanil, administração de naxolona, e otimizar a substituição por outra droga de efeito semelhante[9].

Os cuidados ventilatórios realizados e que podem ser lançados são durante o exame clínico e avaliação para exclusão diagnóstica diferencial são: observar o paciente e identificar se o mesmo apresenta respiração discordante grave, episódica, com fase expiratória prolongada, sem resposta a broncodilatadores, episódios de apneia e assincronia ventilatória grave, pressões de pico altas, volumes corrente e minuto baixos, apesar do aumento dos limites de pressão no ventilador[6].

Adiciona-se a exclusão de novo episódio de exacerbação de doença pulmonar obstrutiva, broncoespasmo, pneumotórax, piora da complacência pulmonar secundária à pneumonia, distúrbio neurológico central subjacente; e avaliadas a ausculta pulmonar sem evidência de sibilância; análise da viabilidade, posição e verificação de dobras ou obstruções do tubo endotraqueal e nas vias aéreas. Quanto aos exames complementares, observar se a ultrassonografia pulmonar descarta evidências de pneumotórax; a radiografia torácica não apresenta sugestão de piora de pneumonia ou nova consolidação; e, em relação ao ventilador mecânico, avaliar se durante a troca de modos ventilatórios não há melhora na ventilação, excluir hiperinsuflação dinâmica, cogitar a troca de ventilador mecânico para excluir sinais de vazamento, mal funcionamento e configurações inadequadas do ventilador[6].

A rigidez muscular aumenta o consumo de oxigênio, que leva à dessaturação de maneira mais acentuada em comparação apenas a apneia, onde a ressalva da ventilação com bolsa-válvula-máscara, como medida de resgate para reverter a hipóxia, é bem-sucedida somente após a administração de um

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

bloqueador neuromuscular, uma vez que a rigidez da parede torácica produz alta resistência na ventilação com bolsa- válvula-máscara devido redução da complacência e fechamento da mandíbula, resultando na obstrução das vias aéreas superiores[8,4].

Podem ocorrer situações adversas de ineficácia da ventilação via bolsa-válvula- máscara, decorrente da rigidez da parede torácica. Identificar a dificuldade e ineficiência da manobra exige comunicação rápida e tomada de medidas para reversão do quadro, até que seja viável a inserção de uma via aérea alternativa ou restauração da ventilação. Nesse caso, a administração do bloqueador neuromuscular e os antagonistas dos sedativos, permite intubação endotraqueal e favorece o rápido restabelecimento da ventilação. É ressaltado esse método de ventilação de resgate pode ser ineficaz, até que seja administrado o tratamento farmacológico apropriado[12].

Nas situações onde a ventilação com bolsa-válvula-máscara apresenta forte resistência durante a abordagem de resgate, caso o serviço disponha do instrumento e o profissional capacitado para utilizá-lo, a literatura traz o cateter de sucção para a busca por obstrução ou muco no tubo endotraqueal, bem como a broncoscopia emergente à beira do leito para confirmar esses achados e a radiografia de tórax para descartar evidência de pneumotórax. Estas apresentações levantam a hipótese do tórax rígido induzido pelo fentanil[13].

Outro efeito que pode ser considerado barreira tanto na instalação de uma via aérea artificial, quanto na manutenção da permeabilidade e ventilação desta por meio da bolsa-válvula máscara, é a obstrução das vias aéreas, que se dá pelo fechamento das cordas vocais e a involução das estruturas glóticas, graças à ação do fentanil na inervação colinérgica e/ou simpática para esses músculos intrínsecos da laringe sendo semelhante às alterações das vias aéreas do laringoespasmo. A via de tratamento com os bloqueadores musculares, permite o relaxamento da musculatura laríngea antes de obter-se o efeito na função neuromuscular periférica[14,4].

RESC VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica Saúde e Ciência

A literatura alerta acerca da observação do paciente por várias horas, uma vez que, alguns agentes de reversão, como a naxolona, possuem meia-vida mais curta que a do fentanil, sendo assim, é susceptível que o tórax rígido possa ocorrer novamente. A observação de tórax rígido pode ocorrer tempos após o procedimento em pacientes que estão em ventilação espontânea sem via aérea artificial, ou com a via aérea invasiva, o que reforça a necessidade de acompanhamento por vários momentos até que a meia- vida do fentanil esteja completamente cessada. Uma estratégia de identificação é a avaliação pupilar, onde as respostas à sedativos podem levar à contração dessas estruturas, com resposta miótica e a avaliação gasométrica com aumento da retenção de pressão arterial de dióxido de carbono (PaCO2) decorrente da apneia e hipoventilação[15,16].

Infelizmente, esse tipo de perfil inviabiliza métodos de pesquisa mais robustos que garantam um nível de evidência mais alto, no entanto, esse é um ponto de partida para que o profissional tenha um norte de quais alternativas podem ser realizadas e o que esperar frente a uma situação semelhante em sua prática clínica. É necessária uma análise prudente da clínica para determinar como a melhor evidência é aplicada ao cuidado de um paciente em específico, compondo-se de suas particularidades. Não existem evidências de alto nível para muitas práticas de cuidados respiratórios. No entanto, evidências de alto nível devem ser implementadas e disseminadas ao público quando estiverem disponíveis na literatura.

Conclui-se que por se tratar de uma condição subdiagnosticada decorrente de sintomatologia inespecífica, semelhante à muitas condições, é razoável que sejam utilizadas estratégias de análise multivariada partindo do exame físico do paciente, para uma análise criteriosa das vias aéreas, buscando investigar o tipo de intervenção necessária para cada caso específico, seja em ventilação espontânea ou em via aérea artificial invasiva, na busca de manter a permeabilidade até que as medidas farmacológicas sejam administradas para reversão do quadro. O uso de exames complementares para contribuir com

exclusão diagnóstica e norteamento da condição e conduta, pode ser útil quando aplicados à realidade de cada serviço.

Em grande parte dos estudos, a ventilação de resgate via bolsa-válvula-máscara foi o método mais utilizado. De acordo com o grau de evidência dos estudos e as devidas ressalvas de dificuldades de aplicação do método frente à condição em si, é possível dispor dessa forma de manejo, até que avanços tecnológicos e evidências mais robustas possam trazer um grau mais elevado de qualidade e eficácia.

Referências

1. Hess DR. Evidence-Based Respiratory Care. Respiratory Care [periódicos na Internet]. 2021 [acesso em 18 de abril de 2024]; 66 (7): 1105-1119. Disponível em: DOI: https://doi.org/10.4187/respcare.089507
2. Grell FL, Koons RA, Denson JS. Fentanyl in anesthesia: a report of 500 cases. Anesthesia and Analgesia [periódicos na Internet]. 1970 [acesso em 14 de abril de 2024]; 49(4): 523-32. PMID: 5534663.
3. Bird HE, Huhn AS, Dunn KE. Fentanyl Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion: Narrative Review and Clinical Significance Related to Illicitly Manufactured Fentanyl. Journal of Addict Medicine [periódicos na Internet]. 2023 [acesso em 10 de maio de 2024]; 17(5):503-508. Disponível em: DOI: 10.1097/ADM.0000000000001185
4. Torralva R, Janowsky A. Noradrenergic Mechanisms in Fentanyl-Mediated Rapid Death Explain Failure of Naloxone in the Opioid Crisis. The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics [periódicos na Internet]. 2019 [acesso em 05 de maio de 2024]; 371(2):453-475. Disponível em: DOI: 10.1124/jpet.119.258566.
5. Çoruh B, Tonelli MR, Park DR. Fentanyl-Induced Chest Wall Rigidity. Chest [periódicos na Internet]. 2013 [acesso em 05 de maio de 2024]; 143(4):1145-1146. Disponível em: DOI: https://doi.org/10.1378/chest.12-2131
6. Ming PW, Singh DL. Fentanyl-Induced Chest Wall Rigidity as a Cause of Acute Respiratory Failure in the Intensive Care Unit. Journal of Medical Cases [periódicos na Internet]. 2019 [acesso em 14 de maio de 2024];10(8):249-252. Disponível em: DOI: 10.14740/jmc3351
7. Hamilton WK, Cullen SC. Effect Of Levalloephan Taetrate Upon Opiate Induced Respiratory Depression. Anesthesiology [periódicos na Internet]. 1953 [acesso em 14 de maio de 2024]; 14:55554. Disponível em: DOI: https://doi.org/10.1097/00000542-195311000-00002

8. Zoorob R, Uptegrove L, Park BL. Case Report of Very-Low-Dose Fentanyl Causing Fentanyl-Induced Chest Wall Rigidity. Cureus [periódicos na Internet]. 2023 [acesso em 05 de maio de 2024]; 15(8):e43788. Disponível em: DOI: 10.7759/cureus.43788
9. Pergolizzi JV, Dahan, A, Ann LeQuang, J, Raffa, RB. Overdoses due to fentanyl and its analogues (F/FAs) push naloxone to the limit. Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics [periódicos na Internet]. 2021[acesso em 14 de maio de 2024]; 46(6):1501-1504. Disponível em: DOI:10.1111/jcpt.13462
10. Fu MJ, Tsen LY, Lee TY, Lui PW, Chan SH. Involvement of cerulospinal glutamatergic neurotransmission in fentanyl-induced muscular rigidity in the rat. Anesthesiology [periódicos na Internet]. 1997 [acesso em 15 de maio de 2024]; 87(6):1450-1459. Disponível em: DOI: 10.1097/00000542-199712000-00024
11. Griffioen KJ, Venkatesan P, Huang ZG, Wang X, Bouairi E, Evans C, Gold A, Mendelowitz D. Fentanyl inhibits GABAergic neurotransmission to cardiac vagal neurons in the nucleus ambiguus. Brain Research [periódicos na Internet]. 2004 [acesso em 14 de maio de 2024]; 1007(1-2):109-115. Disponível em: DOI: 10.1016/j.brainres.2004.02.010.
12. Phua CK, Wee A, Lim A, Abisheganaden J, Verma A. Fentanyl-induced chest wall rigidity syndrome in a routine bronchoscopy. Respiratory Medicine Case Reports [periódicos na Internet]. 2017 [acesso em 12 de maio de 2024]; 20:205-207. Disponível em: DOI: 10.1016/j.rmcr.2017.02.012.
13. Rosal NR, Thelmo FL Jr, Tzarnas S, DiCalvo L, Tariq S, Grossman C. Wooden Chest Syndrome: A Case Report of Fentanyl-Induced Chest Wall Rigidity. Journal of Investigative Medicine High Impact Case Reports [periódicos na Internet]. 2021 [acesso em 15 de maio de 2024]; 9:23247096211034036. Disponível em: DOI: 10.1177/23247096211034036
14. Bennett JA, Abrams JT, Van Riper DF, Horrow JC. Difficult or impossible ventilation after sufentanil- induced anesthesia is caused primarily by vocal cord closure. Anesthesiology [periódicos na Internet]. 1997 [acesso em 15 de maio de 2024]; 87(5):1070-1704. Disponível em: DOI: 10.1097/00000542-199711000-00010.
15. Klausner JM, Caspi J, Lelcuk S, Khazam A, Marin G, Hechtman HB, Rozin RR. Delayed muscular rigidity and respiratory depression following fentanyl anesthesia. Archives of Surgery [periódicos na Internet]. 1988 [acesso em 12 de maio de 2024]; 123(1):66-67. Disponível em: DOI: 10.1001/archsurg.1988.01400250076013. PMID: 3337659.
16. Roan JP, Bajaj N, Davis FA, Kandinata N. Opioids and Chest Wall Rigidity During Mechanical Ventilation. Annals of Internal Medicine [periódicos na Internet]. 2018 [acesso em 15 de maio de 2024]; 168(9):678. Disponível em: 10.7326/L17-0612.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Comunicação breve

O LADO ESQUECIDO DO CORAÇÃO

THE FORGOTTEN SIDE OF THE HEART

Francisco Tiago Oliveira de Oliveira[1]

1. Divulgador Científico da Central da Reabilitação

Endereço para correspondência: chicofisio@gmail.com

Quando estudamos a fisiologia e fisiopatologia cardiovascular, a região mais valorizada e estudada é, sem dúvida, o ventrículo esquerdo. Isso fica evidente para mim quando falamos de fração de ejeção, pós-carga ou mostramos a clássica curva de pressão-volume, que, não por acaso, quase sempre é a do ventrículo esquerdo (VE). Mas será que não estamos deixando de lado um personagem igualmente importante nessa história?

Como falamos muito pouco sobre o ventrículo direito (VD), as diferenças anatômicas e funcionais entre os ventrículos são pouco conhecidas entre muitos profissionais. Em sendo assim, a intenção dessa comunicação breve é jogar luz no VD e mostrar o seu verdadeiro valor.

Anatomia dos ventrículos

As diferenças entre os dois ventrículos começam na anatomia. O VE esquerdo tem um formato cônico e o VD tem um formato semelhante uma meia lua, ou em fora de "C". Veja a imagem abaixo (figura 1) e tire suas próprias conclusões.

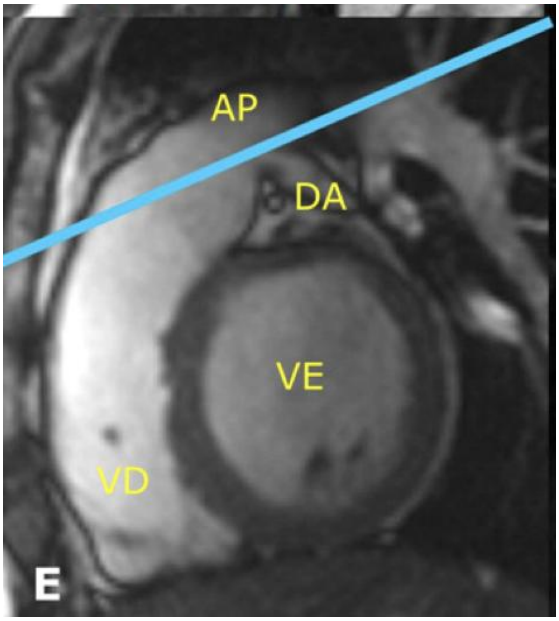

Figura 1. Observe nesta imagem de ressonância magnética o ventrículo esquerdo (VE) com formato ovalado e massa muscular bem pronunciada, enquanto o ventrículo direito (VD) apresenta uma camada fina de músculo e um formato que parece abraçar o VE. AP- artéria pulmonar; DA- descendente anterior; VE- ventrículo esquerdo; VD- ventrículo direito.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Pressão e resistência

Enquanto o VE precisa vencer pressões médias da ordem de **90 a 100 mmHg**, o VD trabalha contra **apenas 14 a 18 mmHg**. É essa diferença que faz com que o VE necessite de uma parede muscular espessa e uma contração potente — já o VD é mais fino, e é mais **complacente do VE.**

Enquanto o VE opera contra uma resistência alta, o VD é adaptado para empurrar sangue através de um sistema de baixa resistência. Por isso, qualquer aumento súbito na pressão pulmonar pode desestabilizar sua função. Essa diferença funcional faz com que o VD tolere muito menos variações na pós-carga, entrando em insuficiência rapidamente diante de aumentos súbitos da resistência vascular pulmonar. Essa informação é de extrema importância para profissionais que atuam em unidades de terapia intensiva, onde tanto doenças como tromboembolismo pulmonar (TEP) e hipoxemia severa, quanto a própria ventilação com pressão positiva, podem impor uma resistência que o VD não é capaz de suportar (figura 2).

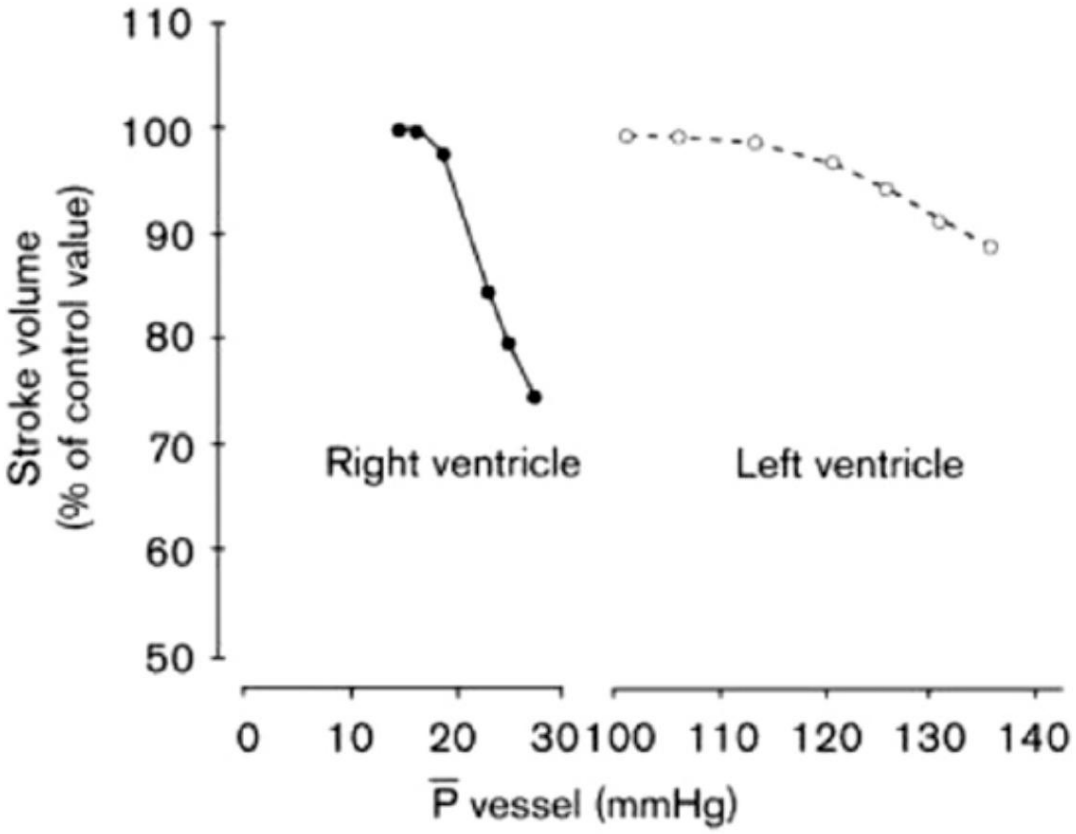

Figura 2. Nesta imagem podemos observar que uma pequena variação da pressão da artéria pulmonar induz uma redução importante do volume sistólico do VD. Em contrapartida, no VE é necessário um aumento muito maior da pressão aórtica para apresentar uma redução discreta do volume sistólico.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

Padrão de contração e formato

O coração não se contrai apenas apertando de fora para dentro. Ele torce, gira, encurta e relaxa numa sequência coordenada que lembra o movimento de uma toalha sendo torcida. Essa mecânica acontece porque as fibras musculares do ventrículo são organizadas em espiral ou, de forma mais técnica, em um padrão helicoidal. Isso significa que o músculo cardíaco forma uma espécie de fita enrolada sobre si mesma, com fibras internas puxando de cima para baixo (do átrio para o ápice) e fibras externas puxando de baixo para cima (do ápice para a base). Primeiro, o coração se prepara para a ejeção com uma contração transversal que reduz o diâmetro da cavidade. Em seguida, vem a torção: a base gira em uma direção, o ápice em outra. Esse movimento em sentidos opostos espreme o sangue com mais eficiência e ainda armazena energia que será liberada no início da diástole, ajudando o ventrículo a se encher rapidamente. É um sistema engenhoso, onde força e elasticidade trabalham juntas em cada batimento (figura 3).

Já o VD, que tem uma parede mais fina e uma anatomia em forma de meia-lua, apresenta um padrão de contração predominantemente longitudinal, como se encurtasse da base para o ápice, e depende fortemente do deslocamento do septo interventricular para ejetar o sangue com eficiência. Ao contrário do VE, o VD não realiza torção significativa, e por isso sua função é mais vulnerável a sobrecargas de pressão ou alterações na mecânica ventricular esquerda (figura 4).

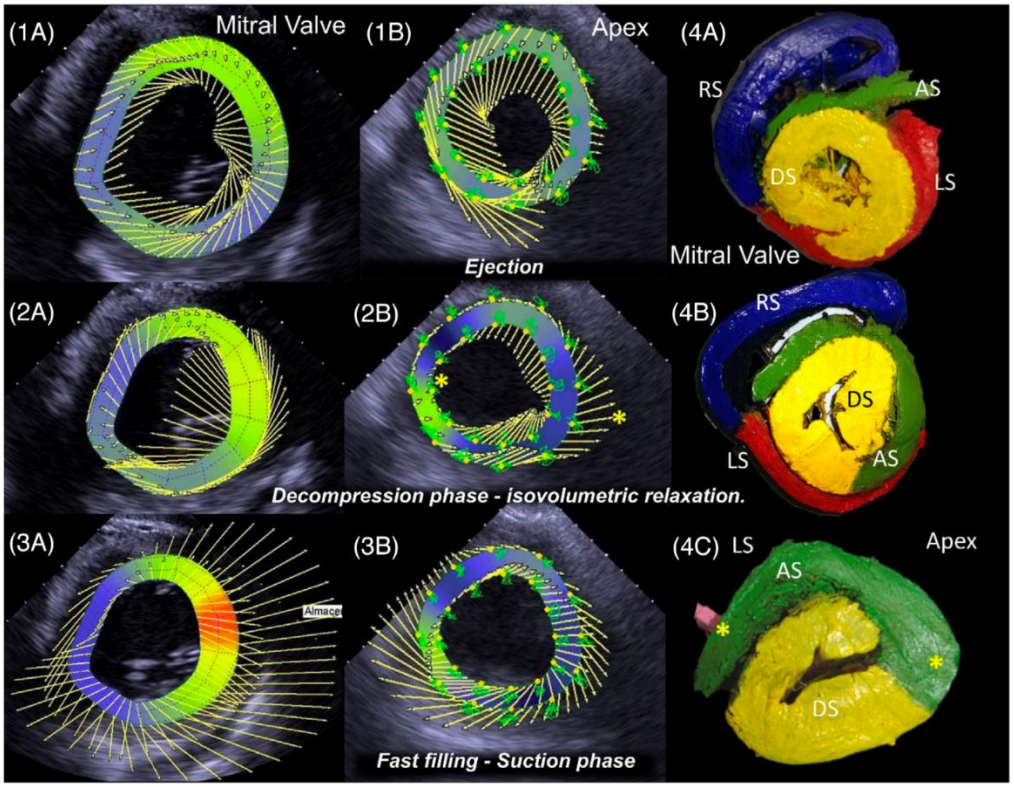

Figura 3. Exemplo do mecanismo complexo de contração do coração.

RESC
VOL. XV - N °- 02 - Ano 2025
ISSN 2238-4111
Revista Eletrônica
Saúde e Ciência

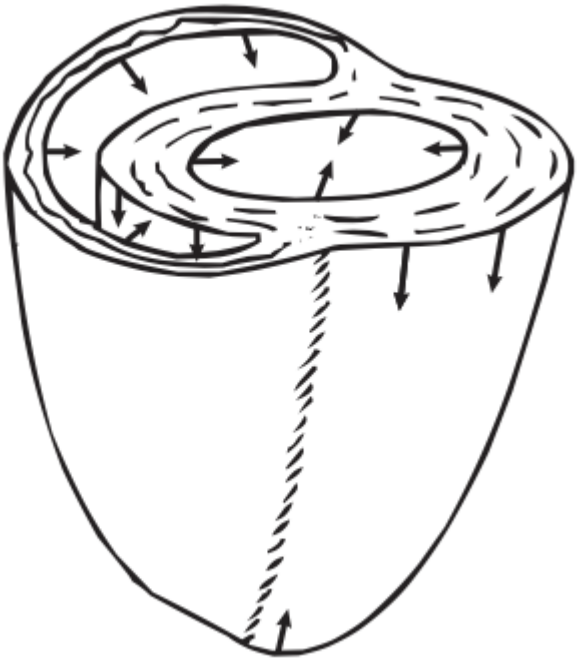

Figura 4. Ilustração demonstrando os diferentes padrões de contração entre ambos os ventrículos.

Perfusão e tolerância ao estresse

O VE recebe fluxo coronariano quase exclusivamente na diástole. O VD, por operar sob baixa pressão, é perfundido durante todo o ciclo cardíaco, o que em teoria o protege mais, mas na prática, sua reserva contrátil é bem menor. A presença ou não de reserva contrátil do VD durante o estresse pode determinar o prognóstico mesmo quando a função de repouso parece preservada.

Estudo reforça: VD importa na capacidade funcional

Um estudo publicado recentemente avaliou mais de dois mil pacientes submetidos a teste de esforço e ecocardiograma, e trouxe uma descoberta interessante: pacientes com disfunção do VD especialmente aqueles com infarto, apresentaram maior limitação funcional, além de menor frequência cardíaca e pressão arterial máximas durante o esforço. Ou seja, mesmo quando o VE estava preservado, o comprometimento do VD já era suficiente para reduzir de forma significativa a capacidade de exercício.

Referência

1. Central da Reabilitação. Newsletter [Internet]. São Paulo: Central da Reabilitação; [citado em 17 dez 2025]. Disponível em: https://www.centraldareabilitacao.com.br/l/newsletter23/