

Jornal de Investigação Médica

2024

Volume 5, Número 2
ISSN Online: 2184-7509



Ficha Técnica

- **ISSN Online:** 2975-8289
- **Frequência:** Semestral
- **Propriedade:** Ponteditora, Sociedade Unipessoal, Lda.
- **NIPC:** 514 111 054
- **Composição do capital do proprietário:** 10 000€, 100% detido por Ana Leite, doutoranda
- **Gestão (não remunerada):** Eduardo Leite, Ph.D.
- **Localização:** Startup Madeira — Campus da Penteada, 9020-105, Funchal, Madeira, Portugal
- **Contacto principal:**
 - Eduardo Leite
 - Universidade da Madeira
 - +351 291 705 180
 - eduardo.leite@staff.uma.pt
- **Contacto de apoio:**
 - Ponteditora
 - +351 291 723 010
 - geral@ponteditora.org

Equipa Editorial

Editores-Chefe

- **Diego Viana-Gomes**  — Pós-Doutor pelo Instituto de Nutrição da UFRJ. Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Investigador do Laboratório de Bioquímica de Exercício e Motores Moleculares, Brasil.
- **Elton Bicalho de Souza**  — Pós-Doutorando em Educação Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Coordenador de Curso/Docente do Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil.

Editor Associado

- **Cristina Vaz de Almeida**  — Ph.D. em Ciências da Comunicação — Literacia em Saúde (ISCSP — Portugal). Diretora da Pós-Graduação em Literacia em Saúde (ISPA). Mestre em Comunicação em *e-Learning* (Universidade de Barcelona). Pós Graduada em Marketing (ISG). Licenciatura em Direito (UCP — Portugal), Portugal. Presidente da Sociedade Portuguesa de Literacia em Saúde.

Conselho Científico

- **Amadeu Borges-Ferreira**  — Ph.D. em Educação, Especialidade em Liderança Educacional. Professor Coordenador na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal. Investigador no Le@d — Laboratório de Educação a Distância e E-Learning da Universidade Aberta, Portugal.
- **Ana Lúcia Marques Ramos**  — Ph.D. em Biociências, Especialidade em Biologia Celular e Molecular. Professora na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa — Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal. Investigadora no Health and Technology Research Center (H&TRC), Portugal.
- **Ana Mafalda Loureiro Fonseca**  — Ph.D. em Ciências Biomédicas (Imunologia). Professora Auxiliar na Universidade da Beira Interior — Faculdade de Ciências da Saúde, Portugal.
- **Ana Maria de Figueiredo Valado**  — Ph.D. Biociências, Especialização de Biologia Celular e Molecular, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Professora Coordenadora no Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Portugal.
- **André Filipe Ferreira Coelho**  — Ph.D. em Ciências da Vida, pela NOVA Medical School. Professor Adjunto na Escola Superior de Tecnologia da Saúde — Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal.
- **Carina Patrícia De Barros Freitas**  — Ph.D. em Ciências Médicas e Neurociências. Professora Auxiliar Convidada da Faculdade de Ciências da Vida da Universidade da Madeira. Médica Assistente Graduada de Pedopsiquiatria da Carreira Especial Médica (Hospital Particular da Madeira), Portugal.
- **Catarina Morais Seabra**  — Ph.D. em Biologia Básica e Aplicada (GABBA). Investigadora do Laboratório de Circuitos Neurais e Comportamento do Centro de Neurociência e Biologia Celular da Universidade de Coimbra, Portugal.
- **Cláudia Marisa Monteiro Saraiva**  — Ph.D. em Sistemas de Bioengenharia, Investigadora de Pós-Doutoramento da Universidade de Luxemburgo.
- **Clévio David Rodrigues Nóbrega**  — Ph.D. em Biologia Molecular e Citogenética. Professor Auxiliar da Universidade do Algarve, Portugal.
- **Cristina Vaz de Almeida**  — Ph.D. em Comunicação — Literacia em Saúde (ISCSP). Diretora da Pós-Graduação em Literacia em Saúde do Instituto Superior de Psicologia Aplicada do Instituto Universitário de Ciências Psicológicas, Sociais e da Vida, Portugal.
- **Deisa Salyse dos Reis Cabral Semedo**  — Ph.D. em Enfermagem. Professora e Coordenadora do Curso de Licenciatura em Enfermagem da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Cabo Verde.

- **Diego Viana-Gomes**  — Pós-Doutor pelo Instituto de Nutrição da UFRJ. Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Investigador do Laboratório de Bioquímica de Exercício e Motores Moleculares, Brasil.
- **Elin Oftedal**  — Ph.D. em Empreendedorismo/Estudos Empreendedores, Inovação. Professora na Universidade de Stavanger, Noruega.
- **Fábio Cahuê**  — Ph.D. em Ciências (Cardiologia). Professor de Educação Física, CREF, Rio de Janeiro, Brasil.
- **Ignácio Antônio Seixas da Silva**  — Ph.D. em Ciências do Exercício e do Esporte, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor Auxiliar na Universidade Estácio de Sá, Brasil.
- **Isabel Maria Abreu Rodrigues Fragoeiro**  — Ph.D. em Saúde Mental. Professora Coordenadora da Escola Superior de Saúde da Universidade da Madeira, Portugal.
- **Isaura Vanessa Antunes Martins**  — Ph.D. em Neurociência. Investigadora de Pós-Doutoramento do Instituto de Medicina Molecular, Portugal.
- **Jorge Humberto Ferreira Martins**  — Ph.D. em Voz, Comunicação e Linguagem, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC), Portugal.
- **Luís Sardinha**  — Ph.D. em Ciências Económicas e Empresariais (Gestão), pela Universidade dos Açores. Professor Assistente Convidado na Universidade da Madeira, Portugal.
- **Mafalda Maria Coelho Azevedo**  — Ph.D. em Biologia Básica e Aplicada (GABBA), Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, Portugal.
- **Marcelo de Lima Santanna**  — Ph.D. em Química Biológica, Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo, Marinha do Brasil, Brasil.
- **Marco André Manso Domingues**  — Ph.D. em Bioquímica Médica, Instituto de Medicina Molecular João Lobo Antunes, Portugal.
- **Marta Dora Ornelas**  — Ph.D. em Medicina. Professora Auxiliar da Universidade da Madeira, Portugal.
- **Maria Rodrigues**  — Ph.D. em Saúde. Professora da Universidade da Madeira, Portugal.
- **Nuno Carvalho Freire de Almeida Adubeiro**  — Ph.D. em Ciências Biomédicas. Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto, Portugal.
- **Otilia Freitas**  — Ph.D. em Ciências de Enfermagem. Professora Coordenadora da Universidade da Madeira, Portugal.
- **Patrícia Vigário**  — Ph.D. e Pós-Doutoramento em Medicina (Endocrinologia). Investigadora no Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, Brasil.
- **Paulo Alexandre Gameiro**  — Ph.D. em Bioquímica. Investigador de Pós-Doutoramento do Centro de Esclerose Múltipla Queen Square da Universidade de Londres, Reino Unido.
- **Paulo Nunes Costa Filho**  — Ph.D. em Biodinâmica do Movimento Humano, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Biofísico e Investigador no Laboratório de Imunofisiologia do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho — UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- **Pilar Baylina**  — Ph.D. em Saúde Pública: Política, Gestão e Administração da Saúde. Professora Adjunta do Instituto Politécnico do Porto, Portugal.
- **Rita Silva**  — Ph.D. em Ciências de Enfermagem. Professora Adjunta da Universidade da Madeira, Portugal.

- **Roseny Flávia Martins**  — Ph.D. em Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil.
- **Tábata Bergonci**  — Ph.D. em Genética, Investigadora de Pós-Doutoramento na Aarhus University, Dinamarca.
- **Tânia Marlene Gonçalves Lourenço**  — Ph.D. em Enfermagem. Professora Adjunta na Escola Superior de Enfermagem São José de Cluny, Investigadora Integrada na CINTESIS, Portugal.

Conselho Editorial

- **Abílio Raul Oliveira Nogueira de Azevedo**  — Doutorando em Segurança e Saúde Ocupacionais (DemSSO), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal.
- **Bárbara Gomes Patrício**  — Doutoranda em Medicina Translacional, Investigadora do Instituto de Fisiologia Clínica do Consiglio Nazionale delle Ricerche, Itália.
- **Maria Margarida Serra Coelho**  — Doutoranda em Bioquímica, Investigadora da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P, Portugal.
- **Margarida Araújo-Correia**  — Doutoranda Mecanismos de Doença e Medicina Regenerativa. Professora de Farmácia da Escola Josefa de Óbidos, Portugal.
- **Sandra Filipa Ferreira Gomes**  — Doutoranda em Farmacologia Clínica e Toxicologia, Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Portugal.

Estatuto Editorial

JIM — Jornal de Investigação Médica é uma publicação periódica semestral, com revisão por pares, publicada em formato digital e de acesso aberto pela Ponteditora. O JIM assume o compromisso de produzir, divulgar e promover trabalhos científicos originais no domínio da saúde e áreas afins.

Missão e Âmbito

O JIM visa reforçar a sua missão de longo prazo de reunir e disseminar conhecimento, promovendo comunidades científicas dedicadas à saúde.

A revista incentiva abordagens convergentes, interdisciplinares e multidisciplinares no estudo da saúde.

A linha editorial do JIM organiza-se em áreas como:

- Antropologia.
- Artes.
- Cultura.
- Desporto e atividades similares.
- Economia.
- Empreendedorismo.
- Estatística.
- Filosofia.
- Governação.
- Linguística.
- Novas tecnologias.
- Políticas.
- Psicologia positive.
- Psicologia da saúde.
- Neuropsicologia.
- Sociologia.
- Urbanismo.

A missão do JIM é promover o estudo da saúde e estimular a produção de investigação e ensaios a nível global.

Língua e Formato de Publicação

A revista publica preferencialmente em português e inglês, podendo aceitar outras línguas quando devidamente justificadas pelo contexto editorial.

São aceites submissões em português anterior e posterior ao Acordo Ortográfico, em conformidade com a intenção expressa pelos/as autores/as em nota de intenção nos manuscritos submetidos. Cada artigo deve incluir título, resumo e palavras-chave.

A revista é publicada duas vezes por ano, em formato digital, com cada edição contendo aproximadamente entre 80 e 180 páginas A4.

Estrutura Editorial e Revisão por Pares

A Equipa Editorial é composta por um grupo de académicos e profissionais comprometidos com o rigor científico e a independência editorial. Para além dos números regulares, a revista publica também números especiais coordenados por editores convidados com reconhecida experiência. Todas as submissões são sujeitas a uma avaliação em duas fases:

1. **Avaliação Editorial Inicial (Desk Review)** — Realizada pelo Editor-Chefe e pelos Editores Adjuntos, com o objetivo de verificar o alinhamento com o âmbito da revista e as normas editoriais.

2. **Revisão por Pares** — Os autores podem escolher entre revisão simples-cega (revisor anónimo), dupla-cega (modelo por defeito) ou revisão aberta. Em casos de avaliações contraditórias, pode ser consultado um terceiro revisor.

Todos os artigos são seleccionados com base na relevância, qualidade científica e respeito pela diversidade de perspetivas.

Normas Éticas

A revista segue os mais elevados padrões de ética na publicação científica, orientando-se por referenciais internacionalmente reconhecidos, incluindo:

- [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#).
- [World Medical Association's Declaration of Helsinki \(WMA\)](#).
- [International Committee of Medical Journal Editors \(ICMJE\)](#).
- [Animal Research: Reporting of In Vivo Experiments \(ARRIVE\)](#).

A revista promove a integridade, transparência e responsabilidade ética em todo o processo de publicação. As Diretrizes para Autores e para Revisores estão publicamente disponíveis e são regularmente atualizadas.

Independência Editorial e Integridade

A revista mantém total independência editorial, não estando sujeita a influências políticas, ideológicas ou económicas. A aprovação de manuscritos baseia-se exclusivamente no mérito académico, originalidade e relevância para a área científica.

A Equipa Editorial respeita ainda os princípios éticos consagrados no artigo 17.º da Lei de Imprensa portuguesa, assegurando boa-fé jornalística e responsabilidade perante os leitores.

Acesso e Inclusão

A revista é totalmente de acesso aberto, disponibilizando livre e gratuitamente todo o seu conteúdo. Promove ativamente a inclusão e acolhe submissões provenientes de diferentes contextos geográficos, institucionais e disciplinares.

Ciência Aberta e Dados de Investigação

A revista incentiva a transparência e a reprodutibilidade da investigação. Os autores são encorajados a depositar os dados de investigação que suportam os seus resultados em repositórios abertos de confiança sempre que possível e a incluir uma Declaração de Disponibilidade de Dados nos seus manuscritos.

A revista apoia os princípios [FAIR](#) (Findable, Accessible, Interoperable and Reusable). Quando os dados não puderem ser partilhados por motivos éticos, legais ou de privacidade, os autores devem indicar claramente as razões no manuscrito.

Preservação Digital

A revista assegura a preservação a longo prazo do seu conteúdo digital através de sistemas de arquivamento e preservação reconhecidos.

Índice

Página	Título	Autor(es)
01	Editorial — A interdisciplinaridade como resposta à complexidade da saúde	Elton de Souza
03	Suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio como estratégia ergogênica em exercícios de alta intensidade: Revisão narrativa	Elton de Souza et al.
10	Carbohydrate and protein ingestion imbalance and gut function in endurance athletes, a possible cause for dysbiosis?	Julia Engel Érico Caperuto
15	Anthropometric and morphological correlations of fat accumulation in active mesomorphic phenotypes: A cross-sectional observational study	Marcelo Sant'Anna et al.
28	Efeitos crônicos de diferentes métodos de treinamento no ângulo de Cobb, em adolescentes com escoliose idiopática: uma revisão de literatura	Wendel Soares et al.
40	Infrared thermography-monitored recovery of anterior cruciate ligament rupture in a professional soccer player: A case study	Dailson Paulucio et al.
48	Cuidado especializado no <i>outcome</i> da pessoa em situação crítica do extra ao intra-hospitalar: Revisão integrativa da literatura	Daniela Correia Noélia Pimenta
68	Do we need positive mental health literacy? First explorations of broadening the scope of mental health literacy	Mariana de Carvalho et al.

Editorial — A interdisciplinaridade como resposta à complexidade da saúde ***Editorial—Interdisciplinarity as a response to the complexity of healthcare***

[10.29073/jim.v5i2.1272](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.1272)

Elton de Souza , Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil, elton.bicalho01@gmail.com.

A saúde humana é um fenómeno complexo, que envolve dimensões biológicas, nutricionais, funcionais, psicológicas e sociais. A diversidade dos problemas que se apresentam à investigação e à prática clínica torna cada vez mais necessária a aproximação entre diferentes áreas do conhecimento. É neste contexto que a interdisciplinaridade assume um papel fundamental na construção de respostas mais amplas e qualificadas para os desafios contemporâneos em saúde.

O presente número do Jornal de Investigação Médica traduz, de forma particular, essa diversidade. Os trabalhos publicados percorrem diferentes áreas e abordagens, desde a nutrição e o desempenho desportivo até aos cuidados à pessoa em situação crítica, passando pela avaliação corporal, recuperação de lesões, exercício físico, saúde mental e utilização de novas ferramentas de avaliação.

Na área da nutrição e do exercício, os estudos apresentados discutem estratégias ergogénicas, relações entre alimentação e função intestinal, características antropométricas e diferentes possibilidades de intervenção pelo exercício. Em conjunto, estes trabalhos reforçam a importância de compreender o desempenho físico e a saúde a partir de múltiplos determinantes, evitando interpretações isoladas de fenómenos que são, por natureza, multifatoriais.

A utilização da termografia infravermelha no acompanhamento da recuperação de uma lesão desportiva ilustra, por outro lado, como a incorporação de novas tecnologias pode ampliar as possibilidades de avaliação e monitorização. Da mesma forma, a discussão sobre o cuidado especializado à pessoa em situação crítica evidencia a necessidade de articulação entre diferentes profissionais e níveis de assistência para responder adequadamente a situações de elevada complexidade.

A saúde, contudo, não se limita à dimensão física. A reflexão sobre a literacia em saúde mental e a valorização do bem-estar amplia essa perspectiva e reforça a necessidade de compreender a saúde para além da ausência de doença. Esta abordagem aproxima diferentes dimensões do cuidado e contribui para uma visão mais integrada do indivíduo.

A diversidade temática deste número constitui, assim, uma oportunidade para refletirmos sobre o próprio papel da investigação científica. Produzir conhecimento em saúde não significa apenas aprofundar áreas específicas, mas também criar possibilidades de diálogo entre diferentes saberes. É nesse encontro que muitas vezes surgem novas perguntas, novas metodologias e novas possibilidades de intervenção.

Para os periódicos científicos, esta realidade representa igualmente um compromisso. Cabe-nos criar espaços que acolham diferentes perspectivas, estimulem o diálogo científico e contribuam para aproximar a investigação das necessidades concretas da sociedade. A ciência torna-se mais relevante quando o conhecimento produzido em diferentes campos consegue estabelecer conexões e contribuir para uma compreensão mais ampla dos fenómenos relacionados com a saúde.

O número que agora apresentamos reflete esse propósito. Mais do que reunir estudos de diferentes áreas, pretende contribuir para um espaço de conhecimento aberto ao diálogo e à colaboração. Afinal, diante da complexidade dos desafios em saúde, a construção de respostas consistentes depende, cada vez mais, da capacidade de diferentes áreas do conhecimento trabalharem em conjunto.

Boa leitura.

Declaração Ética

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Financiamento: Nada a declarar.



Todo o conteúdo do **JIM — Jornal de Investigação Médica** é licenciado sob [Creative Commons](#), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

Suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio como estratégia ergogênica em exercícios de alta intensidade: Revisão narrativa
Beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation as an ergogenic strategy for high-intensity exercise: A narrative review

[10.29073/jim.v5i2.1009](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.1009)

Recebido: 12 de setembro de 2025.

Aprovado: 12 de agosto de 2026.

Publicado: 15 de agosto de 2026.

Autor/a 1 (Correspondente): Elton de Souza , Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil, elton.bicalho01@gmail.com.

Autor/a 2: Laura de Souza , Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil, laura.bduartessouza@gmail.com.

Autor/a 3: Diego Gomes , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, diegoefd@gmail.com.

Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio na atenuação da fadiga muscular induzida por exercícios de alta intensidade. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de buscas nas bases de dados PubMed e Scopus, utilizando-se o Google Acadêmico como ferramenta complementar. Foram incluídos estudos publicados entre 2000 e 2025, nos idiomas português e inglês, que abordassem os efeitos desses suplementos sobre a fadiga muscular, o desempenho físico e os mecanismos de tamponamento. A fadiga muscular está diretamente relacionada à redução do pH intracelular decorrente do acúmulo de íons hidrogênio durante exercícios intensos, comprometendo a função contrátil e a atividade de enzimas envolvidas na produção de energia. Nesse contexto, substâncias tamponantes têm sido investigadas como estratégias ergogênicas para retardar a fadiga e melhorar o desempenho físico. A beta-alanina atua no meio intracelular por meio do aumento da concentração de carnosina muscular, enquanto o bicarbonato de sódio exerce efeito tamponante no meio extracelular, favorecendo a remoção de íons hidrogênio e contribuindo para a manutenção do equilíbrio ácido-base. Os estudos analisados demonstram que a suplementação isolada ou combinada desses compostos pode melhorar o desempenho em exercícios anaeróbios de alta intensidade, desde que utilizada em protocolos adequados. Conclui-se que a suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio constitui uma estratégia ergogênica promissora para retardar a fadiga muscular e otimizar o desempenho físico, devendo sua utilização ser realizada com acompanhamento profissional.

Palavras-Chave: Beta-Alanina; Bicarbonato de Sódio; Fadiga Muscular.

Abstract

This study aimed to analyze the effects of beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation on attenuating muscle fatigue induced by high-intensity exercise. This narrative literature review was conducted through searches of the PubMed and Scopus databases, with Google Scholar used as a complementary search tool. Studies published between 2000 and 2025 in English and Portuguese were included if they investigated the effects of these supplements on muscle fatigue, exercise performance, and buffering mechanisms. Muscle fatigue is directly associated with a reduction in intracellular pH caused by the accumulation of hydrogen ions during high-intensity exercise, impairing contractile function and the activity of key enzymes involved in energy production. In this context, buffering agents have been investigated as ergogenic strategies to delay fatigue and improve exercise performance. Beta-alanine acts intracellularly by increasing muscle carnosine concentrations, whereas sodium bicarbonate exerts its buffering effect extracellularly by facilitating hydrogen ion removal and helping maintain acid-base balance. The studies analyzed indicate that supplementation with these compounds, either alone or in combination, may improve performance during high-intensity anaerobic exercise when

appropriate supplementation protocols are followed. It is concluded that beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation represents a promising ergogenic strategy to delay muscle fatigue and optimize exercise performance, provided that its use is guided by appropriate professional supervision.

Keywords: Beta-Alanine; Muscle Fatigue; Sodium Bicarbonate.

1. Introdução

O desempenho físico é crucial para o esporte, uma vez que é o fator determinante para a evolução e a qualidade da prática pelo esportista. Portanto, este tema é indispensável para atletas e esportistas que buscam melhorias, ou para aqueles que buscam melhorar o condicionamento físico ou uma vida mais ativa. Para tanto, diversas variáveis devem ser consideradas, como força muscular, potência, resistência aeróbica e/ou anaeróbica, flexibilidade e maior capacidade de recuperação (Liguori *et al.*, 2021). Para atletas profissionais a otimização do desempenho está diretamente relacionada ao alcance de metas, ou à superação de desafios competitivos. Já para praticantes de exercícios físicos, um bom condicionamento pode contribuir para a saúde cardiovascular, metabólica e/ou mental, reduzindo o risco do surgimento de doenças crônicas e proporcionando mais disposição para a realização das atividades cotidianas (Jeukendrup; Gleeson, 2019).

Para que o desempenho esportivo seja otimizado, é fundamental considerar determinados aspectos metabólicos que influenciam diretamente a capacidade muscular e a resistência física. A fadiga muscular, por exemplo, é um dos principais elementos a serem considerados, pois é um dos fatores que influenciam o desempenho esportivo. Embora sua origem seja multifatorial, por muito tempo, as comunidades científicas acreditavam que a alta produção de lactato era um dos causadores (Pinto *et al.*, 2014). Essa associação entre lactato e fadiga é uma interpretação, que associava diretamente o acúmulo de lactato à acidose e, consequentemente, à fadiga.

Atualmente a ciência entende que o aumento da concentração de hidrogênio (H^+) é o que está associado ao processo de fadiga. Altas concentrações de H^+ intramuscular causam a redução no pH intracelular, deixando o ambiente ácido, comprometendo o mecanismo de contrações musculares, além de retardar a produção de enzimas glicolíticas, afetando diretamente a produção de energia para a realização da contração muscular (Schlickmann; Caputo, 2012).

Estudos como os de Hashimoto e Brooks (2008) e Robergs, Ghiasvand e Parker (2004) demonstram que o lactato, na verdade, atua como um marcador metabólico da intensidade do exercício, e pode exercer um papel tamponante uma vez que a lactato desidrogenase (LDH), a enzima responsável pela conversão do piruvato em lactato em situações anaeróbicas, utiliza o H^+ durante a conversão. No entanto, o principal fator relacionado à acidose muscular é a própria hidrólise da adenosina trifosfato (ATP) durante a contração muscular, que gera uma liberação H^+ (Allen; Lamb; Westerblad, 2008).

Um contraponto a esse evento que limita o desempenho são as substâncias com efeitos ergogênicos, que podem contribuir para a recuperação do meio alcalino, ideal para o funcionamento muscular. Segundo Harris *et al.* (2006) esses ergogênicos são chamados de tamponantes, e os produtos comercializados com essa finalidade são a Beta-alanina (BA) e o Bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$). Mas será que esses produtos realmente são eficazes no sistema de tamponamento muscular? Possuem respaldo científico? Quais as dosagens recomendadas? Existem efeitos colaterais relacionados a estes produtos?

Diante do exposto o objetivo da presente revisão foi demonstrar os efeitos ergogênicos da BA e do $NaHCO_3$, apresentando os mecanismos de ação, posologia e principais efeitos colaterais apontados pela literatura.

2. Metodologia

O presente estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, com o objetivo de analisar as evidências sobre os efeitos tamponantes da suplementação de beta-alanina (BA) e bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) no exercício físico. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed e Scopus, utilizando-se o Google Acadêmico e livros técnicos como ferramentas complementares para identificação de estudos e informações

potencialmente relevantes. Foram adotados como critérios de inclusão artigos originais, revisões e posicionamentos oficiais publicados entre 2000 e 2025, nos idiomas português e inglês, que abordassem os efeitos da suplementação de BA e/ou NaHCO_3 sobre a fadiga muscular, o desempenho físico e os mecanismos de tamponamento. Foram selecionados 23 estudos considerados relevantes para compor a presente revisão. A seleção foi realizada com base na relevância para o tema e na consistência metodológica. Para a busca, foram utilizados os descritores "Muscle Fatigue" OR "Fadiga Muscular", combinados com o operador booleano AND aos termos "Beta-Alanine" OR "Beta-alanina" AND "Sodium Bicarbonate" OR "Bicarbonato de Sódio".

3. Revisão da Literatura

3.1. Bioenergética e Produção de ATP

O corpo humano utiliza ATP como fonte primária de energia para realizar funções celulares. Quando a molécula de ATP é hidrolisada, a energia liberada é utilizada para suportar atividades biológicas, como a contração muscular e outras reações celulares. Entretanto, a quantidade de ATP disponível nos músculos é limitada, e sua rápida utilização durante exercícios de alta intensidade requer que as células musculares façam ressíntese constantemente (McArdle; Katch; Katch, 2016).

A reposição do ATP é realizada por meio de três sistemas metabólicos: o sistema anaeróbio alático (ATP-CP), o sistema anaeróbio láctico (glicólise anaeróbia) e o sistema aeróbio (fosforilação oxidativa). A glicólise anaeróbia é particularmente importante em exercícios intensos e de curta duração, pois está associada à produção de hidrogênio, os quais podem causar redução no pH intracelular, prejudicando a performance muscular (Gladden, 2004).

Em exercícios de alta intensidade a demanda energética excede a capacidade do organismo em gerar ATP no sistema aeróbio e, por essa razão, o músculo esquelético recorre à glicólise anaeróbia. Esse processo ocorre no citosol da célula, onde a glicose será convertida em piruvato para a geração de ATP e, na ausência de oxigênio, o piruvato será reduzido a lactato. A lactato desidrogenase catalisa essa reação e consome um íon H^+ , o que, a princípio, poderia sugerir um efeito tamponante da acidose. No entanto, a origem da acidose muscular está associada à própria glicólise, mais especificamente à hidrólise do ATP, que resulta em uma significativa liberação de H^+ (Robergs; Ghiasvand; Parker, 2004). A reação de hidrólise do ATP para fornecer energia para a contração muscular pode ser representada pela equação: $\text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ADP} + \text{Pi} + \text{H}^+ + \text{Energia}$

Essa liberação de H^+ é exacerbada pelo rápido turnover de ATP na alta intensidade, reduzindo o pH intramuscular e aumentando a acidose (Allen; Lamb; Westerblad, 2008). Em situações de um meio extremamente ácido, o piruvato que era reduzido a lactato será convertido em ácido láctico, que é a forma não ionizada (ou protonada). A rápida geração de ATP por glicólise, associada à baixa capacidade de tamponamento endógeno, leva ao acúmulo de H^+ , afetando proteínas contráteis, inibindo enzimas da glicólise e comprometendo a contração muscular (Fitts, 2008).

3.2. Sistema Tampão: Beta-Alanina e Bicarbonato de Sódio

O organismo conta com sistemas tampões endógenos e exógenos para controlar a acidose muscular. A BA é precursora da carnosina, um dipeptídeo com alto poder tamponante presente principalmente no músculo esquelético. Por aumentar os níveis de carnosina, a suplementação com BA melhora a capacidade do músculo em neutralizar íons H^+ (Hill *et al.*, 2007; Saunders *et al.*, 2017). A ação tamponante ocorre porque a carnosina possui um logaritmo negativo da constante de dissociação ácida (pK_a) de aproximadamente 6,83, o que a torna eficiente na captação de íons de H^+ liberados durante o metabolismo anaeróbio, especialmente nas fibras musculares do tipo II. A síntese da carnosina é catalisada pela enzima carnosina sintetase, que utiliza a BA e a histidina como substratos. Esse tamponamento intracelular contribui para retardar a queda do pH dentro da célula muscular, mantendo a atividade enzimática e o desempenho muscular (Harris *et al.*, 2006; Derave *et al.*, 2007).

A suplementação de BA é amplamente estudada em exercícios de alta intensidade com duração entre 1 a 4 minutos. Saunders *et al.* (2017) observaram melhora significativa no desempenho de atletas em testes de sprint

repetido. Estudos demonstram que a suplementação crônica com doses entre 3,2 a 6,4 g/dia, por pelo menos 4 semanas, pode aumentar em até 80% os níveis de carnosina muscular (Harris *et al.*, 2006; Hobson *et al.*, 2012). Como efeitos colaterais reportados a parestesia é relatada com frequência, sendo possível minimizar com o fracionamento das doses ao longo do dia (Trexler *et al.*, 2015).

Além dos efeitos ergogênicos, evidências disponíveis indicam que a suplementação de BA apresenta bom perfil de segurança em indivíduos saudáveis quando utilizada nas doses recomendadas. Embora ainda sejam escassos estudos que avaliem seu uso por períodos superiores a um ano, as evidências atuais não apontam preocupações relevantes quanto à segurança da suplementação. Dessa forma, a BA é considerada um suplemento seguro para uso em protocolos nutricionais voltados ao desempenho esportivo, desde que respeitadas as recomendações de dose e acompanhamento profissional (Trexler *et al.*, 2015).

O NaHCO_3 , por sua vez, atua como tampão extracelular pois promove maior gradiente de remoção de íons de H^+ dos músculos para o sangue, retardando a fadiga, sendo eficaz para melhorar a performance em exercícios intermitentes de alta intensidade (Carr; Hopkins; Gore, 2011). Requena *et al.* (2005) e Grgic *et al.* (2021) demonstraram aumento do desempenho em provas de corrida e ciclismo após suplementação com o NaHCO_3 .

Esse processo bioquímico envolve a reação do bicarbonato (HCO_3^-) com íons de H^+ no espaço extracelular, formando ácido carbônico (H_2CO_3) que é dissociado em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), reação catalisada pela anidrase carbônica. O CO_2 é eliminado pela respiração, reduzindo a acidose metabólica e mantendo o pH em níveis ideais para a continuidade do esforço físico (Requena *et al.*, 2005; Gough *et al.*, 2018). A quantidade associada aos efeitos ergogênicos estão em torno de 0,3 a 0,5 g/kg de peso corporal, administrada 60 a 150 minutos antes da atividade durante 1 a 3 dias (McNaughton *et al.*, 2008). Contudo, efeitos colaterais gastrointestinais podem limitar seu uso, sendo recomendado fracionar a ingestão ou optar por formas encapsuladas (Carr; Hopkins; Gore, 2011).

A associação das duas substâncias tem sido estudada pela sinergia entre o tamponamento intra e extracelular. Danaher *et al.* (2014) observaram melhora superior no desempenho em atletas que realizaram a suplementação de ambos em comparação com os grupos isolados. De igual forma Tobias *et al.* (2013) observaram redução significativa do tempo de exaustão em testes de ciclismo. A estratégia combinada parece ser mais eficaz em modalidades que envolvem repetições de sprints ou estímulo anaeróbio.

Com o objetivo de sintetizar as principais evidências apresentadas nesta revisão, a tabela 1 reúne os estudos de maior relevância aqui apresentados sobre os efeitos das suplementações no desempenho físico e na atenuação da fadiga muscular durante exercícios de alta intensidade.

Tabela 1: Síntese dos principais estudos incluídos sobre os efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho físico e na fadiga muscular induzida por exercícios de alta intensidade.

Estudo	Tipo / amostra	Intervenção	Principais achados
Saunders <i>et al.</i> (2017)	Ensaio clínico Atletas treinados	BA 24 semanas	Elevação sustentada da carnosina muscular e melhora do desempenho em <i>sprints</i> repetidos.
Danaher <i>et al.</i> (2014)	Ensaio clínico; Homens treinados	BA + NaHCO ₃	A combinação aumentou a capacidade tamponante e melhorou o desempenho em exercício de alta intensidade.
Hobson <i>et al.</i> (2012)	Metanálise	BA 3,2 a 6,4 g/dia ≥ 4 semanas	Melhora significativa do desempenho em exercícios de alta intensidade com duração de 1 a 4 minutos.
Tobias <i>et al.</i> (2013)	Ensaio clínico Atletas treinados	BA + NaHCO ₃	Redução do tempo até a exaustão e efeito aditivo da suplementação combinada.
Carr <i>et al.</i> (2011)	Metanálise	NaHCO ₃ 0,2 a 0,5 g/kg 60–150' pré-treino	Efeito ergogênico moderado em exercícios intermitentes e de alta intensidade.
Hill <i>et al.</i> (2007)	Ensaio clínico Adultos ativos	BA 6,4 g/dia 10 semanas	Aumento da carnosina muscular e melhora da capacidade de ciclismo de alta intensidade.
Requena <i>et al.</i> (2005)	Revisão crítica	NaHCO ₃ 0,3–0,5 g/kg	Melhora do desempenho em corrida e ciclismo de alta intensidade; sintomas gastrointestinais são a principal limitação.

BA: beta-alanina; NaHCO₃: bicarbonato de sódio.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

De modo geral, os estudos apresentados demonstram resultados consistentes quanto ao potencial ergogênico da BA e do NaHCO₃, sobretudo em exercícios de alta intensidade. Entretanto, a magnitude desses benefícios varia entre os estudos, possivelmente em razão de diferenças nos protocolos de suplementação (dose, duração e momento da ingestão), das características da amostra (indivíduos treinados ou recreacionalmente ativos), do tipo de exercício avaliado e dos desfechos utilizados para mensurar o desempenho. Essas diferenças metodológicas dificultam comparações diretas entre os estudos e indicam que os efeitos ergogênicos podem depender do contexto em que a suplementação é empregada.

4. Considerações Finais

A fadiga muscular é um fenômeno multifatorial, no qual a acidose induzida por altas concentrações de hidrogênio exerce influência crucial. A suplementação com beta-alanina e/ou bicarbonato de sódio, de forma isolada ou em conjunto, apresenta resultados promissores na melhora do desempenho em atividades anaeróbias de alta intensidade. Tanto a BA quanto o NaHCO₃ promovem tamponamento em compartimentos distintos, sendo a primeira no meio intracelular, enquanto o segundo exerce seu efeito no ambiente extracelular.

A BA deve ser utilizada com doses entre 3,2 a 6,4 g/dia, por pelo menos 4 semanas, enquanto o NaHCO₃ possui uma recomendação de 0,3 a 0,5 g/kg de peso corporal, administrada 60 a 150 minutos antes da atividade durante 1 a 3 dias. Essas dosagens são eficazes para potencializar mecanismos de tamponamento intra e extracelular, contribuindo para maior resistência à fadiga. Os principais efeitos colaterais reportados são a parestesia para a BA, e distúrbios gastrintestinais para o NaHCO₃. Assim, o uso das substâncias pode ser considerado como uma excelente estratégia ergogênica, desde que realizada com cautela, respeitando a dosagem e o tempo de suplementação, e minimizando os possíveis efeitos colaterais.

Como limitações, esta revisão apresenta natureza narrativa, sem protocolo sistemático de seleção dos estudos, o que pode aumentar o risco de viés na seleção da literatura. Estudos futuros, especialmente ensaios clínicos controlados e metanálises, poderão esclarecer protocolos ideais de suplementação combinada em diferentes modalidades esportivas.

Referências

- Allen, D. G., Lamb, G. D., & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: Cellular mechanisms. *Physiological Reviews*, 88(1), 287–332. <https://doi.org/10.1152/physrev.00015.2007>
- Carr, A. J., Hopkins, W. G., & Gore, C. J. (2011). Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 41(10), 801–814. <https://doi.org/10.2165/11591440-000000000-00000>
- Danaher, J., et al. (2014). The effect of beta-alanine and sodium bicarbonate co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males. *European Journal of Applied Physiology*, 114(8), 1715–1724. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2895-9>
- Derave, W., et al. (2007). Beta-alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *Journal of Applied Physiology*, 103(5), 1736–1743. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00397.2007>
- Fitts, R. H. (2008). The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 104(2), 551–558. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01200.2007>
- Gladden, L. B. (2004). Lactate metabolism: A new paradigm for the third millennium. *The Journal of Physiology*, 558(1), 5–30. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.058701>
- Gough, L. A., et al. (2018). The influence of alkalosis on repeated high-intensity exercise performance and acid–base balance recovery in acute moderate hypoxic conditions. *Eur J Appl Physiol*, 118, 2489–2498. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3975-z>
- Grgic, J., et al. (2021). International Society of Sports Nutrition position stand: Sodium bicarbonate and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00458-w>
- Harris, R. C., et al. (2006). The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*, 30(3), 279–289. <https://doi.org/10.1007/s00726-006-0299-9>
- Hashimoto, T., Brooks, G.A. (2008). Mitochondrial Lactate Oxidation Complex and an Adaptive Role for Lactate Production. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(3), 486–494. 10.1249/MSS.0b013e31815fcb04
- Hill, C. A., et al. (2007). Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*, 32(2), 225–233. <https://doi.org/10.1007/s00726-006-0364-4>
- Hobson, R. M., et al. (2012). Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: A meta-analysis. *Amino Acids*, 43(1), 25–37. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1200-z>
- Jeukendrup, A. E., & Gleeson, M. (2019). *Sport nutrition*. Human Kinetics.
- Liguori, G., et al. (2021). *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição* (10th ed.). Guanabara Koogan.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance*. Wolters Kluwer.
- McNaughton, L. R., et al. (2008). Sodium bicarbonate ingestion and its effects on anaerobic exercise of different durations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 423–428. <https://doi.org/10.1080/02640419208729941>
- Pinto, C. L., et al. (2014). Lactato: De causa da fadiga a suplemento ergogênico? *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 22(2), 173–181.

Requena, B., et al. (2005). Sodium bicarbonate and sodium citrate: Ergogenic aids? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 213–224. <https://doi.org/10.1519/13733.1>

Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502–R516. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>

Saunders, B., et al. (2017). Twenty-four weeks of beta-alanine supplementation on carnosine content, related genes, and exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(5), 896–906. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001173>

Schlickmann, J., & Caputo, F. (2012). Etiologia da fadiga muscular e ação dos alcaloides. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, 6(30), 45–53.

Tobias, G., et al. (2013). Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino Acids*, 45(2), 309–317. <https://doi.org/10.1007/s00726-013-1495-z>

Trexler, E. T., et al. (2015). International Society of Sports Nutrition position stand: Beta-alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0090-y>

Declaração Ética

Revisão por Pares: Dupla-cega.

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Financiamento: Nada a declarar.



Todo o conteúdo do **JIM — Jornal de Investigação Médica** é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

Carbohydrate and protein ingestion imbalance and gut function in endurance athletes, a possible cause for dysbiosis?

O desequilíbrio na ingestão de carboidratos e proteínas e seus efeitos na função intestinal de atletas de resistência, uma possível causa para a disbiose?

[10.29073/jim.v5i2.1015](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.1015)

Recebido: 4 de outubro de 2025.

Aprovado: 12 de agosto de 2026.

Publicado: 15 de agosto de 2026.

Autor/a 1: Julia Engel , Universidade São Judas, Brasil, juliaengel.nutricao@gmail.com.

Autor/a 2 (Correspondente): Érico Caperuto , Universidade São Judas, Brasil, ericocaperuto@gmail.com.

Abstract

Microbiota is a very important ecosystem of our body and it is directly affected by our nutritional habits. The distribution of macronutrients is one important element that might be helpful or harmful to performance and quality of life of professional and amateur athletes. Athletes are always looking for ways to improve performance although their choices are not always based on science or professional advice. Carbohydrates are the main energy source of our muscles and central nervous system, to warrant the fuel supply, especially for the brain, in cases of low glucose availability, the organism uses a metabolic process that can transform amino acids in glucose, the gluconeogenesis. Carbohydrate low availability comes from the voluntary carbohydrate ingestion reduction, which is believed by the athlete to be a valid strategy to reduce body weight and to improve performance. Associated with carbohydrate reduction there is an automatic increase in protein ingestion that might, indirectly, be the cause of dysbiosis. Dysbiosis is an imbalance in the gut microbiota that negatively affects performance and health and it might be related to the urea concentration in the intestine. Urea concentration might increase due to augmented gluconeogenesis and consequent metabolization of amino acids residues. Dysbiosis is an important and harmful condition that could be avoided by maintaining a proper balance between carbohydrates and protein and the athlete population needs to be warned about that.

Keywords: Athletes; Dysbiosis; Macronutrients; Microbiota.

Resumo

A microbiota é um ecossistema muito importante em nosso corpo e é diretamente afetado pelos nossos hábitos nutricionais. A distribuição de macronutrientes é um elemento importante que pode auxiliar ou atrapalhar a performance e a qualidade de vida do atleta amador ou profissional. Os atletas estão sempre buscando formas de aumentar seu desempenho embora suas escolhas não sejam sempre baseadas em ciência ou em conselhos de profissionais. Os carboidratos são a principal fonte de energia para os músculos e o sistema nervoso central, para garantir o fornecimento de energia para o cérebro em caso de baixa disponibilidade de glicose, o organismo usa um processo metabólico que pode transformar amino ácidos em glicose, a gliconeogênese. A baixa disponibilidade de carboidratos é proveniente da redução voluntária na ingestão, o que os atletas acreditam que pode ser uma estratégia de sucesso para reduzir o peso corporal e melhorar o desempenho. Associada a redução na ingestão de carboidratos, acontece um aumento na ingestão de proteínas que pode, indiretamente, ser a causa da disbiose. A disbiose é um desequilíbrio na microbiota intestinal que afeta negativamente o desempenho e a saúde e pode estar relacionada a concentração de uréia no intestino. A concentração de ureia pode aumentar por conta do aumento na gliconeogênese e a consequente metabolização dos resíduos de amino ácidos utilizados no processo. A disbiose é uma condição importante e perigosa que pode ser evitada pela manutenção de um balanço adequado entre os carboidratos e as proteínas e a população de atletas precisa ser alertada sobre isso.

Palavras-Chave: Atletas; Disbiose; Macronutrientes; Microbiota.

Introduction

The gut microbiome is the environment where the microorganisms that compose the gut microbiota live. This environment is affected by several factors regarding the individual lifestyle and one of the most important is diet. Both macronutrients and micronutrients are important for gut health, and the distribution of macronutrients is more important when we think about athletes and the relationship between nutrients and exercise performance.

The athlete's choice of nutrients should be advised by professionals to match demands and supply in an optimum way, but actual data and reports show that eating habits are sometimes based on rumors, beliefs and even harmful notions that negatively influence health and performance.

Dysbiosis and High Protein ingestion

The gut microbiota indirectly influences several markers of exercise performance, recovery and disease patterns, through cytokines and myokines signaling, controlling the hypothalamic-pituitary-adrenal axis activation and affecting the metabolic pathways related to exercise performance (Mohr et al., 2020; Wegierska et al., 2022).

The gut microorganisms play a significant role in nutrients absorption, vitamin synthesis, energy production, inflammatory modulation and immune response aiding collectively in human health.

Beyond that, the gut microbiome, modulating the immune system and gastrointestinal health, plays an important role in the athlete health, well-being and more specifically in his or her performance (Mohr et al., 2020).

On the other hand, when this important system shows problems, the consequences are felt both in health and in performance.

Dysbiosis and abdominal discomfort negatively affect the athletes with consequent loss of performance and increased number of injuries (Moreno-Pérez et al., 2018; Wegierska et al., 2022).

In clinical practice we observe frequent complaints of dysbiosis symptoms from amateur and professional athletes. Situations such as abdominal distension, gases, pain and intense abdominal discomfort are related to the use of a large daily dose of different sources of protein. This observation led to an underlying problem regarding the imbalance between the ingestion of carbohydrates and protein and the establishment of dysbiosis.

Reduced Carbohydrate Ingestion and its Implications

A very popular idea is that an athlete can reduce weight by reducing carbohydrate ingestion and that might improve performance.

The weight reduction pursued by athletes is based on the notion of a power/weight relationship (PWR) that might favor performance in a variety of sports.

One important paper published by Slater et al., (2019), approaches the nutrition and performance issue in speed or power athletes. The study mentions that the carbohydrate need for training and competition is somewhere between 3 to 6 g/kg of body weight per day, and it is also important that the athlete reaches his/her competitive peak with a low body fat percentage in order to improve the PWR. The study also mentions that other nutritional strategies might be used in an acute way to improve this relationship, but they might be used under careful supervision of experienced professionals.

In clinical practice, we have been observing that athletes reduce carbohydrate and caloric consumption acutely to lose weight (with frequent losses of muscle mass), to improve performance through the PWR. This acute reduction in caloric consumption, that usually means less carbohydrate consumption, seems to be an inadequate effort to decrease body fat percentage.

This notion is supported by some evidence such as the published by Lunn et al., (2009). The authors state that PWR is a popular and anecdotal measure of both aerobic and anaerobic performance in competitive cyclists. They also state that improved PWR might be achieved using training techniques related to power production improvement, body weight reduction or yet a combination of both.

Huovinen et al., (2015) show that a quick weight reduction, due to carbohydrate ingestion reduction with protein ingestion maintenance, might improve the weight/power relationship without changes in the hormone profile or causing muscle mass reduction in athletes. The study lasted 4 weeks and 0.5kg of body weight was lost per week. Some interesting observations were that athletes with more than 10% of body fat lost weight without losing muscle mass, although thinner athletes lost muscle mass. Moreover, the authors reported mild impairment in the capacity to maintain acid base balance. This study focused on performance improvement of elite athletes, with neither data on their health nor other information that would address the influence of these extreme nutritional strategies on other organic systems such as the immunological or the nervous system.

Several studies (Peeling et al., 2023; Neglia, 2021; Wells et al., 2020) demonstrate that low caloric ingestion and diets that are not balanced are frequent for amateur or professional athletes. Although carbohydrate efficacy in restoring muscle and liver glycogen is a scientific consensus, some athletes are still resistant to consuming the adequate amount of it.

Carbohydrate consumption resistance is not only recurrent in elite athletes. Amateur athletes are also turning resistant, probably due to a popular notion that carbohydrates might negatively affect body composition.

Proper carbohydrate ingestion contributes to adequate body composition and weight, optimizing the training results and improving health. Negative caloric balance, usually accompanied by lower micronutrient ingestion can cause muscle mass loss, hormonal disfunction, lower bone mineral density, chronic fatigue, musculoskeletal injuries and infectious diseases. Interestingly, those are among the main features of overtraining (de Carvalho et al., 2003).

High protein and low carbohydrate ingestion can not only be counterproductive, but it can really be harmful. Several athletes that complain about dysbiosis symptoms show blood urea values above the referred as normal by most of the clinical analysis labs.

Gluconeogenesis, Urea and Dysbiosis

One possible hypothesis is that the high urea concentration could favor the dysbiosis establishment with consequent intense gastrointestinal stress.

That high urea concentration might be connected to another important observation made from food intake records. We have observed an imbalance in the carbohydrate/protein ratio with a protein consumption highly above the recommended amount and a carbohydrate consumption below the sports and performance guidelines. Moreover, these subjects show a calorie ingestion that doesn't match the caloric expenditure of the activities they do.

The Brazilian Sports Medicine Society guideline suggests that carbohydrates should account to 60 to 70% of the daily caloric ingestion regarding sports training. To optimize muscle recovery, carbohydrate consumption should be between 5 and 8g/kg of body weight per day. Long or intense training sessions require even 10g/kg of body weight per day to fully recover muscle glycogen or to promote muscle mass increase (grade I and level A evidence) (Hernandez & Nahas, 2009).

For endurance athletes, protein has an auxiliar role in supplying energy to the training session, with a 1.2 to 1.6g/kg of body weight daily requirement. To Strength athletes, protein is essential as it serves as raw material to muscle tissue synthesis. Their daily requirement is around 1.4 to 1.8g/kg of body weight (grade I and level A evidence) (Hernandez & Nahas, 2009).

According to the guideline, nutritional caloric needs are between 1.5 and 1.7 times the energy produced, which, in general, means a consumption of 37 to 41 kcal/kg of body weight per day. Depending on the athlete goals the caloric need is larger reaching up to 30 to 50 kcal/kg of body weight per day.

Although these data are already sound and clear, all the different eating methods and habits mentioned before are very popular and frequent among athletes. The pitfall is that while they are looking at performance and aesthetics, the metabolic imbalance that might be associated with dysbiosis goes unnoticed.

Protein, whether from diet or from muscle catabolism can be degraded to amino acids to be oxidized (becoming fuel to produce ATP in the cell respiratory process). In an alternative pathway, some glycogenic amino acids can be converted to alanine, which, in turn, will be converted to glucose in the liver, to maintain glucose blood levels a requirement of the nervous system and red blood cells (Schutz, 2011). This process, known as Gluconeogenesis, is especially important when the body is in caloric deficit or carbohydrate restriction (without going to ketosis).

Hiromatsu et al., (2023) illustrates this dynamic process with an experimental design that compares two athlete groups in a long effort. One of the groups had high carbohydrate ingestion and the other had moderate carbohydrate ingestion. The groups showed no significant difference in the interstitial glucose concentration, one important marker of the consumption and production of metabolic glucose during exercise. This absence of difference is due to the different contributions of hepatic glycogenolysis and gluconeogenesis from both groups.

The gluconeogenesis process uses amino acids that come from the muscles or diet. In the process, the amino groups are removed, and the transamination and deamination process occur with consequent urea synthesis. The carbon residues are metabolized in the gluconeogenic precursors such as pyruvate, succinyl CoA, fumarate, alpha ketoglutarate and oxalacetate, or can be used in the ketone bodies production (Palmer and Clegg, 2021).

After leaving the liver by diffusion, urea is transported in the bloodstream to the kidneys where it is filtered and excreted in the urine. Part of the urea diffuses from the blood to the intestine where it is cleaved in CO₂ and NH₃ by bacterial urease. This ammonia is partially excreted in the stool and partially reabsorbed to the blood (Liu et al., 2018).

The chain of ideas above suggests that more important than the performance and aesthetic aspects, an imbalance between macronutrients, more specifically carbohydrates and protein might lead to serious metabolic problems such as intestinal dysbiosis.

Conclusion

Significant reductions in carbohydrate ingestion and increase in protein ingestion cause an overload in protein metabolism, for instance stimulating protein use as energy, which leads to an increase in urea production. It's a reasonable conclusion that the return of this urea to the intestine can promote dysbiosis installation.

This phenomenon that seems to be of mild significance, involves behavioral, cognitive and clinical aspects that impact on the amateur and professional athlete's life and health throughout the years and does not give them better results than traditional and safe practices.

This biochemical hypothesis based on clinical observation can be verified by an experimental study that monitors behavior, symptoms and clinical exams in a longitudinal design.

References

- De Carvalho, T., Hernandez, A. J., & Nahas, R. M. (2009). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: Comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(3), 2–12. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000400001>
- Hiromatsu, C., Kasahara, N., Lin, C. A., Wang, F., & Goto, K. (2023). Continuous monitoring of interstitial fluid glucose responses to endurance exercise with different levels of carbohydrate intake. *Nutrients*, 15(22), 4746. <https://doi.org/10.3390/nu15224746>

- Huovinen, H. T., Hulmi, J. J., Isolehto, J., Kyröläinen, H., Puurtinen, R., Karila, T., Mackala, K., & Mero, A. A. (2015). Body composition and power performance improved after weight reduction in male athletes without hampering hormonal balance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(1), 29–36. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000619>
- Liu, J., Lkhagva, E., Chung, H. J., Kim, H. J., & Hong, S. T. (2018). The pharmabiotic approach to treat hyperammonemia. *Nutrients*, 10(2), 140. <https://doi.org/10.3390/nu10020140>
- Lunn, W. R., Finn, J. A., & Axtell, R. S. (2009). Effects of sprint interval training and body weight reduction on power to weight ratio in experienced cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1217–1224. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ab23be>
- Mohr, A. E., Jäger, R., Carpenter, K. C., Kerkick, C. M., Purpura, M., Townsend, J. R., West, N. P., Black, K., Gleeson, M., Pyne, D. B., Wells, S. D., Arent, S. M., Kreider, R. B., Campbell, B. I., Bannock, L., Scheiman, J., Wissent, C. J., Pane, M., Kalman, D. S., Pugh, J. N., ... Antonio, J. (2020). The athletic gut microbiota. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00353-w>
- Moreno-Pérez, D., Bressa, C., Bailén, M., Hamed-Bousdar, S., Naclerio, F., Carmona, M., Pérez, M., González-Soltero, R., Montalvo-Lominchar, M. G., Carabaña, C., & Larrosa, M. (2018). Effect of a protein supplement on the gut microbiota of endurance athletes: A randomized, controlled, double-blind pilot study. *Nutrients*, 10(3), 337. <https://doi.org/10.3390/nu10030337>
- Neglia, A. (2021). Nutrition, eating disorders, and behavior in athletes. *The Psychiatric Clinics of North America*, 44(3), 431–441. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2021.04.009>
- Palmer, B. F., & Clegg, D. J. (2021). Starvation ketosis and the kidney. *American Journal of Nephrology*, 52(6), 467–478. <https://doi.org/10.1159/000517305>
- Peeling, P., Sim, M., & McKay, A. K. A. (2023). Considerations for the consumption of vitamin and mineral supplements in athlete populations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(Suppl 1), 15–24. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01875-4>
- Slater, G. J., Sygo, J., & Jorgensen, M. (2019). Sprinting... Dietary approaches to optimize training adaptation and performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 85–94. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0273>
- Wegierska, A. E., Charitos, I. A., Topi, S., Potenza, M. A., Montagnani, M., & Santacroce, L. (2022). The connection between physical exercise and gut microbiota: Implications for competitive sports athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(10), 2355–2369. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01696-x>
- Wells, K. R., Jeacocke, N. A., Appaneal, R., Smith, H. D., Vlahovich, N., Burke, L. M., & Hughes, D. (2020). The Australian Institute of Sport (AIS) and National Eating Disorders Collaboration (NEDC) position statement on disordered eating in high performance sport. *British Journal of Sports Medicine*, 54(21), 1247–1258. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101813>

Declaração Ética

Revisão por Pares: Dupla-cega.

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Financiamento: Nada a declarar.



Todo o conteúdo do **JIM — Jornal de Investigação Médica** é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

Anthropometric and morphological correlations of fat accumulation in active mesomorphic phenotypes: A cross-sectional observational study

Correlações antropométricas e morfológicas do acúmulo de gordura em fenótipos mesomórficos ativos: Estudo transversal observacional

[10.29073/jim.v5i2.1031](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.1031)

Recebido: 23 de novembro de 2025.

Aprovado: 12 de agosto de 2026.

Publicado: 15 de agosto de 2026.

Autor/a 1 (Correspondente): Marcelo Sant'Anna , Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo, Brasil, mlsanta3@yahoo.com.br.

Autor/a 2: Camila Alves , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, camilacmpro@gmail.com.

Autor/a 3: Diego Gomes , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, diegoefd@gmail.com.

Abstract

Background: Although military personnel typically present lower BMI than civilians, significant body fat accumulation may still occur despite high levels of physical activity. The availability of tools for genome mapping has opened new perspectives on the study of body composition and polymorphisms. It has been shown that phenotypes studied for their differences, such as mesomorphy and endomorphy, share commonalities. This study investigated the relationship between body fat accumulation and the phenotypes defined by Heath-Carter somatotyping in active military personnel, aiming to understand the mechanisms driving the increasing prevalence of overweight and obesity in this workforce.

Methods: 130 military personnel who volunteered for this cross-sectional observational study were assessed for anthropometric measurements. The correlation between anthropometric variables and physical performance was analyzed using Principal Component Analysis. Statistical tests were performed using RStudio.

Results: The most common somatotype encountered was the endomorphic mesomorph (53.8%). Two distinct groups with different physical characteristics were identified. In the endomesomorphic group, body mass, body mass index, and % body fat values were 19%, 15%, and 83% higher than in the ectomesomorphic group. The ectomesomorphic group achieved 12% better VO₂peak results and 7% better results in the 100m swimming tests. Principal Component 1 accounted for 69% of the variance in the data, with body mass index, endomorphy, mesomorphy, and % body fat showing strong positive correlations within this component.

Conclusion: The main finding was that mesomorphy, endomorphy, and body fat percentage were strongly correlated, despite these classic phenotypes being opposites. Observing individuals with extreme somatotype components, i.e., above 5.5 units for mesomorphy, may be an indicator of fat accumulation, even in groups undergoing constant training and high physical activity demands in their occupational activities.

Keywords: Anthropometry; Military; Obesity; Principal Components Analysis.

Resumo

Introdução: Militares que se exercitam diariamente têm um índice de massa corporal menor do que o da população civil, porém podem apresentar acúmulo significativo de gordura corporal, mesmo em idades fisicamente ativas. Ferramentas de mapeamento genético têm aberto novas perspectivas para estudar a composição e os polimorfismos. Assim, tem-se demonstrado que as diferenças encontradas entre os componentes somatotípicos, mesomórficos e endomórficos apresentam pontos em comum. Este estudo investigou a relação entre a acumulação de gordura corporal e os fenótipos definidos por Heath-Carter em

militares da ativa, com o propósito de compreender os mecanismos responsáveis pela prevalência de obesidade e sobrepeso neste grupo.

Métodos: Medidas antropométricas foram realizadas em 130 militares e avaliadas em um estudo transversal observacional. As correlações entre variáveis antropométricas e o desempenho físico foram analisadas por meio da Análise de Componentes Principais. Os testes estatísticos foram realizados no RStudio.

Resultados: a categoria preponderante de somatotipia foi a endomesomorfia (53,8%). Neste trabalho, classificamos dois grupos fenotípicos com características antropométricas distintas: o endomesomórfico e o ectomesomórfico, sendo que o primeiro apresentou valores absolutos 19%, 15% e 83% maiores, respectivamente, na massa corporal, no índice de massa corporal e no percentual de gordura do que os do segundo grupo. Os ectomesomórficos apresentaram um $\dot{V}O_{2peak}$ 12% maior e um desempenho 7% superior no teste de natação de 100 m. O primeiro componente principal (CP1) respondeu por 69% da variância dos dados, com o índice de massa corporal, a endomorfia, a mesomorfia e a porcentagem de gordura fortemente e positivamente correlacionados a este componente.

Conclusão: O principal achado deste trabalho foi a correlação forte e positiva entre o componente mesomorfia e a endomorfia e o percentual de gordura, visto que são fenótipos classicamente opostos. Acompanhar indivíduos com componentes somatotípicos extremos, ou seja, acima de 5,5 unidades, pode ser um indicador de acumulação de gordura, mesmo em grupos com alta demanda física em suas atividades diárias.

Palavras-Chave: Análise de Componentes Principais; Antropometria; Militares; Obesidade.

1. Introduction

Overweight and obesity have developed into a worldwide pandemic, and this concerns the military forces as a health issue (Knapik et al., 2023; Moura et al., 2017). These findings indicate a potential decline in physical readiness, a significant concern that could increase the economic burden on military personnel (Reyes-Guzman et al., 2015). Moreover, these tactical groups—namely military personnel, police officers, and firefighters—experience productivity losses due to excess weight, which restricts mobility and reduces operational effectiveness in daily missions (Lehnert et al., 2013).

An epidemiological study conducted at a Brazilian Marine Corps Instruction Center to screen individuals' anthropometric and nutritional status found that the prevalence of overweight and obesity among military students was 47%. The anthropometric and health census conducted in the Brazilian general population during the same period revealed a higher prevalence of overweight and obesity among civilians: 62.5%. Although we observed a lower prevalence of excess weight among military personnel evaluated at this Training Center compared to the civilian population, key variables — including BMI (body mass index), body weight, percentage of body fat (%BF), and skinfold thickness — showed significant increases with age in the military population under study. The unexpected nature of these results for individuals with high physical demands and obligatory readiness to work, as observed by Gomes et al. (2022) in 2010/2011, was particularly intriguing.

A widespread tendency toward fat accumulation has led to increased interest in genetic polymorphisms that influence the mechanisms underlying this multifactorial condition (Hruby & Hu, 2015; Ibanez-Zamacoña et al., 2019). Understanding these genetic variations can offer insights into individual predispositions to obesity, which may be reflected in body composition and morphology. The literature highlights the relationship between physical traits and genetics (Ibanez-Zamacoña et al., 2019; Silventoinen et al., 2021; Silventoinen et al., 2023). Somatotype, comprising three components—endomorphy (fat content), mesomorphy (musculoskeletal development), and ectomorphy (body linearity)—provides a framework for assessing body composition (Carter & Heath, 1990). Lifestyle factors influence the Heath-Carter somatotype and do not indicate genetic determinism (Carter & Heath, 1990). However, heritability significantly shapes mesomorphy and endomorphy (Jelenkovic et al., 2010; Rebato et al., 2007; Saranga et al., 2008). It is well known that mesomorphy is associated with power

production and inversely correlated with motor ability and cardiovascular endurance (Silventoinen et al., 2021). Despite growing evidence linking somatotype components to body composition, two key gaps remain. First, it is unclear whether active, mesomorph-dominant individuals who regularly engage in aerobic training remain susceptible to excess fat accumulation beyond what would be expected for their muscle mass. Second, the relationship between somatotype — particularly endomorphic and mesomorphic phenotypes — and metabolic risk has been primarily studied in sedentary or general populations, with limited data from military settings where physical demands are high. While endomorphy is traditionally associated with fat mass and adverse metabolic outcomes, mesomorphy may paradoxically confer risk when accompanied by centripetal fat patterning, even in fit individuals (Rosique et al., 1994; Ibanez-Zamacoña et al., 2019). Clarifying this relationship is essential because military personnel with high mesomorphy and concurrent fat accumulation may present normal BMI yet harbor disproportionate metabolic risk.

This study examined the association between excess body weight and somatotype profiles among active military personnel. We hypothesized that phenotypes characterized by higher muscle mass are associated with a higher prevalence of excess body weight and fat deposition, including those who regularly engage in aerobic fitness training.

2. Methods

Brazilian marines with at least 4 years of experience who were participating in a specialization course or sergeant training were recruited for a cross-sectional observational study. The inclusion criteria were: (1) age between 18 and 33 years; (2) having performed initial physical tests this year, and (3) being a male Brazilian military. The exclusion criteria were: (1) engaging in any physical activity on the day of measurement; (2) being injured at the time of the measurements. Supplementary Figure 1 describes the recruitment flowchart for military personnel. Experimental protocols were approved by the Ethics Committee of Clementino Fraga Filho Hospital, Federal University of Rio de Janeiro (Protocol Number: 030/10) (Gomes et al., 2022). Informed consent was obtained from all participants.

Two experienced anthropometrists took eleven anthropometric measurements on the right side. The subjects wore minimal clothing to measure body mass (platform scale, Sanny, RJ, Brazil) to the nearest 0.01 kilogram. Stature (stadiometer Sanny, RJ, Brazil); bone breadths (small sliding caliper CESCORF, RS, Brazil); girths (flexible steel tape CESCORF, RS, Brazil) were measured to the nearest 0.1 cm. Skinfold thicknesses (skinfold caliper CESCORF, RS, Brazil) were measured to the nearest 0.1 mm. Bias and errors were minimized in anthropometric measurements, as stated: 1) measurements were performed in triplicate, non-consecutively, and the final result was obtained by calculating the mean; 2) the equipment was calibrated at the beginning of each data collection session; 3) only scientific-grade calipers were used; and 4) anthropometric measurements were conducted prior to the daily training session. Somatotype components were evaluated by calculating the endomorphy, mesomorphy, and ectomorphy indices. For the assessment of somatotype, anthropometric measurements were taken, including skinfold thickness (SF) at the triceps, subscapular, supraspinale, and medial calf; biepicondylar diameters of the humerus and femur; circumferences of the biceps and medial calf; and body weight and height (Carter & Heath, 1990). Somatotype was determined according to the Heath-Carter method. The endomorphy component was calculated using $\text{Endo} = 0.1451(\text{Xc}) - 0.00068(\text{Xc})^2 + 0.0000014(\text{Xc})^3 - 0.7182$, where $\text{Xc} = \sum \text{dc} \times (170.18 / \text{height})$ is the sum of corrected skinfold thicknesses adjusted for height, with $\sum \text{dc}$ representing the sum of the triceps, subscapular, and suprailiac skinfold thicknesses (in mm), and height measured in centimeters (cm) (Carter & Heath, 1990, Equations 1 and 2).

The mesomorphy component was calculated using $\text{Meso} = 4.50 + (\text{U}) + 0.601(\text{F}) + 0.188(\text{adjustedPBT}) + 0.161(\text{adjustedPPM}) - 0.131(\text{height})$, where U is the biepicondylar diameter of the humerus (cm), F is the biepicondylar diameter of the femur (cm), adjustedPBT is the adjusted circumference of the flexed and tensed arm (cm), adjustedPPM is the adjusted circumference of the medial calf (cm), and height is expressed in cm (Carter & Heath, 1990, Equation 3).

The ectomorphy component was calculated using the ponderal index: $IP = \text{height} / \sqrt[3]{(\text{body weight})}$. Depending on the IP value: if $IP \geq 40.75$, then **Ecto** = $(IP \times 0.732) - 28.58$; if $38.25 < IP < 40.75$, then **Ecto** = $(IP \times 0.463) - 17.63$; or if $IP \leq 38.25$, then **Ecto** = **0.1** (Carter & Heath, 1990, Equations 4, 5a, 5b, and 5c).

The Cartesian coordinates for the somatoplot were calculated as **x** = **(ectomorphy – endomorphy)** and **y** = **[(mesomorphy × 2) – (endomorphy + ectomorphy)]** (Carter & Heath, 1990, Equations 6a and 6b).

Somatotype components are classified as low (<2.5 units), average (3–5 units), high (5.5–7 units), and very high (>7.5 units); values exceeding 5 units are regarded as extreme (Carter & Heath, 1990). Individual somatotypes were presented on a somatochart and related to somatotype categories in Supplementary Figure 2 (Carter & Heath, 1990). Body density was calculated as the sum of chest, triceps, and subscapular skinfold thicknesses (Jackson & Pollock, 1985), and %BF was calculated using Siri's equation (Siri, 1961).

Nutritional status was assigned according to body weight/height² (BMI), classified as underweight (<18.5 kg/m²), normal range (18.5–24.9 kg/m²), overweight (25.0–29.9 kg/m²), obese class 1 (30.0–34.9 kg/m²), obese class 2 (35.0–39.9 kg/m²), obese class 3 (>40.0 kg/m²) (Madden & Smith, 2016). Chances of occurrence of overweight/obesity and %BF were analyzed against the values of extreme and non-extreme somatotypes for mesomorphy (exposure status). Thus, groups with extreme somatotypes between 5.0 to 5.49 units, high or very high extreme somatotypes above 5.5 units, and somatotypes below 5.0 units (non-extreme) were compared against the outcome conditions of individuals with BMI ≥ 25.0 (overweight/obesity) and BMI 18.5–24.9 (normal), as well as outcomes for body fat indices $\geq 18.0\%$ and $< 18.0\%$. The correlation between body type, %BF, BMI, and $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ was evaluated using Principal Components Analysis (PCA) to reduce anthropometric and performance data to a minimum number of orthogonal variables (Savegnago et al., 2011). The Kaiser criterion selected the principal components (PC) that account for a significant data variance. This method included values with eigenvalues greater than 1 (Fraga et al., 2016).

RStudio v2024.04.01 (Positiv Software, PBC). Intraclass correlations for anthropometric measurements ranged from 0.89 (medial calf) to 1.0 (body weight). The Shapiro-Wilk test assessed normality of the data distribution. Kruskal-Wallis tests were used to compare differences among sample groups. PCA was performed using R FactoMinerR for multivariate analysis (Lê et al., 2008). Descriptive analyses of anthropometric and aerobic performance data are presented as the median with interquartile range [IQR] [25th percentile – 75th percentile]. Odds ratios (ORs) are reported with 95% confidence intervals (CIs). Statistical significance was set at $p < 0.05$. This research was conducted in accordance with the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) guidelines (von Elm et al., 2007).

3. Results

This study was conducted on a sample of 130 military personnel with at least 4 years of experience in the Brazilian Marine Corps (age: 25.0 [24.0, 30.0] years; BMI: 24.8 [22.5, 27.1] kg/m²; %BF: 11.5 [8.5, 16.1]; $\dot{V}O_{2\text{peak}}$: 53.1 [49.6, 56.8] ml/kg*min; median [IQRs]) at a Marine Corps Training Center (Table 1). Somatotype components indicated mesomorphy (5.4 [4.6, 6.3], median [IQRs]) as the dominant component, with endomorphy (3.6 [2.6, 4.5], median [IQRs]) as the second-largest component (Table 1).

Table 1: Descriptive characteristics of the study sample (N = 130)*.

Variable	Min	Values	Max
Age (years)	21.0	25.0 [24.0-30.0]	33.0
Weight (kg)	58.0	77.4 [68.4-88.5]	120.0
Height (cm)	1.62	1.76 [171.0-182.0]	1.93
BMI (kg/m ²)	19.8	24.8 [22.5-27.1]	38.1
%BF	2.8	11.5 [8.5-16.1]	29.8
$\dot{V}O_{2peak}$ (ml/kg*min)	35.2	53.1 [49.6-56.8]	64.1
Endomorphy	1.6	3.6 [2.6-4.5]	9.3
Mesomorphy	2.9	5.4 [4.6-6.3]	11.2
Ectomorphy	0.1	1.9 [1.1-2.6]	4.2

* Non-normal data shown as median [Q1 – Q3]. BMI: body mass index; %BF: percentage of body fat; $\dot{V}O_{2peak}$: peak oxygen consumption.

The sample consisted of 44 non-extreme individuals (somatotype units < 5.0); 62 individuals were extreme mesomorphs only; 3 individuals were extreme endomorphs only; and 16 individuals were both extreme mesomorphs and endomorphs (Table 2). The somatopoint distribution on the somatochart (Supplementary Figure 2) indicates a predominance of endomorphy and mesomorphy in the upper-left region. Of the 36 somatopoints outside the triangle's limits, 11 were classified as extreme mesomorphs with 18.0–20.9% body fat, while 10 exhibited over 21.0% body fat and extreme mesomorphic and endomorphic traits (Supplementary Figure 2). The group of military personnel with mesomorphy ranging from 5.0 to 5.49 units had an OR (CI) of 1.61 (0.46–5.47; $p=0.53$), while the group with mesomorphy ≥ 5.5 exhibited an OR (CI) of 25.45 (9.45–77.83; $p<0.0001$), both compared to individuals with BMI ≥ 25.0 . The OR (CI) for the association of military personnel with body fat $\geq 18.0\%$ was calculated as 0.69 (0.02–6.36; $p=0.76$) for the group with mesomorphy from 5.0 to 5.49 units, and for the group with mesomorphy ≥ 5.5 , an OR (CI) of 7.66 (2.37-35.83; $p<0.0001$) was calculated.

Table 2 presents the distribution of eight somatotype categories. Endomorphic mesomorphs were the largest group (53.8%). To assess the concentration of extreme morphotypes, we defined extreme mesomorphy and extreme endomorphy as ≥ 5.0 units (Andreenko & Mladenova, 2015). Among individuals meeting either criterion, 79% fell into three categories: endomorphic mesomorph, mesomorphic endomorph, and mesomorph-endomorph (Table 2). In these three categories, the dominant component alternates between endomorphy and mesomorphy. The remaining categories show alternating dominance of mesomorphy and ectomorphy (ectomorphic mesomorph, mesomorph-ectomorph, mesomorphic ectomorph, balanced mesomorph, and central) (Table 2). In this analysis, two distinct groups emerged: the first group had higher body mass and greater fat accumulation (Table 3), and the second group was lean and exhibited better aerobic output (Table 3). The predominance of endomorphy and mesomorphy clusters in endomesomorphism (endomorph mesomorph, mesomorphic endomorph, and mesomorph-endomorph) (Tables 2 and 3), in opposition to ectomesomorphism (ectomorphic mesomorph, mesomorphic ectomorph, mesomorph-ectomorph, balanced mesomorph, and central) (Tables 2 and 3), which indicates mesomorphy and ectomorphy (Table 3). Body weight and BMI were 19% and 15% higher, respectively, than in the ectomesomorphic group (both with $p<0.001$, $n = 130$) (Table 3). BF% (83%, $p<0.001$, $n = 130$) and skinfold thickness of the chest, triceps, subscapular, suprailiac, and medial calf followed an increasing pattern for the endomesomorphic group, with increases of 103%, 67%, 66%, 90%, and 161%, respectively, all with $p<0.001$, $n = 130$ (Table 3). Ectomesomorphism outperformed endomesomorphism in physical tests, with $\dot{V}O_{2peak}$ 12% higher ($p < 0.0001$, $n = 130$) and 100m freestyle times 7% faster ($p < 0.05$, $n = 130$).

Table 2: Distribution of somatotype categories by BMI and extreme component classification (N = 130).

			normal	overweight	obese 1	obese 2	mesomorphy*				Endomorphy**		
			BMI:18.50-24.9kg/m²	BMI:25.0-29.9 kg/m²	BMI:30.0-34.9 kg/m²	BMI:35.0-40.0 kg/m²	non-extreme	extreme	high extreme	very high extreme	extreme	high extreme	very high extreme
somatotype	N	%	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
endomorph	70	53.8	23	41	5	1	12	14	35	9	8	3	1
mesomorph	8	6.9	1	4	3	---	1	1	1	3	---	4	3
mesomorph-endomorph	10	7.7	4	5	1	---	5	3	---	1	4	---	1
ectomorph	11	8.5	10	1	---	---	8	2	1	---	---	---	---
mesomorph-ectomorph	1	0.8	1	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---
balanced mesomorph	25	19.2	22	3	---	---	12	7	6	---	---	---	---
central	1	0.8	1	---	---	---	1	---	---	---	---	---	---

Mesomorphy and endomorphy cut-off values: non-extreme (<5.0); extreme (5.0–5.49); high-extreme (5.5–7.49); very high-extreme (≥7.5). * Sixteen individuals presented extreme values for both mesomorphy and endomorphy. # Three individuals were only extreme endomorphs.

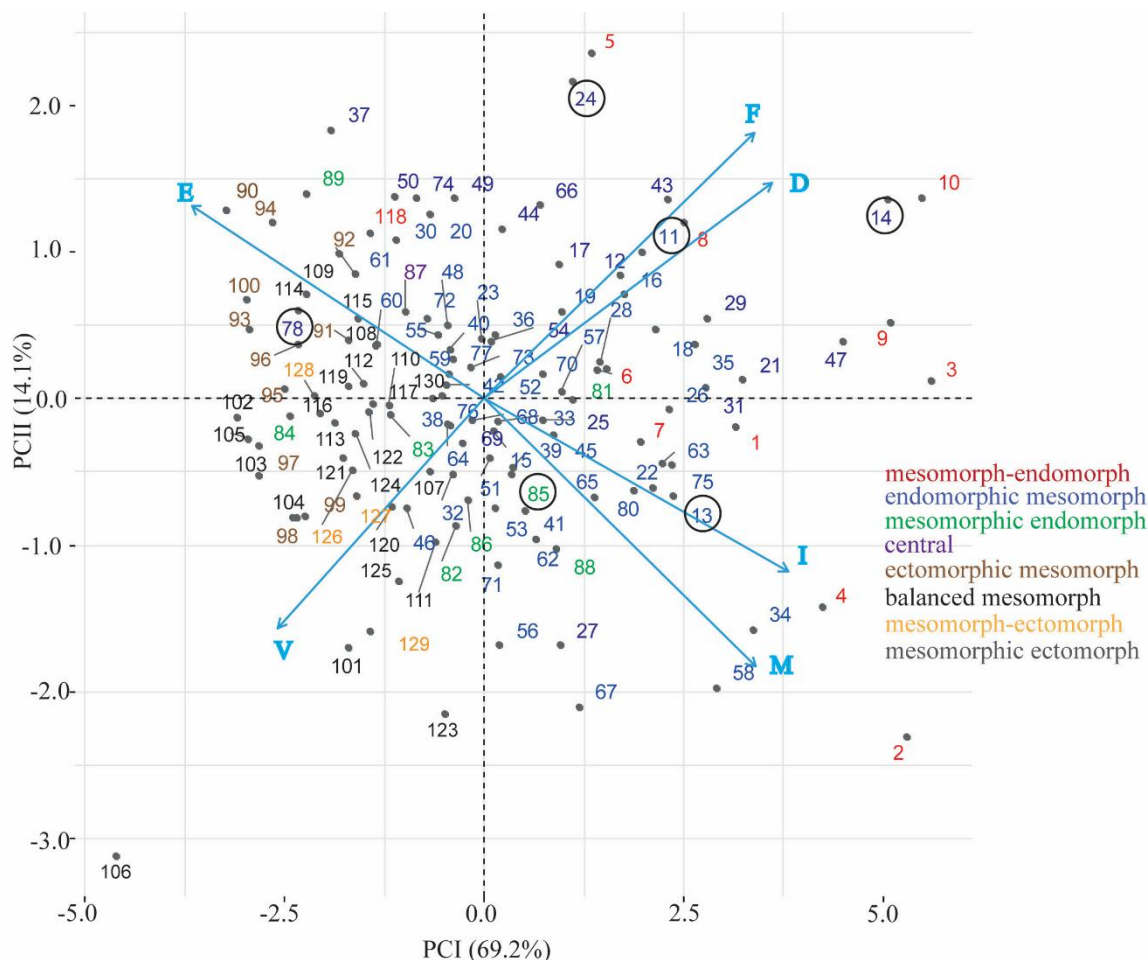
Table 3: Comparison of anthropometric, body composition, and aerobic performance between endomesomorphic (n = 86) and ectomesomorphic (n = 44) groups.

Description	endomesomorphism	ectomesomorphism	p-value
	n= 86	n= 44	
age (years)	25.0 [24.0 – 30.0]	24.0 [23.0 – 25.0]	p<0.05
height (m)	1.77 [1.71 – 1.82]	1.76 [1.72 – 1.81]	NS
weight (kg)	82.1 [73.4 – 91.5]	68.8 [65.9 – 75.0]	p<0.001
BMI (kg/m ²)	25.8 [24.4 – 27.9]	22.4 [21.4 – 23.3]	p<0.001
%BF	14.1 [11.1 – 18.1]	7.7 [5.92 – 8.9]	p<0.001
chest SF (mm)	6.5 [3.8 – 13.0]	3.2 [2.65 – 4.15]	p<0.001
triceps SF (mm)	12.2 [9.8 – 15.3]	7.4 [5.12 – 8.6]	p<0.001
subscapular SF (mm)	16.1 [13.5 – 19.8]	9.7 [8.3 – 11.3]	p<0.001
suprailiac SF (mm)	14.1 [11.6 – 17.6]	7.4 [6.2 – 8.5]	p<0.001
calf SF (mm)	5.5 [2.2 – 11.0]	2.1 [1.4 – 5.5]	p<0.001
BD humerus (cm)	7.1 [6.7 – 7.3]	7.0 [6.6 – 7.2]	NS
BD femur (cm)	10.0 [9.5 – 10.7]	9.6 [9.2 – 10.0]	p<0.001
arm girth (cm)	35.0 [32.7 – 37.0]	32.4 [30.7 – 35.2]	p<0.001
calf girth (cm)	39.0 [36.5 – 41.0]	35.8 [34.9 – 37.8]	p<0.001
VO _{2peak} (ml*kg*min)	51.6 [46.9 – 54.7]	57.9 [54.0 – 61.7]	p<0.001
swim test (min)	1.80 [1.63 – 2.01]	1.68 [1.48 – 1.88]	p<0.05

SF: skinfold thickness; BD: biepicondylar breadth; NS: not significant ($p > 0.05$). Non-normally distributed data are presented as median [Q1 – Q3]. Swim test time is expressed in minutes and hundredths of a minute (e.g., 1.80 min = 1 min and 48 s).

Principal component analysis (PCA) was used to understand the correlation between anthropometric parameters. PC1 accounted for 69% of the data variance, with $\lambda = 4.14$, and showed strong positive correlations with BMI, endomorphy, mesomorphy, and %BF, as indicated by vector lengths in the biplot (Supplementary table 2, figure 1). Figure 1 presents a biplot in which the vector lengths indicate their correlations with PC1. Vectors with acute angles indicate variables that are correlated with each other, as observed in the following pairs: mesomorphy and endomorphy; fat percentage and BMI; fat percentage and mesomorphy; fat percentage and endomorphy; and ectomorphy and $\dot{V}O_{2peak}$. The vector orientations indicate that %BF, BMI, endomorphy, and mesomorphy are positively correlated with PC1 (Figure 1; Supplementary Table 2). Variables in opposite quadrants are inversely correlated with PC1, such as ectomorphy and $\dot{V}O_{2peak}$, whereas the other variables are not (Figure 1, Supplementary Table 2). The proximity of the numbers on the biplot indicates individuals with similar characteristics, and their proximity to a vector reflects their relationship with the respective variable, as shown in Supplementary Table 1.

Figure 1: Mesomorphy and endomorphy are positively correlated with PC1.



Biplot illustrating the variables D (endomorph), E (ectomorph), M (mesomorph), F (%BF), I (BMI), and V ($\dot{V}O_{2peak}$). Long vectors indicate high correlations with PC1. Acute angles represent strong correlations between variables, while obtuse angles indicate weak correlations.

4. Discussion

The classification of somatotype components is determined using different equations. Endomorphy assesses subcutaneous fat by summing skinfold measurements at the triceps, subscapular, and suprailiac sites; mesomorphy assesses muscular robustness using bone diameters and circumferences; and ectomorphy evaluates the height-to-weight ratio (Carter & Heath, 1990). Although these indices are derived differently, endomorphy and mesomorphy can correlate in individuals with centripetal fat accumulation (Rosique et al., 1994). This finding suggests that the muscular strength component was positively correlated with endomorphy and increased %BF (Figure 1, Supplementary Table 2). These results are consistent with the hypothesis that phenotypes characterized by greater muscle mass may contribute to an increased prevalence of excess body weight and fat deposition, even among individuals routinely engaged in aerobic fitness training.

In the present data, as in Andreenko and Mladenova (2015) and Simenko (2018), the dominant somatotype category was endomorphic mesomorph (Table 2). The prevalence of mesomorphy (81.5% of the sample, including endomorphic, balanced, and ectomorphic mesomorphs) aligns with observations in special military forces. Figure 1 shows that endomorphic mesomorphs are dispersed throughout the biplot, with their characteristics reflected in different vectors, as exemplified by individuals 11 (high %BF and BMI, and low $\dot{V}O_{2peak}$) and 78 (low %BF and BMI, and high $\dot{V}O_{2peak}$) (Supplementary table 1). Mesomorphy was associated with a profile capable of performing tasks requiring strength and muscular endurance, physical attributes essential for completing basic military tasks such as carrying loads, transporting injured personnel, and handling equipment

(Araujo et al., 2019; Moura et al., 2017). Consistent with Araujo et al. (2019), who evaluated special operations military personnel and found a positive correlation between mesomorphy and explosive strength, maximal strength, and muscular endurance in both upper and lower limbs.

Eight somatotype categories (Carter & Heath, 1990) were observed and distributed into two groups, characterized by either muscle mass and body fat accumulation or dominant traits of body linearity and muscle mass (Table 2). Both groups exhibited excellent aerobic power (Kaminsky et al., 2022) as indicated by $\dot{V}O_{2peak}$ values (51.6 ± 9.1 and 57.9 ± 10.4 ml*kg*min) and short times in the 100 m swimming test (1.80 ± 0.40 and 1.67 ± 0.43 min, respectively) (Table 3), corresponding to endomesomorphism and ectomesomorphism. Despite comparable cardiorespiratory fitness, the endomesomorphic group tended toward fat accumulation (Tables 2 and 3), as represented in Supplementary Table 1 by individuals 13, 14, 24, and 85, who exhibited higher fat-accumulation parameters and lower oxygen consumption rates. Rosique et al. (1994) and Rebato et al. (2007) previously noted that individuals with centralized fat distribution showed strong correlations with mesomorphy and inverse correlations with ectomorphy. They suggested that endomorphy and mesomorphy are more sensitive to variations in body composition, with mesomorphy associated with a greater tendency toward fat accumulation.

Andreenko and Mladenova (2015) stated that extreme morphotypes (≥ 5.0) exhibit strong characteristics of one of the somatotype components and are rare in the population. In this cohort, despite a normal median BMI (24.8 ± 3.3 kg/m²) (Table 1), 45% of the sample showed endomorphy, mesomorphy, or both morphotypes, ranging from high to very high levels (5.50 to 11.24 units) (Supplementary figure 2 and examples in Supplementary table 1). Notably, individuals with mesomorphy ≥ 5.5 had 25.4 times higher odds of being classified as overweight or obese (ORs: CI, 9.45–77.83; $p < 0.0001$). Gomes et al. (2022) reported that BMI and %BF significantly increased with age among 1,144 military cadets from this Training Center between 2010 and 2011. However, in the current study, no significant differences were observed between age groups among the 130 cadets evaluated in the 2011 class. Nonetheless, 23 individuals aged 22 to 33 had body fat over 18% and exhibited extreme somatotypes (Supplementary Figure 2 and examples in Supplementary Table 1). It is worth noting that body fat values above 18% exceed the anthropometric standards established by the U.S. Marine Corps (Potter et al., 2022). Among the evaluated individuals, a %BF higher than 18% occurred 7.6 times more frequently in extreme mesomorphs above 5.5 units (ORs: CI, 2.37–35.83; $p < 0.0001$).

Heritability accounts for 80% to 93% of somatotype variation in young individuals, and the Heath-Carter somatotype method considers each somatotype component the product of an interaction between genetic predisposition and environmental factors (Silventoinen et al., 2021). In principle, dietary habits and physical training can modulate the phenotype within the limits of the genotype (Guedes & Guedes, 2006; Saranga et al., 2008). This may be associated with higher aerobic performance in specific groups within a population, such as ectomorphic mesomorphs in Supplementary Table 1, who exhibit higher aerobic power. Bolonchuk et al. (2000) and Araujo et al. (2019) previously showed that individuals with lower endomorphic components demonstrate improved performance in response to aerobic power training. Another example of genetics' role in somatotyping is variation in obesity susceptibility, ranging from 40% to 70% (Loos & Yeo, 2014). In the military population from this Training Center, studied between 2010 and 2011, a prevalence of 40% for overweight and 7% for obesity was observed (Gomes et al., 2022).

Ibanez et al. (2019) reported that the FTO rs9939609 gene polymorphism was negatively associated with ectomorphy and positively associated with mesomorphy and severe obesity. Here, the ectomesomorphic group displayed distinct characteristics of ectomorphy and mesomorphy, with higher $\dot{V}O_{2peak}$ and ectomorphy than other groups, despite all individuals being subjected to the same diet and training routine. The literature supports the relationship between lifestyle and obesity risk factors (Andreenko & Mladenova, 2015; Loos & Yeo, 2014). In the evaluated group, somatotype categories (Table 2) within the same phenotypic spectrum, related to endomesomorphism (Table 3), were located near diagonally opposing vectors in the biplot, indicating inversely correlated variables (Figure 1, Supplementary Table 1 examples 11 and 78). Consistent with this pattern, the data

suggested two subpopulations of endomorphic mesomorph, mesomorphic endomorph, and mesomorph endomorph were suggested by the data: one prone to fat accumulation and obesity and another with normal nutritional status (Figure 1). While the environmental role is undeniable, the literature underscores the significance of the genotype factor (Andreenko & Mladenova, 2015; Loos & Yeo, 2014). Various genes have been linked to obesity (Lu & Loos, 2013), including the TT allele of the FTO gene, which is associated with increased post-exercise appetite, and the AT allele, which is linked to lower fat oxidation rates during physical activity (Ponce-Gonzalez et al., 2023). Some limitations were observed here. First, the dietary intake was not recorded. Finally, their daily energy expenditure was not assessed. This information would explain how the subjects in endomesomorphic and ectomesomorphic clusters balance their energy expenditure and food intake. From a research perspective, it is crucial to map genetic polymorphisms to somatotype profiles, particularly extreme mesomorphy and the endomesomorphic cluster associated with fat accumulation. Individuals in this group face high energy demands yet are prone to being overweight and obese. Future studies should examine how specific genotypes (e.g., FTO rs9939609) affect body composition, appetite regulation, and substrate oxidation during exercise. This understanding may help clarify whether certain somatotypes are associated with fat gain despite regular cardiovascular activity and could inform future interventions.

5. Conclusion

This work highlights the association between mesomorphy and endomorphy, particularly regarding fat accumulation. Among these individuals, 59 morphotypes were classified as exhibiting extreme mesomorphy (>5.5), whereas only eight fell into the ectomesomorphic category. These findings reinforce the potential of somatotype analysis to indicate overweight and obesity, providing valuable insights for tailoring diet and exercise interventions. Additionally, the integration of anthropometric variable analysis and performance assessment using principal component analysis (PCA), with graphical representation through vectors and individuals, proved to be an effective method for characterizing somatotypes in large populations, particularly in identifying mesomorphic phenotypes prone to fat accumulation despite regular physical activity. In practical terms, somatotype assessment should be incorporated into periodic military health screenings to detect extreme mesomorphs (≥ 5.5) at risk of excess fat deposition. For these individuals, targeted nutritional counseling—focusing on energy balance and fat oxidation—alongside monitored concurrent training, may help prevent obesity while preserving operational fitness.

6. Acknowledgments

We wish to thank CIASC's military personnel for their sincere cooperation. We thank Dr M Sorenson (IBQM) for comments on an early version of the manuscript. We have obtained written permission from all persons named in the Acknowledgments.

7. References

- Andreenko, E., & Mladenova, S. (2015). Changes in somatotype characteristics in middle-aged Bulgarian men. *Nutrición Hospitalaria*, 32(6), 2910–2915. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.6.9810>
- Araujo, A. O., Cancela, J. M., Rocha-Rodrigues, S., & Rodrigues, L. P. (2019). Association between somatotype profile and health-related physical fitness in a special police unit. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 61(2), e51–e55. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001515>
- Bolonchuk, W. W., Siders, W. A., Lykken, G. I., & Lukaski, H. C. (2000). Association of dominant somatotype of men with body structure, function during exercise, and nutritional assessment. *American Journal of Human Biology*, 12(2), 167–180. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6300\(200003/04\)12:2<167::AID-AJHB2>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6300(200003/04)12:2<167::AID-AJHB2>3.0.CO;2-3)
- Carter, J. E. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping: Development and applications* (Vol. 5). Cambridge University Press.

- Fraga, A. B., de Lima Silva, F., Hongyu, K., Da Silva Santos, D., Murphy, T. W., & Lopes, F. B. (2016). Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein × Zebu cows. *Tropical Animal Health and Production*, 48(3), 533–538. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0985-2>
- Gomes, D. V., Porto Alegre, A. C. A., Sant’Anna, M. L., & Salerno, V. P. (2022). Correlação da idade com estado nutricional e medidas antropométricas em Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil: Um estudo transversal. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*, 91(1), 5–15. <https://doi.org/10.37310/ref.v91i1.2802>
- Guedes, D. P., & Guedes, J. E. R. P. (2006). *Manual prático para avaliação em educação física* (1ª ed.). Manole.
- Hruby, A., & Hu, F. B. (2015). The epidemiology of obesity: A big picture. *Pharmacoeconomics*, 33(7), 673–689. <https://doi.org/10.1007/s40273-014-0243-x>
- Ibanez-Zamacona, M. E., Poveda, A., & Rebato, E. (2019). Contribution of obesity-associated genetic variants to anthropometric somatotype components. *Anthropologischer Anzeiger*, 76(2), 101–111. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2019/0945>
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1985). Practical assessment of body composition. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(5), 76–90. <https://doi.org/10.1080/00913847.1985.11708790>
- Jelenkovic, A., Poveda, A., & Rebato, E. (2010). A statistical investigation into the sharing of common genetic factors between blood pressure and obesity phenotypes in nuclear families from Greater Bilbao (Spain). *Journal of Hypertension*, 28(4), 723–731. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328336ecf3>
- Kaminsky, L. A., Arena, R., Myers, J., Peterman, J. E., Bonikowske, A. R., Harber, M. P., Medina Inojosa, J. R., Lavie, C. J., & Squires, R. W. (2022). Updated reference standards for cardiorespiratory fitness measured with cardiopulmonary exercise testing: Data from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database (FRIEND). *Mayo Clinic Proceedings*, 97(2), 285–293. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2021.08.020>
- Knapik, J. J., Farina, E. K., Steelman, R. A., Trone, D. W., & Lieberman, H. R. (2023). The medical burden of obesity and overweight in the US military: Association of BMI with clinically diagnosed medical conditions in United States military service members. *The Journal of Nutrition*, 153(10), 2951–2967. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2023.08.023>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Lehnert, T., Sonntag, D., Konnopka, A., Riedel-Heller, S., & König, H. H. (2013). Economic costs of overweight and obesity. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 27(2), 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2013.01.002>
- Loos, R. J. F., & Yeo, G. S. H. (2014). The bigger picture of FTO: The first GWAS-identified obesity gene. *Nature Reviews Endocrinology*, 10(1), 51–61. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2013.227>
- Lu, Y., & Loos, R. J. F. (2013). Obesity genomics: Assessing the transferability of susceptibility loci across diverse populations. *Genome Medicine*, 5(6), 55. <https://doi.org/10.1186/gm459>
- Madden, A. M., & Smith, S. (2016). Body composition and morphological assessment of nutritional status in adults: A review of anthropometric variables. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(1), 7–25. <https://doi.org/10.1111/jhn.12278>
- Moura, J., Aboul-Enein, B. H., Bernstein, J., & Kruk, J. (2017). Selected weight management interventions for military populations in the United States: A narrative report. *Nutrition and Health*, 23(2), 67–74. <https://doi.org/10.1177/0260106017704797>

- Ponce-Gonzalez, J. G., Martinez-Avila, A., Velazquez-Diaz, D., Perez-Bey, A., Gomez-Gallego, F., Marin-Galindo, A., Corral-Perez, J., & Casals, C. (2023). Impact of the FTO gene variation on appetite and fat oxidation in young adults. *Nutrients*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/nu15092037>
- Potter, A. W., Nindl, L. J., Pazmino, A., Soto, D. L., Hancock, J. W., Looney, D. P., Tharion, J. W., McEttrick, D. M., & Friedl, K. E. (2022). *US Marine Corps Body Composition and Military Appearance Program (BCMAP) Study* (Report No. 43). U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30155.87845>
- Rebato, E., Jelenkovic, A., & Salces, I. (2007). Heritability of somatotype components in Biscay families. *HOMO — Journal of Comparative Human Biology*, 58(3), 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.jchb.2006.08.005>
- Reyes-Guzman, C. M., Bray, R. M., Forman-Hoffman, V. L., & Williams, J. (2015). Overweight and obesity trends among active duty military personnel: A 13-year perspective. *American Journal of Preventive Medicine*, 48(2), 145–153. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.08.033>
- Rosique, J., Rebato, E., Apraiz, A. G., & Pacheco, J. L. (1994). Somatotype related to centripetal fat patterning of 8- to 19-year-old Basque boys and girls. *American Journal of Human Biology*, 6(2), 171–181. <https://doi.org/10.1002/ajhb.1310060205>
- Saranga, S. P., Prista, A., Nthumbo, L., Beunen, G., Rocha, J., Williams-Blangero, S., & Maia, J. A. (2008). Heritabilities of somatotype components in a population from rural Mozambique. *American Journal of Human Biology*, 20(6), 642–646. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20733>
- Savegnago, R. P., Caetano, S. L., Ramos, S. B., Nascimento, G. B., Schmidt, G. S., Ledur, M. C., & Munari, D. P. (2011). Estimates of genetic parameters and cluster and principal components analyses of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population. *Poultry Science*, 90(10), 2174–2188. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01474>
- Silventoinen, K., Maia, J., Jelenkovic, A., Pereira, S., Gouveia, E., Antunes, A., Thomis, M., Lefevre, J., Kaprio, J., & Freitas, D. (2021). Genetics of somatotype and physical fitness in children and adolescents. *American Journal of Human Biology*, 33(3), e23470. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23470>
- Silventoinen, K., Maia, J., Li, W., Sund, R., Gouveia, E. R., Antunes, A., Marques, G., Thomis, M., Jelenkovic, A., Kaprio, J., & Freitas, D. (2023). Genetic regulation of body size and morphology in children: A twin study of 22 anthropometric traits. *International Journal of Obesity*, 47(3), 181–189. <https://doi.org/10.1038/s41366-023-01253-0>
- Simenko, J. (2018). Somatotype profile of a special police unit. *International Journal of Morphology*, 36(4), 1225–1228. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022018000401225>
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods in techniques for measuring body composition. In *Techniques for measuring body composition* (pp. 223–244). National Academy of Science-National Research Council.
- von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., Vandenbroucke, J. P., & STROBE Initiative. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *Annals of Internal Medicine*, 147(8), 573–577. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-8-200710160-00010>

Declaração Ética

Revisão por Pares: Dupla-cega.

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Financiamento: Nada a declarar.



Todo o conteúdo do **JIM — Jornal de Investigação Médica** é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

**Efeitos crônicos de diferentes métodos de treinamento no ângulo de Cobb,
em adolescentes com escoliose idiopática: uma revisão de literatura**
*Chronic effects of different training methods on the Cobb angle in adolescents
with idiopathic scoliosis: a literature review*

[10.29073/jim.v5i2.1019](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.1019)

Recebido: 4 de novembro de 2025.

Aprovado: 12 de agosto de 2026.

Publicado: 15 de agosto de 2026.

Autor/a 1 (Correspondente): Wendel Soares , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, wendelcunha98@gmail.com.

Autor/a 2: Humberto Miranda , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, humbertomirandaufri@gmail.com.

Autor/a 3: Fabio de Freitas , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, freitash2004@gmail.com.

Autor/a 4: Rodrigo dos Santos , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, peixotofisio@yahoo.com.br.

Resumo

Enquadramento: A escoliose é caracterizada por um desvio lateral da coluna, podendo ser estrutural ou não estrutural. A escoliose idiopática do adolescente (EIA) é uma deformidade estrutural cuja causa ainda não é claramente identificada.

Objetivo: Investigar os efeitos crônicos de diferentes métodos de treinamento sobre o ângulo de Cobb em adolescentes com EIA

Metodologia: Foram incluídos artigos publicados a partir de 2000, escritos em inglês, e excluídos os que utilizaram amostras com histórico de cirurgia de coluna ou uso de órteses.

Resultados: Dos seis estudos selecionados, dois demonstraram redução no ângulo de Cobb, enquanto quatro não observaram reduções significativas.

Conclusão: As divergências podem estar relacionadas a variáveis como estágio de maturação óssea, frequência, tempo de intervenção, duração das sessões, tipo de método de treinamento. Conclui-se que os efeitos dos métodos de treinamento sobre a EIA ainda são inconclusivos, sendo necessários estudos mais padronizados e com maior controle metodológico.

Palavras-Chave: Exercício de Estabilização do Core para Escoliose; Exercício para Escoliose Ângular de Cobb; Métodos de Exercícios Físicos para Escoliose.

Abstract

Background: Scoliosis is characterized by a lateral deviation of the spine, which can be structural or non-structural. Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is a structural deformity whose cause is not yet clearly identified.

Objective: To investigate the specific effects of different training methods on the Cobb angle in adolescents with AIS.

Methodology: Articles published from 2000 onwards, written in English, were included, and those that used samples with a history of spinal surgery or use of orthoses were excluded.

Results: Of the six studies selected, two showed significant reductions in the Cobb angle, while four did not observe significant reductions.

Conclusion: The discrepancies may be related to variables such as stage of bone maturation, frequency, intervention time, session duration, and type of training method. It is concluded that the effects of training methods on AIS are still inconclusive, and more standardized studies with greater methodological control are needed.

Keywords: Cobb Angular Scoliosis Exercise; Core Stabilization Exercise for Scoliosis; Physical Exercise Methods for Scoliosis.

1. Introdução

Uma boa postura é caracterizada por um alinhamento corporal capaz de garantir máxima eficiência biomecânica e fisiológica durante a execução de uma dada tarefa motora, associada a uma menor sobrecarga do sistema mioarticular (Palmer & Epler, 2000; Kendall *et al.*, 2007). Algumas capacidades físicas tais como, flexibilidade, equilíbrio e força desempenham uma função de grande importância no incremento da capacidade funcional e na melhora da postura (Bompa, 2002; Dantas, 2005). Assim, diferentes métodos de treinamento, dentre eles o treinamento de força (TF), têm sido comumente utilizados com o intuito de promover melhoras na capacidade funcional e na postura, especialmente em adolescentes com escoliose (Negrini *et al.*, 2003; Kocaman *et al.*, 2021).

A escoliose é um desvio postural caracterizado pelo desvio lateral da coluna e pode ser classificada em: estrutural e não estrutural (Hebert *et al.*, 2009), além de estar associada a efeitos deletérios no controle motor e na estabilidade postural (Gür *et al.*, 2017). Nesse contexto, há de se ressaltar que, a escoliose idiopática do adolescente (EIA) é uma deformidade estrutural da coluna cuja causa ainda não foi claramente identificada (Reamy *et al.*, 2001; Weinstein *et al.*, 2008). Complementarmente, é importante destacar que a gravidade da EIA é comumente avaliada através da medida do ângulo de Cobb em radiografias espinhais, onde um ângulo de Cobb de até 25° é classificado como leve, ângulo de Cobb de 25° a 45° são curvas consideradas moderadas, enquanto um ângulo de Cobb > 45° é classificado como grave (Kane *et al.*, 1977; Romano *et al.*, 2012).

De fato, alguns estudos mostram que a EIA pode promover efeitos deletérios na aptidão física, especialmente em casos mais avançados, com impacto predominante sobre a função respiratória, podendo repercutir na aptidão cardiorrespiratória. No entanto, tais efeitos não ocorrem em todos os casos, sendo incorreta a ideia de que toda escoliose idiopática evolui para incapacidade, dor lombar ou comprometimento cardiopulmonar, uma vez que essa evolução depende da magnitude e do padrão da curvatura (Weinstein *et al.*, 2003; Koumbourlis, 2006). Adequadamente, em um estudo conduzido por Khaledi *et al.* (2024) demonstraram que o método Schroth promove reduções significativas no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA. Adicionalmente, a combinação do método Schroth com exercícios de estabilização espinhal assimétrica (ASSE) resultou em melhorias superiores quando comparada à aplicação isolada do método. Todavia, alguns estudos mostram que, o método Schroth, pode não interferir no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA (Schreiber *et al.*, 2019; GAO *et al.*, 2021; Karavidas *et al.*, 2024).

Dessa forma, estudos têm investigado os efeitos de diferentes programas de treinamento sobre o ângulo de Cobb em adolescentes com EIA, com achados divergentes. Kocaman *et al.* (2021) demonstraram que um programa de treinamento envolvendo o método Schroth e exercícios de estabilização do tronco (core), realizado em sessões de aproximadamente, 90 minutos; frequência semanal de três sessões; e duração de 10 semanas, reduziu, de forma significativa, no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA e curvas de magnitude de (10°–26°). Entretanto em um estudo conduzido Gao *et al.* (2021) não observaram alterações significativas no ângulo de Cobb após um programa de treinamento composto por sessões com duração de pelo menos 60 minutos; frequência semanal de duas a três sessões, e duração de 24 meses. Todavia, em estudo posterior, Khaledi *et al.* (2024) observaram que um protocolo de treinamento composto por sessões com duração de pelo menos 50 minutos; frequência semanal de três sessões; e duração de 12 semanas, promoveu redução significativa no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA.

Portanto, parece que o uso de diferentes frequências semanais, tempo de duração da sessão, tempo de duração dos programas de treinamento e métodos de treinamento podem influenciar, de forma distinta no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA, sendo essa uma variável de grande importância e ainda controversa. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi investigar, através de uma revisão de literatura, os efeitos crônicos de diferentes métodos de treinamento no ângulo de Cobb, em adolescentes com EIA.

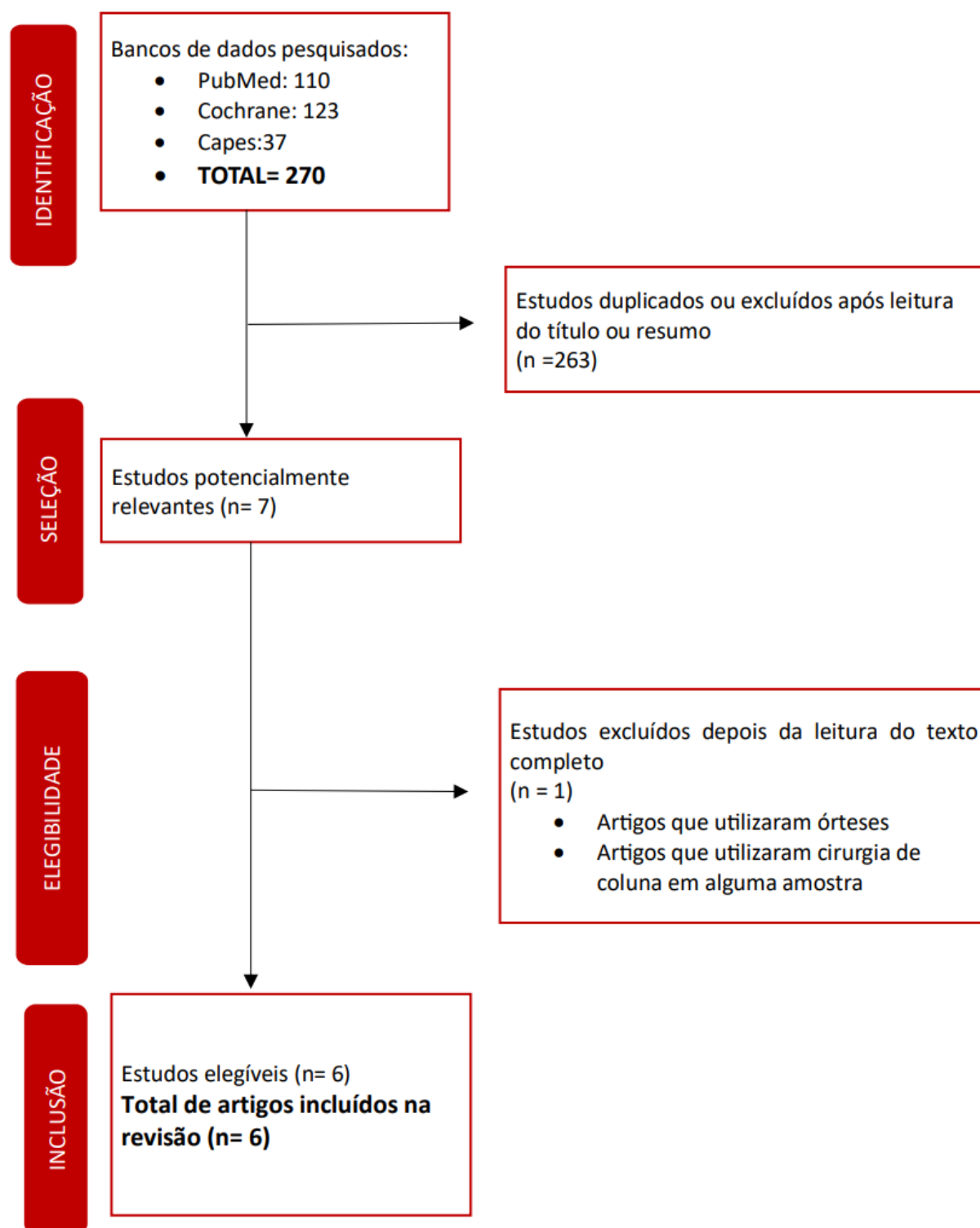
2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura de artigos originais publicados em periódicos indexados nas seguintes bases de dados eletrônicas: 1) PubMed; 2) Cochrane; 3) Portal de Periódicos da CAPES, sobre os efeitos crônicos de diferentes métodos de treinamento no ângulo de Cobb, em adolescentes com EIA. Assim, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: a) artigos publicados a partir do ano 2000; b) estudos escritos no idioma: inglês. Da mesma forma, foram considerados como critérios de exclusão: a) estudos que utilizaram adolescentes com histórico de cirurgia de coluna em suas respectivas amostras; b) artigos que utilizaram em suas respectivas amostras, sujeitos que usavam algum tipo de órtese.

Os termos e os descritores usados na busca eletrônica nas bases de dados foram estabelecidos mediante consulta ao MeSH – *Medical Subject Headings*, através do portal da *U.S National Library of Medicine* (NLM) e ao DeCS – Descritores em Ciências da Saúde, através do portal da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Dessa forma, foram utilizados os seguintes termos e descritores: *physical exercise methods for scoliosis; exercise scoliosis Cobb angle; core stabilization exercise scoliosis*.

O presente estudo de revisão foi constituído por três etapas: pesquisa eletrônica nas bases de dados (etapa 1); seleção dos artigos considerados elegíveis e posterior avaliação dos títulos e resumos, a fim de identificar quais atenderam os critérios de inclusão e exclusão (etapa 2); extração dos dados dos artigos selecionados (etapa 3). Assim, inicialmente foram encontrados 270 artigos e posteriormente, baseados nos critérios de inclusão e exclusão e duplicidades, foram excluídos 264 artigos. Dessa forma, foram incluídos 6 estudos na presente revisão (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma do Processo de Seleção dos estudos.



3. Resultados

A tabela 1 apresenta as características da amostra, os procedimentos experimentais e os resultados de cada um dos seis estudos inseridos na presente revisão. A amostra variou de 28 a 221 adolescentes, de ambos os sexos, com idade entre 10 e 18 anos. O tempo de duração dos programas de treinamento oscilou de 2 meses e duas semanas a 2 anos e 5 meses. No que se refere a frequência semanal, foi observada uma variação de duas a cinco sessões.

Como resultado, dos seis estudos inseridos na presente revisão, dois observaram que diferentes métodos de treinamento, de forma crônica, promoveram reduções no ângulo de Cobb, enquanto quatro determinaram que diferentes métodos de treinamento, de forma crônica, não interferiram no ângulo de Cobb, em adolescentes com EIA. Os métodos utilizados incluíram o PSSE-Schroth, exercícios de estabilização espinhal assimétrica e exercícios de estabilização do core.

Tabela 1: Características da amostra, procedimentos metodológicos e resultados dos estudos incluídos na presente revisão.

Autor (es)	Características da amostra	Procedimentos metodológicos	Resultados
Karavidas <i>et al.</i> (2024).	N = 221 com EIA, sendo 163 alocados no grupo PSSE-Schroth e 58 no grupo controle. No grupo intervenção, 148 participantes eram do sexo feminino (90,8%) e 15 do sexo masculino (9,2%), enquanto no grupo controle 54 eram do sexo feminino (93,1%) e 4 do sexo masculino (6,9%). A idade média foi de 12,6 anos no grupo PSSE-Schroth e 13,1 anos no grupo controle. O estágio de maturação óssea (Risser) variou de 0 a 2 em ambos os grupos, com médias de 1,1 e 1,3, respectivamente. O ângulo de Cobb inicial variou entre 15° e 25° nos dois grupos.	O protocolo de treinamento foi composto pelo método Schroth, incluindo os seguintes exercícios: autocorreção 3D, auto alongamento, respiração corretiva e treinamento de atividades da vida diária; frequência semanal de cinco sessões; e sessões com duração de 30 a 55 minutos; e duração de dois anos e cinco meses. Além disso, o ângulo de Cobb foi medido através de parâmetros radiológicos.	Foi observado que o protocolo de treinamento não interferiu de forma significativa no ângulo de Cobb, em adolescentes com EIA .
Khaledi <i>et al.</i> (2024)	N = 40 adolescentes com EIA leve; meninos de 10 a 18 anos de idade que apresentavam ângulo de Cobb de 10° a 30°.	O protocolo de treinamento foi composto por três grupos: Schroth (SE), Schroth associado à estabilização espinhal assimétrica (SE + ASSE) e grupo controle. Os grupos de intervenção realizaram exercícios três vezes por semana, com sessões	Ambos os métodos promoveram redução significativa do ângulo de Cobb. O método SE sozinho apresentou redução de 5,32° (15,09° para 9,77°), enquanto o método SE+ASSE apresentou redução de 7,44° (16,45° para 9,01°), indicando maior redução da curvatura com a combinação dos métodos em adolescentes com EIA.

Autor (es)	Características da amostra	Procedimentos metodológicos	Resultados
		de 50 a 70 minutos, durante 12 semanas. O grupo SE executou exercícios específicos do método Schroth, enquanto o grupo SE + ASSE realizou os mesmos exercícios associados à estabilização espinhal assimétrica.	
Gao et al. (2021)	N = 64 adolescentes com EIA (ângulo de Cobb de 20° a 40°, Risser 3-5). 43 pacientes foram submetidos a exercícios e 21 submetidos a observação (10 a 17 anos de idade).	O estudo investigou a eficácia do método Schroth em pacientes com menor potencial de crescimento esquelético. O protocolo incluiu exercícios de controle de força muscular, correção ativa do formato corporal, força muscular e equilíbrio. O treinamento foi intensivo nos primeiros 14 dias, seguido de exercícios supervisionados em casa pelos pais. A frequência do treinamento foi de duas a três vezes por semana, com duração de 1 hora, durante dois anos. O ângulo de Cobb foi medido por parâmetros radiográficos.	Como resultado, foi observado que o treinamento, de forma crônica, não interferiu de forma significativa no ângulo de Cobb, em adolescentes com EIA .
Schreiber et al. (2019)	N = 50 adolescentes com EIA (10 a 18 anos de idade) e com curvas de 10° a 45°.	O estudo investigou o limiar de mudança no ângulo de Cobb em adolescentes com escoliose idiopática, utilizando o método Schroth. O grupo Schroth recebeu	Como resultado, foi elucidado que o treinamento, de forma crônica, promoveu redução do ângulo de Cobb (aproximadamente 4°, sem significância), em adolescentes com EIA.

Autor (es)	Características da amostra	Procedimentos metodológicos	Resultados
		intervenção supervisionada com cinco sessões de 1 hora nas duas primeiras semanas, seguidas de visitas semanais de 1 hora, combinadas com exercícios diários em casa (30–45 minutos). O grupo controle recebeu tratamento padrão, com observação ou órtese rígida. A intervenção durou 6 meses e envolveu 40 dos 50 pacientes, devido a desistências e falta de radiografias.	
Kocaman <i>et al.</i> (2021)	N = 28 adolescentes com EIA (10 a 18 anos de idade) e ângulo de Cobb de 10° a 26° e estágio de Risser <3.	O estudo comparou os métodos Schroth e core em pacientes com escoliose idiopática. O grupo Schroth fez exercícios baseados no método Schroth, enquanto o grupo core fez exercícios de estabilização do core. Ambos treinaram por 90 minutos, três vezes por semana, durante 10 semanas, com exercícios adicionais em casa. A intensidade foi ajustada conforme a melhora de cada participante, e o ângulo de Cobb foi avaliado usando escoliômetro de Bunnell e o teste de flexão para frente de Adams.	Os autores observaram que o treinamento promoveu redução significativa do ângulo de Cobb (aproximadamente 7,93°), principalmente em EIA leve a moderada, com ângulos de Cobb entre 10° e 26° e estágio de maturação óssea (Risser) inferior a 3.

Autor (es)	Características da amostra	Procedimentos metodológicos	Resultados
Ko <i>et al.</i> (2017)	N = 29 adolescentes com EIA (Grupo exercício: 12,71 ± 0,72 anos de idade; Grupo controle: 12,80 ± 0,86 anos de idade) e ângulo de Cobb de 10° a 20°.	O estudo investigou os efeitos do exercício de estabilização do core no ângulo de Cobb em adolescentes com escoliose idiopática. Os participantes foram divididos em grupo de exercícios (n=14) e grupo controle (n=15). O grupo de exercícios realizou estabilização da coluna três vezes por semana, durante 12 semanas, com sessões de 60 minutos. Os exercícios foram supervisionados e incluíram atividades como inclinação pélvica, ponte, <i>crunch</i> e superman. O ângulo de Cobb foi medido antes e após o programa por radiografias da coluna	Como resultado, foi observado que o treinamento não influenciou de forma significativas no ângulo de Cobb, (redução de aproximadamente 0,7°), em adolescentes com EIA.

4. Discussão

O principal achado do presente estudo de revisão foi observar que diferentes métodos de treinamento, de forma crônica, promoveram reduções ou não interferiram (estabilização), no ângulo de Cobb, em adolescentes com EIA. Porém, os resultados variam de acordo com a duração do protocolo, o tipo de abordagem de treinamento adotada e o potencial de crescimento esquelético, evidenciado pelo sinal de Risser.

Assim sendo, no estudo conduzido por Karavidas *et al.* (2024) foram investigados os efeitos de um programa de treinamento, baseado no método PSSE – Schroth, no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA. Foram utilizados adolescentes com ângulos de Cobb de 15° a 25° e o ângulo de Cobb foi medido por parâmetros radiológicos. O programa de treinamento foi composto por exercícios específicos para escoliose de autocorreção 3D, auto alongamento, respiração corretiva e treinamento de atividades da vida diária; frequência semanal de cinco sessões; sessões com duração de 30 a 55 minutos; e duração de dois anos e cinco meses em adolescentes com EIA. Então, como resultado, os autores observaram que 63,2% dos participantes do grupo de intervenção mantiveram-se estáveis, 23,9% apresentaram melhoras e apenas 12,9% tiveram piora na curvatura, resultando em uma taxa de sucesso de 87,1% (P = 0,002). Em contraste, o grupo controle teve 74,1% de piora, sendo que 67,2% dos participantes necessitaram de suporte (P = 0,01). Esses achados reforçam a eficácia do método Schroth na prevenção da progressão da EIA em intervenções prolongadas, sobretudo em pacientes com maior potencial de crescimento esquelético, evidenciado pelo uso do sinal de Risser 0 a 2 como critério de avaliação.

Adicionalmente, Gao *et al.* (2021) relataram que a abordagem de treinamento Schroth não influenciou de forma estatisticamente significativa o ângulo de Cobb de (28,9° para 26,3°), amostras com ângulos de Cobb de 20° a 40° e o ângulo de Cobb foi medido por parâmetros radiográficos, com frequência semanal de duas a três sessões, e sessões com duração de 1 hora; e duração de dois anos em adolescentes com EIA. Interferindo de forma positiva, estabilizando o ângulo de Cobb, embora também sem significância estatística. Essa diferença pode ser atribuída ao potencial de crescimento esquelético mais avançado Risser 3 a 5, protocolos de grande duração (dois anos), sugerindo que o tempo prolongado de intervenção em pacientes com menor potencial de crescimento pode contribuir para a estabilização ao invés de diminuições mais significativas.

Além disso, é importante destacar que, embora os estudos conduzidos por Karavidas *et al.* (2024). e Gao *et al.* (2021) tenham utilizado diferentes frequências semanais, variação nas idades, duração, variações das amostras do ângulo de Cobb e variações de Risser, ambos observaram resultados similares.

Complementarmente Ko *et al.* (2017) observaram que o protocolo de treinamento com foco em exercícios de estabilização do core não influenciou no ângulo de Cobb no grupo de exercícios (de 15,95° para 15,21°), sem atingir significância estatística. A menor variação pode estar relacionada à intervenção ao foco em exercícios de estabilização do core, que, embora benéficos, apresentaram efeito menos expressivo em comparação aos métodos específicos de Schroth. Utilizou amostras com ângulos de Cobb de 10° a 20° e o ângulo de Cobb foi medido por parâmetros radiográficos, com frequência semanal de três sessões; e sessões com duração de 60 minutos; e duração de doze semanas, em adolescentes com EIA. O protocolo de treinamento foi composto por exercícios de estabilização do core que incluiu inclinação pélvica, pose de gato-camelo (mobilização da coluna), flexão básica do tronco (*crunch*), ponte com extensão do joelho, pressão abdominal bilateral, superman, elevação alternada de braços e pernas, elevação quadrupede de braços e pernas e caminhadas com as mãos. Cada exercício foi realizado em 3 séries de 12 repetições. Este estudo não considerou o sinal de Risser em sua análise, o que dificulta a avaliação do impacto do potencial de crescimento sobre os resultados.

Adicionalmente, é importante destacar que, outros estudos também com intervenções de 10 a 12 semanas, como os de Kocaman *et al.* (2021) e Khaledi *et al.* (2024) relataram reduções significativas no ângulo de Cobb. Kocaman *et al.* (2021) utilizaram amostras com ângulos de Cobb de 10° a 26° e o ângulo de Cobb foi medido por escoliómetro de Bunnell e o teste de Adams, com frequência semanal de três sessões; e sessões com duração de 90 minutos; e duração de dez semanas em adolescentes com EIA. O protocolo de treinamento foi composto por exercícios Schroth e exercícios de core, com sinal de Risser nas respectivas amostras de <3, relataram uma redução significativa média de -7,93° no grupo Schroth, superior à redução de -3,71° no grupo Core. De forma semelhante, Khaledi *et al.* (2024) utilizaram amostras com ângulos de Cobb de 10° a 30° e o ângulo de Cobb foi medido por fotogrametria, com frequência semanal de três sessões; e sessões com duração de 50 a 70 minutos; e duração de doze semanas em adolescentes com EIA. O protocolo de treinamento foi composto por exercícios Schroth e exercícios de estabilização espinal assimétrica, não apresentaram sinal de Risser nas respectivas amostras, observaram no grupo exercícios de Schroth (SE) + exercícios de estabilização espinal assimétrica (ASSE) uma redução estatisticamente significativa de 16,45° para 9,01 enquanto o grupo SE sozinho teve uma redução significativa de 15,09° para 9,77°.

Todavia, embora tenham observado resultados similares, há de se ressaltar os diferentes métodos usados nos estudos de Khaledi *et al.* (2024) e Kocaman *et al.* (2021). Portanto, especula-se que distintas abordagens e combinações de exercícios, variações das amostras do ângulo de Cobb e duração podem influenciar nos efeitos do treinamento no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA.

Além do mais, Schreiber *et al.* (2019), utilizando o método Schroth, com amostras de ângulos de Cobb de 10° a 45° e o ângulo de Cobb foi medido por parâmetros radiográficos, com frequência semanal de cinco sessões, e sessões com duração de 1 hora; e duração de seis meses em adolescentes com EIA. Demonstraram que o treinamento não reduziu de forma significativa o ângulo de Cobb (28,5° para 24,1°) no grupo Schroth, enquanto o grupo controle permaneceu estável (-0,1°). Embora a redução não tenha sido estatisticamente significativa, o estudo reforça a eficácia do método Schroth supervisionado em curto prazo para estabilizar a curvatura. No

entanto, esse estudo não apresentou informações sobre o sinal de Risser, o que também limita a comparação com os demais em relação ao potencial de crescimento esquelético.

A análise comparativa dos estudos revisados revela que os protocolos de diferentes métodos de treinamento apresentam resultados variados, dependendo de fatores como a duração do programa, a abordagem de métodos de treinamento adotada e o estágio de desenvolvimento esquelético dos participantes, indicado pelo sinal de Risser.

Os estudos mais longos, como o de Karavidas et al. (2024) e Gao et al. (2021), demonstraram maior eficácia na estabilização da curvatura da coluna e na prevenção da progressão da escoliose idiopática (EIA). No estudo de Karavidas et al. (2024), com adolescentes em estágios iniciais de crescimento esquelético (Risser 0 a 2), observou-se uma taxa de sucesso de 87,1% na estabilização do ângulo de Cobb, com 63,2% dos participantes mantendo a curvatura estável e 23,9% apresentando melhora. Já no estudo de Gao et al. (2021), com adolescentes em estágios mais avançados de desenvolvimento esquelético (Risser 3 a 5), a redução média do ângulo de Cobb foi de 2,6°, sugerindo que protocolos de longo prazo favorecem a estabilização, especialmente em pacientes com menor potencial de crescimento. Esses achados indicam que a duração do programa pode ser um fator determinante para a estabilização da curvatura, com intervenções mais prolongadas proporcionando melhores resultados para pacientes com menos potencial de crescimento esquelético.

Por outro lado, os estudos com intervenções mais curtas, como os de Kocaman et al. (2021) e Khaledi et al. (2024), mostraram reduções significativas no ângulo de Cobb, especialmente no grupo submetido ao método Schroth. No estudo de Kocaman et al. (2021), a redução média no grupo Schroth foi de 7,93°, superior à redução de 3,71° no grupo de exercícios de core. De maneira semelhante, Khaledi et al. (2024) observaram uma redução de 16,45° para 9,01° no grupo que combinou Schroth com exercícios de estabilização espinhal assimétrica. Esses resultados sugerem que, embora protocolos curtos possam levar a reduções mais expressivas no ângulo de Cobb, sua eficácia pode ser limitada por outros fatores, como o estágio de crescimento esquelético dos pacientes e a combinação de abordagens de exercícios.

Além disso, os protocolos de curto prazo, como os utilizados por Ko et al. (2017), apresentaram redução do ângulo de Cobb, mas com uma redução não significativa, indicando que, embora os exercícios de estabilização do core possam ser benéficos, eles tendem a ter um efeito menos pronunciado quando comparados aos métodos específicos, como o Schroth.

O estudo de Schreiber et al. (2019), com duração de seis meses, também utilizou o método Schroth e observou uma redução do ângulo de Cobb, mas a redução não foi estatisticamente significativa. Embora o estudo tenha mostrado que o treinamento supervisionado pode ser eficaz a curto prazo, a falta de informações sobre o sinal de Risser dificultou a avaliação do impacto do potencial de crescimento esquelético nos resultados.

Além do mais, é importante destacar que, o presente estudo de revisão apresenta algumas limitações metodológicas importantes, tais como: a) utilizar apenas duas bases de dados eletrônicas; b) incluir estudos escritos apenas no idioma: inglês; c) incluir apenas artigos publicados a partir dos anos 2000.

5. Conclusão

A presente revisão analisou diferentes métodos de treinamento, de forma crônica, procurou verificar sua eficácia no ângulo de Cobb em adolescentes com EIA. Dos seis estudos incluídos, dois observaram reduções no ângulo, enquanto quatro não encontraram interferência significativa. Essa variação nos resultados sugere que os efeitos desses métodos ainda são inconclusivos, possivelmente devido a fatores divergentes encontrados nos estudos como maturação óssea, frequência semanal, tempo de intervenção, duração das sessões e tipo de método de treinamento. Dessa forma, reforça-se a necessidade de estudos futuros com maior padronização metodológica para melhor compreensão desses efeitos.

Referências

Claro. Mantendo a mesma lógica das listas anteriores — **APA 7.ª edição**, preservando os elementos em português (5ª ed., títulos em português etc.) e sem traduzir conteúdo específico da língua original — a lista fica assim:

Bompa, T. O. (2002). *Periodização: Teoria e metodologia do treinamento*. Phorte.

Dantas, E. H. M. (2005). *Alongamento e flexionamento* (5ª ed.). Shape.

Gao, A., Li, J. Y., Shao, R., Wu, T. X., Wang, Y. Q., Liu, X. G., & Yu, M. (2021). Schroth exercises improve health-related quality of life and radiographic parameters in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Chinese Medical Journal*, 134(21), 2589–2596.

Gür, G., Ayhan, C., & Yakut, Y. (2017). The effectiveness of core stabilization exercise in adolescent idiopathic scoliosis: A randomized controlled trial. *Prosthetics and Orthotics International*, 41(3), 303–310.

Hebert, S., Xavier, R., Pardini, A. G., & Barros Filho, T. E. P. (2009). *Ortopedia e traumatologia: Princípios e prática* (4ª ed.). Artmed.

Kane, W. J. (1977). Scoliosis prevalence: A call for a statement of terms. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 126, 43–46.

Karavidas, N., Bialis, M., Papadopoulos, D., & outros autores. (2024). Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises (PSSE-Schroth) can reduce the risk for progression during early growth in curves below 25°: Prospective controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(2), 331–339.

Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (2007). *Músculos: Provas e funções* (6ª ed.). Manole.

Ko, K. J., & Kang, S. J. (2017). Effects of 12-week core stabilization exercise on the Cobb angle and lumbar muscle strength of adolescents with idiopathic scoliosis. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(2), 244–249.

Kocaman, H., Bek, N., Kaya, M. H., Büyükturan, B., Yetiş, M., & Büyükturan, Ö. (2021). The effectiveness of two different exercise approaches in adolescent idiopathic scoliosis: A single-blind, randomized-controlled trial. *PLOS ONE*, 16(4), Article e0249492.

Koumbourlis, A. C. (2006). Scoliosis and the respiratory system. *Paediatric Respiratory Reviews*, 7, 152–160.

Khaledi, A., Minoonejad, H., Daneshmandi, H., Akoochakian, M., & Gheitasi, M. (2024). Outcomes of 12 weeks of Schroth and asymmetric spinal stabilization exercises on Cobb angle, angle of trunk rotation, and quality of life in adolescent boys with idiopathic scoliosis: A randomized controlled trial. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 12(1), 26–35.

Negrini, S., Antonini, G., Carabalona, R., & Minozzi, S. (2003). Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review. *Pediatric Rehabilitation*, 6(3–4), 227–235.

Palmer, M. L., & Epler, M. E. (2000). *Fundamentos das técnicas de avaliação musculoesqueléticas* (2ª ed.). Guanabara Koogan.

Reamy, B. V., & Slakey, J. B. (2001). Adolescent idiopathic scoliosis: Review and current concepts. *American Family Physician*, 64(1), 111–116.

Romano, M., Minozzi, S., Bettany-Saltikov, J., Zaina, F., Chockalingam, N., Kotwicki, T., Maier-Hennes, A., & Negrini, S. (2012). Exercises for adolescent idiopathic scoliosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2012(8), Article CD007837.

Schreiber, S., Parent, E. C., Hill, D. L., Hedden, D. M., Moreau, M. J., & Southon, S. C. (2019). Patients with adolescent idiopathic scoliosis perceive positive improvements regardless of change in the Cobb angle: Results from a randomized controlled trial comparing a 6-month Schroth intervention added to standard care and standard care alone. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), Article 319.

Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Cheng, J. C., Danielsson, A., & Morcuende, J. A. (2008). Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet*, 371(9623), 1527–1537.

Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Spratt, K. F., Peterson, K. K., Spoonamore, M. J., & Ponseti, I. V. (2003). Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: A 50-year natural history study. *JAMA*, 289(5), 559–567.

Declaração Ética

Revisão por Pares: Aberta.

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Financiamento: Nada a declarar.



Todo o conteúdo do *JIM — Jornal de Investigação Médica* é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

Infrared thermography-monitored recovery of anterior cruciate ligament rupture in a professional soccer player: A case study

Recuperação de rutura do ligamento cruzado anterior monitorizada por termografia infravermelha num jogador de futebol profissional: Um estudo de caso

[10.29073/jim.v5i2.1028](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.1028)

Recebido: 21 de novembro de 2025.

Aprovado: 12 agosto de 2026.

Publicado: 15 de agosto de 2026.

Autor/a 1: Dailson Paulucio, Al Nassr Football Club, Arábia Saudita, dailsonpaulucio@gmail.com.

Autor/a 2 (Correspondente): Igor Mattos, Universidade Salgado de Oliveira, Brasil, igormrangel@gmail.com.

Autor/a 3: Caleb Santos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, calebguedes@gmail.com.

Autor/a 4: Gustavo Monnerat-Cahli, Botafogo de Futebol e Regatas, Brasil, monnerat1988@gmail.com.

Autor/a 5: Manoel Coutinho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, manoelcoutinho@yahoo.com.

Autor/a 6: João Grangeiro, Botafogo de Futebol e Regatas, Brasil, grangeiro@globo.com.

Autor/a 7: Fernando Pompeu, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, fernandoampompeu@gmail.com.

Autor/a 8: João Marins, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, joaobouzas@yahoo.com.br.

Autor/a 9: Eduardo Lattari, Universidade Salgado de Oliveira, Brasil, eduardolattari@yahoo.com.br.

Abstract

Introduction: Infrared thermography has been used as a non-invasive tool to analyze inflammatory responses in musculoskeletal injuries. However, no study has followed thermal behavior from pre injury to post surgery recovery in anterior cruciate ligament (ACL) rupture. Therefore, the objective of this case study was to analyze the use of thermography as a form of pre- and post-ACL injury monitoring in a professional soccer player, tracking thermal changes from the period before the trauma to the first months of post-surgical recovery.

Case Presentation: A professional Brazilian first-division soccer player suffered a total ACL rupture of the right knee. Thermographic assessments were conducted before injury (BI), after injury (AI), and during the first (AS1), second (AS2), and third (AS3) postoperative months. Mean temperature asymmetry (MTA) between knees was calculated.

Management and Outcome: The athlete underwent ACL reconstruction with autologous patellar tendon graft and standard postoperative medication. Descriptive comparison of the 95% confidence intervals indicated a marked increase in MTA from BI to AS1, followed by a progressive reduction during the postoperative follow-up. By AS3, the partial overlap with the baseline 95% confidence interval suggested a gradual return toward baseline MTA.

Discussion: Thermography allowed monitoring of inflammatory progression and postoperative recovery. This case suggests that temperature asymmetry may be useful to assist monitoring of rehabilitation in elite athletes.

Keywords: ACL Rupture; Case Report; Infrared Thermography; Knee Injury; Temperature Asymmetry.

Resumo

Introdução: A termografia infravermelha tem sido utilizada como uma ferramenta não invasiva para analisar respostas inflamatórias em lesões músculo-esqueléticas. No entanto, nenhum estudo acompanhou o comportamento térmico desde o período pré-lesão até à recuperação pós-cirúrgica numa rutura do ligamento cruzado anterior (LCA). Portanto, o objetivo deste estudo de caso foi analisar o uso da termografia como ferramenta de monitoramento antes e após uma lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) em um jogador

profissional de futebol, acompanhando as alterações térmicas desde o período pré-lesão até os primeiros meses de recuperação pós-cirúrgica.

Apresentação do Caso: Um jogador profissional de futebol da primeira divisão brasileira sofreu uma rutura total do LCA do joelho direito. As avaliações termográficas foram realizadas antes da lesão (AL), após a lesão (PL) e durante o primeiro (1PO), segundo (2PO) e terceiro (3PO) meses de pós-operatório. Foi calculada a assimetria média de temperatura (AMT) entre os joelhos.

Tratamento e Evolução: O atleta foi submetido a reconstrução do LCA com enxerto autólogo do tendão patelar e a medicação pós-operatória standard. A comparação descritiva dos intervalos de confiança de 95% indicou um aumento acentuado da AMT de PL até 1PO, seguido por uma redução progressiva durante o acompanhamento pós-operatório. Em 3PO, a sobreposição parcial com o intervalo de confiança de 95% da avaliação basal sugeriu um retorno gradual da AMT aos valores basais.

Discussão: A termografia permitiu o monitoramento da progressão inflamatória e da recuperação pós-operatória. Este relato de caso sugere que a assimetria térmica pode ser útil como ferramenta complementar para auxiliar o monitoramento da reabilitação em atletas de elite.

Palavras-Chave: Assimetria de Temperatura; Lesão do Joelho; Relato de Caso; Rutura do LCA; Termografia Infravermelha.

1. Introduction

In sports injuries, inflammatory processes mediated by the innate immune system can be observed, consisting of increased pain, vascular alterations, and other mechanisms that lead to an increase in local temperature (Fernandes et al., 2017). Infrared medical thermography (IMT) has emerged as a fast, non-invasive method capable of detecting these temperature variations, and has been used in sports medicine to support the diagnosis, monitoring and rehabilitation of musculoskeletal and joint injuries (Escamilla-Galindo et al., 2017; Fernandes et al., 2017; Litscher et al., 2014). This radiation free technique provides a detailed thermal map of the body, in which each pixel corresponds to a specific temperature, allowing assessment of muscle tissue condition, identification of injury risk and evaluation of recovery progression (Côrte & Hernandez, 2016; Corte et al., 2019; Moreira et al., 2017).

Based on the principle of anatomical proportionality, contralateral body regions are expected to exhibit similar thermal patterns under normal conditions (Brisoschi et al., 2003; Marins et al., 2015). Small bilateral differences are expected; however, deviations above normal variation may indicate alterations in the region of interest (ROI). Based on the attention level scale proposed by Marins et al. (Marins et al., 2015), asymmetries from 0.5 °C upward justify closer monitoring, with higher values representing progressively more severe alterations. This framework reinforces the relevance of thermal asymmetry analysis in clinical and sports settings.

However, studies have not demonstrated the use of this tool to follow the inflammatory process before and after injury and throughout the rehabilitation process of anterior cruciate ligament (ACL) rupture, a high risk lesion of soccer players (Gornitzky et al., 2016). This gap is clinically relevant, as ACL rupture is one of the most frequent and impactful injuries in soccer, with incidence rates ranging from 0.06 to 10 injuries per 1000 hours of match exposure and higher rates among professional athletes (Bjordal et al., 1997; Brophy et al., 2015; Dvorak & Junge, 2000). Even with accelerated rehabilitation strategies, recovery typically requires four to eight months (Brophy et al., 2015). during which prolonged absence may compromise both the athlete's career and team performance.

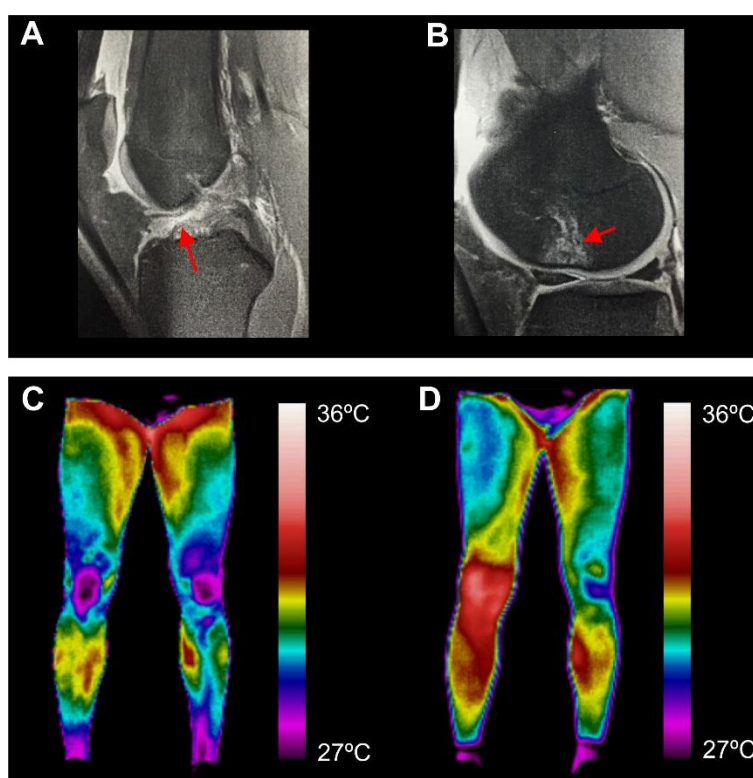
Therefore, the objective of this case study was to analyze the use of thermography as a form of pre- and post-ACL injury monitoring in a professional soccer player, tracking thermal changes from the period before the trauma to the first months of post-surgical recovery. This approach allows us to evaluate the clinical utility of infrared thermography as a complementary tool to monitor the inflammatory process, support decisions in the

rehabilitation process, and contribute to the understanding of thermal responses throughout the recovery from serious injuries in high-performance athletes.

2. Case Presentation

Data were obtained from a professional first division Brazilian soccer player who sustained an acute injury during an official match. The athlete is 1.78 meters tall, weighs 71 kilograms, was born in May 1996 (21 years) and is right foot dominant. He competed as a full back throughout the season. Thermographic assessments were conducted at five predefined time points: before injury (BI), after injury (AI), and during the first (AS1), second (AS2) and third (AS3) postoperative months. The athlete presented with a complete rupture of the anterior cruciate ligament (ACL) in the right dominant knee, confirmed through clinical examination and magnetic resonance imaging (MRI) (Fig. 1A/1B). MRI also demonstrated edema of the lateral femoral condyle, a typical associated finding in ACL injuries. Infrared thermographic images were captured using a Flir® e60 camera (320×240 pixels), following standardized acquisition procedures. Mean temperature asymmetry (MTA) was calculated as the difference between the mean surface temperature of the frontal regions of the injured (right) and uninjured (left) knees. Athlete read and signed an informed consent form.

Figure 1: Clinical images (MRI and thermal) and mean temperature asymmetry levels timeline: A) Magnetic resonance imaging (MRI) sagittal view of knee show the anterior cruciate ligament (ACL) rupture. B) A lateral femoral condyle edema, characteristic of ACL rupture. C) Infrared thermographic image of the subject 11 days before injury (BI). D) Infrared thermographic image of the subject 18 days after surgery.



3. Management and Outcome

3.1. Surgical Management

The athlete underwent isolated ACL reconstruction 22 days after the injury, using the central third of the autologous patellar tendon fixed with biodegradable screws in the femur and tibia. Post operative therapy consisted of: Cefazolin 1g IV every 8 h (4 doses) and Diclofenac 70 mg every 12 h for one week.

3.2. Thermographic Monitoring

Infrared thermography images were obtained using a thermal imager camera (Flir®, model e60, 320x240 pixels) and analyzed with the manufacturer's dedicated image acquisition and processing software (FLIR Tools®, FLIR

Systems Inc., Wilsonville, OR, USA). Before image acquisition, the athlete underwent a 15-min acclimatization period in a standing position while wearing only underwear and avoiding contact with surrounding objects or surfaces that could influence skin temperature. The athlete was instructed to refrain from strenuous exercise, caffeine and alcohol consumption, massage, cryotherapy, and the application of creams or topical agents before the assessment. Image acquisition was performed in a climate-controlled room maintained at 20–22 °C with relative humidity between 40% and 60%. Room temperature and relative humidity were continuously monitored using a digital thermo-hygrometer (Minipa®, model MT241).

All thermographic images were obtained using a fixed camera-to-subject distance of approximately 2 m, with the camera positioned perpendicular to the region of interest to minimize geometric distortion. The human skin emissivity was standardized at 0.98 for all measurements. The region of interest (ROI) occupied a substantial portion of each image and consisted of a manually defined elliptical area encompassing the knee joint. During image acquisition, the athlete remained in a standardized anatomical standing position with the evaluated body regions fully exposed. Three infrared thermography images were acquired during each assessment, and the mean skin temperature was calculated as the average of these three measurements. All assessments were performed under identical environmental conditions by the same evaluator and according to a standardized protocol to ensure measurement reliability and reproducibility (Moreira et al., 2017). Although the thermographic software provided the mean, maximum, and minimum skin temperatures for ROI, only the mean skin temperature was used to calculate inter-limb thermal asymmetry. Mean temperature is considered the most representative measure of the overall thermal behavior of the evaluated region because it is less influenced by isolated hot or cold spots, image noise, and segmentation artifacts, thereby providing greater reliability and reproducibility for longitudinal monitoring and bilateral comparisons (Moreira et al., 2017).

Given the single-case design, data were analyzed descriptively without inferential statistical testing. For each assessment, three infrared thermography images were acquired, and the mean skin temperature was calculated as the average of the three measurements. Descriptive statistics are presented as mean, standard deviation (SD), and 95% confidence interval (95% CI) to characterize the central tendency and within-assessment variability. Thermal asymmetry was calculated as the temperature difference between the affected and contralateral knees. The coefficient of variation (CV) was calculated when appropriate to describe the relative variability of repeated measurements. However, because baseline thermal asymmetry values included both positive and negative observations, resulting in a mean close to zero, the CV was not interpreted for this assessment, as it becomes unstable and may yield misleading values under these conditions. Therefore, baseline variability was described using the SD and 95% CI. Changes across the five assessments were evaluated descriptively by examining the temporal evolution of the MTA and their respective 95% confidence intervals. Given the exploratory nature of this case report and the absence of a comparison group, no hypothesis testing was performed. Instead, the findings were interpreted based on the magnitude and direction of the observed changes together with the consistency of repeated measurements across assessments.

3.3. Results

Table 1 summarizes the MTA values obtained across the five thermographic assessments. For each time point, data are presented as the mean of three repeated infrared thermography images, together with the standard deviation (SD) and 95% confidence interval (95% CI).

Table 1: Mean thermal asymmetry (MTA) values across the five thermographic assessments. Data are presented as the mean of three repeated infrared thermography images, standard deviation (SD), and 95% confidence interval (95% CI).

Time points	Mean	SD	IC95%
BI	-0.03	0.2	-0.5 to 0.5
AI	1.0	0.1	0.8 to 1.3
AS1	3.0	0.4	2.1 to 3.9
AS2	1.8	0.2	1.4 to 2.2
AS3	0.9	0.3	0.1 to 1.6

Descriptive comparison of the 95% confidence intervals demonstrated a marked increase in thermal asymmetry from BI to AI and from AI to AS1, followed by a gradual reduction throughout the postoperative follow-up. By AS3, the 95% confidence interval partially overlapped that observed at BI, suggesting a progressive return toward baseline thermal symmetry.

4. Discussion

The present case study investigated the use of infrared thermography to monitor thermal changes before and after anterior cruciate ligament (ACL) injury in a professional soccer player, from the pre-injury period through the first three postoperative months. Overall, the findings suggest a temporal pattern characterized by a marked increase in mean thermal asymmetry (MTA) from the pre-injury assessment to the first postoperative month, followed by a progressive reduction during the postoperative follow-up. By the third postoperative month, the partial overlap of the 95% confidence interval with the baseline assessment may indicate a gradual return toward pre-injury thermal symmetry. These observations suggest that infrared thermography may provide complementary information on the temporal evolution of thermal changes during rehabilitation following ACL reconstruction.

Infrared thermography has been widely used to evaluate pre, intra and postoperative thermal behavior in orthopedic procedures, as well as in rehabilitation contexts (Litscher et al., 2014; Omar & McKinley, 2018; Windisch et al., 2016). Despite these established applications, no previous study has monitored thermal responses from before injury (BI) through the immediate post injury stage (AI) and across the first three postoperative months (AS1–AS3) in elite athletes. The present case helps to address this gap by providing a longitudinal thermal profile spanning the pre-injury period, the acute inflammatory phase and the early stages of postoperative recovery. This extended follow up suggests temporal changes in thermal asymmetry that may be associated with injury, surgical trauma, and the subsequent healing process.

Previous reviews, such as that by Marins et al. (Marins et al., 2015), highlighted the potential of thermography in sports but emphasized the scarcity of longitudinal assessments in high performance athletes. More recently, studies such as Escamilla-Galindo et al. (Escamilla-Galindo et al., 2025) demonstrated that thermographic behavior during ACL rehabilitation is closely related to functional progression and may support return to play decisions. The pattern observed in this case, characterized by an increase in MTA after injury, a thermal peak during the first postoperative month, and a gradual return toward baseline, is consistent with these observations and suggests that a pre-injury assessment may provide an individualized thermal baseline for future comparisons.

Our data revealed that the athlete presented minimal asymmetry before the injury (BI: -0.03 ± 0.5 °C), followed by a sharp increase after the ACL rupture (AI: 1.0 ± 0.1 °C) and a pronounced postoperative peak during the first month (AS1: 3.0 ± 0.4 °C). These elevations may reflect the acute inflammatory response associated with the injury and the subsequent inflammatory response following surgical trauma. As rehabilitation progressed, MTA progressively decreased (AS2: 1.8 ± 0.2 °C) until returning to pre-injury levels in the third postoperative month (AS3: 0.9 ± 0.3 °C), coinciding with the athlete's clinical recovery. This pattern is consistent with the concept

proposed by Gomez-Carmona et al. (Gomez-Carmona et al., 2020), suggesting that thermal asymmetry may represent a physiological marker responsive to tissue stress and recovery. Consequently, infrared thermography may have potential not only for injury prevention but also for monitoring rehabilitation following ACL reconstruction in elite athletes.

Skin temperature is known to be influenced by various intrinsic and extrinsic factors, including circadian rhythm, metabolic rate, age, genetics and nutritional state (Fernández-Cuevas et al., 2015). Because these variables may affect absolute temperature values, the use of MTA has been recommended as a more reliable indicator, since it minimizes systemic interference and better reflects localized physiological alterations (Christensen et al., 2012). Adopting this metric aligns with broader methodological recommendations in the thermography literature and enhances the interpretability of the present findings (Marins et al., 2015).

Taken together, the results of this case substantiate the utility of infrared thermography as a clinically accessible method for daily or weekly monitoring of orthopedic injuries, postoperative inflammatory responses and recovery evolution. Nevertheless, this case has inherent limitations, including the analysis of a single athlete and the absence of control for all environmental or physiological variables. As such, caution is needed when generalizing these findings. Future studies involving larger cohorts and standardized monitoring protocols may help establish clinically meaningful MTA thresholds associated with different stages of healing, enhancing the utility of thermography in guiding return to sport decisions for elite athletes.

5. Conclusion

Infrared thermography allowed the longitudinal monitoring of knee thermal asymmetry throughout the recovery of this elite athlete following ACL injury and reconstruction. The findings suggest that thermography may provide complementary information on temporal changes during rehabilitation. However, these observations are limited to a single case and should be interpreted with caution. Further longitudinal studies involving larger cohorts are warranted to investigate the relationship between thermal asymmetry, tissue healing, and clinical recovery following ACL reconstruction.

Acknowledgements

The authors appreciate the assistance of Medical, Physiology, Physiotherapy and Administrative Departments of Botafogo de Futebol e Regatas.

List of Abbreviations

Anterior cruciate ligament (ACL), before injury (BI), after injury (AI), after first month of surgery (AS1), after second month of surgery (AS2) and after third month of surgery (AS3), magnetic resonance imaging (MRI), Mean temperature asymmetry (MTA)

Competing Interests

The author(s) declare that they have no competing interests

Authors' Contributions

DP study design, data collection, statistical analysis, manuscript writing, discussion of results, figure design; IM manuscript writing, discussion of results, critical review; CS manuscript writing, discussion of results, quality assurance and control; GM discussion of results, figure design; MC data collection, critical review; JG and CF clinical procedures and surgery, data collection, discussion of results, figure design; RA discussion of results, critical review; FP discussion of results, critical review, quality assurance and control JM discussion of results, critical review, quality assurance and control.

Availability of Data and Materials

Data will be shared upon reasonable request. Please contact:

Dailson Paulucio. M.Sc

Biometrics Laboratory, School of Physical Education and Sports, Federal University of Rio de Janeiro.
Av. Carlos Chagas Filho, 540 Cidade Universitária; ZIP: 21941-599. Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
dailsonpaulucio@gmail.com

References

- Bjorkdal, J. M., Arnly, F., Hannestad, B., & Strand, T. (1997). Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(3), 341–345. <https://doi.org/10.1177/036354659702500312>
- Brisoschi, M., Macedo, J., & Macedo, R. (2003). Termometria cutânea: Novos conceitos. *Jornal Vascular Brasileiro*, 2, 9.
- Brophy, R. H., Stepan, J. G., Silvers, H. J., & Mandelbaum, B. R. (2015). Defending puts the anterior cruciate ligament at risk during soccer: A gender-based analysis. *Sports Health*, 7(3), 244–249. <https://doi.org/10.1177/1941738114535184>
- Christensen, J., Matzen, L. H., Vaeth, M., Schou, S., & Wenzel, A. (2012). Thermography as a quantitative imaging method for assessing postoperative inflammation. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41(6), 494–499. <https://doi.org/10.1259/dmfr/98447974>
- Corte, A. C., Pedrinelli, A., Marttos, A., Souza, I. F. G., Grava, J., & Jose Hernandez, A. (2019). Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: Pilot study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), Article e000431. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000431>
- Côrte, A., & Hernandez, A. (2016). Application of medical infrared thermography to sports medicine. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 22(4), 315–319. <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204160783>
- Dvorak, J., & Junge, A. (2000). Football injuries and physical symptoms: A review of the literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5_suppl), S3–S9. https://doi.org/10.1177/28.suppl_5.s-3
- Escamilla-Galindo, V. L., Estal-Martinez, A., Adamczyk, J. G., Brito, C. J., Arnaiz-Lastras, J., & Sillero-Quintana, M. (2017). Skin temperature response to unilateral training measured with infrared thermography. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(5), 526–534. <https://doi.org/10.12965/jer.1735046.523>
- Escamilla-Galindo, V. L., Luis Felipe, J., Alonso-Callejo, A., Van-der-Horst, R., de la Torre-Combarros, A., Minafra, P., Fernandez-Munoz, D., & Fernandez-Cuevas, I. (2025). Return-to-play criteria based on infrared thermography during anterior cruciate ligament rehabilitation in football players. *Biology of Sport*, 42(2), 161–167. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2025.144295>
- Fernandes, A., Pimenta, E., Moreira, D., Marins, J., & Garcia, E. (2017). Application of infrared thermography in the assessment of muscle damage in elite soccer athletes. *MOJ Orthopedics & Rheumatology*, 8(5), Article 00328.
- Fernández-Cuevas, I., Bouzas Marins, J. C., Arnáiz Lastras, J., Gómez Carmona, P. M., Piñonosa Cano, S., García-Concepción, M. Á., & Sillero-Quintana, M. (2015). Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review. *Infrared Physics & Technology*, 71, 28–55. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2015.02.007>
- Gomez-Carmona, P., Fernandez-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Arnaiz-Lastras, J., & Navandar, A. (2020). Infrared thermography protocol on reducing the incidence of soccer injuries. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(8), 1222–1227. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0056>
- Gornitzky, A. L., Lott, A., Yellin, J. L., Fabricant, P. D., Lawrence, J. T., & Ganley, T. J. (2016). Sport-specific yearly risk and incidence of anterior cruciate ligament tears in high school athletes: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(10), 2716–2723. <https://doi.org/10.1177/0363546515617742>

Litscher, G., Litscher, D., Ofner, M., Gaischek, I., & Malliga, D. E. (2014). Temperature measurements in rehabilitation in patients with completely ruptured anterior cruciate ligament before and after RegentK and physiotherapy. *Medicines*, 1(1), 12–21. <https://doi.org/10.3390/medicines1010012>

Marins, R., Fernández-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., & Sillero-Quintana, M. (2015). Applications of infrared thermography in sports: A review. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 15, 19.

Moreira, D. G., Costello, J. T., Brito, C. J., Adamczyk, J. G., Ammer, K., Bach, A. J. E., Costa, C. M. A., Eglin, C., Fernandes, A. A., Fernandez-Cuevas, I., Ferreira, J. J. A., Formenti, D., Fournet, D., Havenith, G., Howell, K., Jung, A., Kenny, G. P., Kolosovas-Machuca, E. S., Maley, M. J., ... Sillero-Quintana, M. (2017). Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *Journal of Thermal Biology*, 69, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.07.006>

Omar, N. A., & McKinley, J. C. (2018). Measurement of temperature induced in bone during drilling in minimally invasive foot surgery. *The Foot*, 35, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2018.02.002>

Windisch, C., Brodt, S., Roehner, E., & Matziolis, G. (2016). Regional differences in temperature course after knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(8), 2686–2691. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3809-z>

Declaração Ética

Revisão por Pares: Aberta.

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Financiamento: Nada a declarar.



Todo o conteúdo do **JIM — Jornal de Investigação Médica** é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

Cuidado especializado no *outcome* da pessoa em situação crítica do extra ao intra-hospitalar: Revisão integrativa da literatura

Specialized care in the outcome of people in critical situations from out-of-hospital to in-hospital: Integrative literature review

[10.29073/jim.v5i2.940](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.940)

Recebido: 26 de janeiro de 2025.

Aprovado: 12 de agosto de 2026.

Publicado: 15 de agosto de 2026.

Autor/a 1 (Correspondente): Daniela Correia , Escola Superior de Enfermagem de São José de Cluny, Portugal, danielacorreia19972@gmail.com.

Autor/a 2: Noélia Pimenta , Escola Superior de Enfermagem de São José de Cluny, Portugal, npimenta@esesjcluny.pt.

Resumo

Introdução: A evolução do cuidado extra-hospitalar (EH) e o aumento das ativações dessas equipas destacam a importância de explorar a sua intervenção no *outcome* da Pessoa em Situação Crítica (PSC).

Objetivo: Identificar a intervenção da equipa de emergência (EE) em contexto EH, face ao *outcome* da PSC, aquando da sua admissão na instituição de saúde.

Metodologia: Revisão integrativa da literatura utilizando a estrutura população, intervenção e resultados para formular a questão: “Quais os *outcomes* observáveis na PSC, alvo da intervenção da EE: em contexto EH?”. Realizou-se a pesquisa em março e abril de 2024 nas bases PubMed®, CINAHL®, MEDLINE®, considerando textos integrais, idioma, data de publicação e a idade da população.

Resultados: O sistema de emergência EH permite intervenções precoces e *live-saving*, elevando o nível dos cuidados. Porém, esse contexto recebe menor atenção relativamente ao intrahospitalar. Estudos destacam a importância da EE, mas carecem de indicadores que correlacionem benefícios com fatores como criticidade e tempo. Atrasos impactam mortalidade, e a experiência dos profissionais é vital para cuidados seguros e de qualidade.

Conclusão: A intervenção da EE poderá melhorar o *outcome* da vítima, mas a complexidade dos fatores envolvidos dificulta o consenso sobre a sua relação com a sobrevivência das vítimas.

Palavras-Chave: Assistência Pré-Hospitalar; Cuidados Intensivos; Enfermeiro Especialista; Estado Terminal; Sala de Emergência.

Abstract

Introduction: The evolution of out-of-hospital care (OHC) and the increase in activations of these teams highlight the importance of exploring their intervention in the outcome of People in Critical Situations (PCS).

Objective: To identify the intervention of the emergency team (EE) in the OHC context, given the outcome of PCS, upon admission to health institution.

Methodology: Integrative literature review using the population structure, intervention and results to formulate the question: “What are the observable outcomes in PCS, the target of the EE intervention: in the OHC context?”. The research was carried out in March and April 2024 in the databases PubMed®, CINAHL®, MEDLINE®, considering full texts, language, date of publication and the age of the population.

Results: The EH emergency system allows early and life-saving interventions, raising the level of care. However, this context receives less attention compared to the in-hospital context. Studies highlight the importance of EE, but lack indicators that correlate benefits with factors such as criticality and time. Delays impact mortality, and professionals experience is vital for safe and quality care.

Conclusion: EE intervention may improve the victim's outcome, but the complexity of the factors involved makes it difficult to reach a consensus on their relationship with victims' survival.

Keywords: Emergency Room; Intensive Care; Pre-Hospital Care; Specialist Nurse; Terminal State.

1. Introdução

O serviço de emergência médica extrahospitalar caracteriza-se, atualmente, como um sistema integrado de resposta que, no seu leque de atuação, intervém desde o reconhecimento da situação de emergência até ao acesso do cliente aos cuidados de saúde direcionados à sua condição (Strandås et al, 2024). Uma situação de urgência é caracterizada como qualquer situação inesperada que provoque agravamento na saúde do indivíduo, podendo ou não traduzir um risco potencial de vida e que justifica intervenção imediata, por outro lado, uma situação de emergência, difere da situação de urgência por acarretar sempre um risco iminente de vida, justificando uma intervenção imediata por um profissional (Oliveira et al, 2020).

De forma a dar resposta às situações de emergência identificadas e atendendo à evolução considerável no cuidado extrahospitalar em que, ao longo dos anos, houve um escalonamento e aperfeiçoamento do atendimento ao cliente neste meio, passando do transporte à realização de intervenções *life-saving* no local da ocorrência, a intervenção por parte da equipa multidisciplinar alcançou outro nível de cuidados tendo a atuação do enfermeiro sido igualmente enaltecida (O'Connor et al, 2021; Vuorinen et al, 2024). Tejero et al (2023) corrobora, referindo que o cuidado extrahospitalar deve ser um recurso rápido e com um elevado nível de eficácia em que, o profissional após avaliação inicial do cliente, deve planear e aplicar as intervenções que irão permitir dar uma resposta adequada e eficaz (em tempo útil), à situação do mesmo.

Na realidade vivenciada, o acesso aos cuidados de saúde primários encontra-se condicionado e, além disso, cada indivíduo perceciona de forma diferente o seu processo saúde/doença podendo isto influenciar o sentido de urgência real da situação que vivencia. Devido a estas questões, estes recorrem aos serviços de emergência médica de forma a ser avaliados e orientados, no sentido resolutivo da situação atual que vivenciam, pois acreditam que estes serviços detêm as características necessárias para colmatar as suas necessidades (Strandås et al, 2024).

Em Portugal, o Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM, 2024), através da exposição dos indicadores de desempenho mensal, disponibiliza a toda a população o número de ocorrências mensais, salientando-se que no ano de 2023, foram registadas 1 425 071 ocorrências em que, a tipologia "trauma", se destaca com maior número de ocorrências em quase todos os meses. No que concerne às regiões autónomas, o Serviço Regional de Proteção Civil, no arquipélago da Madeira, no ano de 2023, contabilizou 38085 mil ocorrências, evidenciando que as ocorrências relacionadas com o Serviço de Emergência Médica Regional corresponderam a 1127 mil, envolvendo a ativação da Equipa Médica de Intervenção Rápida (EMIR); no arquipélago dos Açores, o Serviço Regional de Proteção Civil e Bombeiros Dos Açores documentou que, no ano de 2023, a equipa de Suporte Imediato de Vida contou um total de 2573 ativações, sendo que nesta equipa o enfermeiro assume a posição de *team leader*.

Após visualização da estatística disponível, torna-se evidente a necessidade e importância do cuidado extrahospitalar, salientando que deve sempre ser garantida a segurança e qualidade dos cuidados de saúde por meio de implementação de metodologias de gestão de risco e desenvolvimento de estratégias de segurança, transparecendo a importância da qualidade dos cuidados de enfermagem (Mota, Cunha & Santos, 2020) neste contexto.

Afirmando a qualidade e segurança como pilares da prestação de cuidados, estes componentes também estão intrínsecos ao momento de transição do cliente do contexto extra para o intrahospitalar, assim, os profissionais de saúde devem estar despertos para o risco e vulnerabilidade associados a este momento, assentando na premissa que nunca deve ser reduzido o nível de cuidados prestados e com o intuito de promover a redução de eventos adversos e morbi/mortalidade (Direção Geral da Saúde [DGS], 2017).

A transição de cuidados de saúde seguros sustenta-se numa comunicação eficaz entre os profissionais de saúde (DGS, 2017), tendo esta impacto na redução dos equívocos relacionados à prestação de cuidados e evitando lacunas na transmissão de informação, que possam influenciar gravemente a continuidade dos cuidados ou o tratamento adequado ao cliente.

Esta é também uma responsabilidade do EE que influenciará o *outcome* do cliente, contudo, existe pouca evidência que correlacione a sua intervenção e a melhoria do estado de saúde/prevenção de complicações da pessoa a vivenciar processos complexos de doença crítica e ou falência orgânica, sendo o mote que justificou a presente pesquisa.

Sendo assim, a presente revisão integrativa da literatura teve como objetivo: identificar a intervenção da equipa de emergência em contexto extrahospitalar, face ao *outcome* da PSC, aquando da sua admissão na instituição de saúde. Acredita-se que este seja um tema pertinente para estudo, considerando-se fulcral a presença do EE na equipa e na prestação de cuidados quer em contexto extrahospitalar e/ou intrahospitalar.

2. Metodologia

Uma pesquisa preliminar identificou várias publicações de revisão sobre esta temática nos últimos cinco anos, mas condicionada pelo tempo pandémico, sendo apresentados muitos estudos focados no Covid-19 e, ainda outros relacionados com a vertente do trauma. Observou-se que a evidência direcionada à intervenção do EE, no contexto extrahospitalar e intrahospitalar, é escassa pois a maior parte dos estudos aborda a intervenção da equipa e não apenas a intervenção do EE.

Após identificação do tema procedeu-se à formulação da questão de pesquisa, utilizando a estrutura de população, intervenção, comparação e resultados (PICO), resultando a seguinte questão de pesquisa: Quais os *outcomes* observáveis na pessoa em situação crítica, alvo da intervenção da equipa de emergência: em contexto extrahospitalar?

Após definição da questão de investigação e de forma a estruturar a equação de pesquisa, procedeu-se à consulta dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCs) para serem selecionadas e validadas as palavras presentes na equação de pesquisa. Expõe-se a estrutura de PICO e os termos selecionados na tabela 1. A pesquisa foi iniciada a 24 de março e concluída a 17 de abril, sendo realizada uma pesquisa limitada a três bases de dados online: a CINAHL® (*Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature*), PubMed® (*National Center for Biotechnology Information, National Institutes of Health; Bethesda, Maryland USA*), MEDLINE® (*National Library of Medicine's*).

Tabela 1: Estrutura PICO e termos de pesquisa.

Elementos PICO	Termos de Pesquisa (DeCs Terms)				
População	Pessoas em Situação Crítica — <i>Critically Ill</i> / Estado terminal				
Intervenção	Enfermeiro	Especialista	—	<i>Nurse</i>	<i>Specialists</i>
	Sala de Emergência	Assistência Pré-Hospitalar (contexto extrahospitalar)	—	<i>Emergency Room</i>	<i>Prehospital Care</i>
Outcomes (Resultados)	Resultados de Cuidados Críticos	Outcome da Pessoa em Situação Crítica	—	<i>Critical Care Outcome</i>	

Procedeu-se à pesquisa individual de cada um dos termos selecionados e posteriormente, formulou-se a equação de pesquisa seguinte: *Critically Ill* [Title] AND *nurse specialists* AND *emergency room* OR *prehospital care* OR *critical care* AND *critical care outcomes*.

Tabela 2: Resultados de pesquisa.

Pesquisa	Termos de Pesquisa (DeCs)	Resultados PubMed	Resultados CINAHL	Resultados MEDLINE
#1	Critically Ill	1826	1426	2254
#2	Nurse specialists	8	71	48
#3	Emergency Room	102	113	205
#4	Prehospital Care	19	21	25
#5	Critical Care	339	804	780
#6	Critical Care <i>Outcome</i>	1	1	1
#7	Critically Ill (Title) AND Nurse Specialists AND Emergency Room OR Prehospital Care OR Critical Care AND Critical Care <i>Outcomes</i>	131	89	33

Esta revisão da literatura considerou estudos originais e secundários, dando-se preferência a evidência primária. Foram incluídos todos os estudos em inglês, português e espanhol, publicados nos últimos cinco anos. Os critérios de inclusão e exclusão estão identificados na tabela 3.

Tabela 3: Critérios de elegibilidade.

Critério	Inclusão	Exclusão
Período	Últimos 6 anos	Todos os estudos anteriores a 2017
Idioma e extensão do artigo	Inglês, Português, Espanhol/Artigo Completo	Outras línguas/ Resumos
Tipos de artigos	Pesquisa original publicada em periódico de revisão	Artigos de opinião, literatura cinzenta
Foco do estudo	<i>Outcomes</i> identificados na PSC aquando da intervenção da equipa de emergência no extrahospitalar	Todos os estudos não relacionados com o foco do estudo
Configuração	Hospitais; extrahospitalar.	Lares de idosos, escola de enfermagem, estudantes de enfermagem, centros de saúde
Local de estudo	Internacional.	Nada
População	Pessoas em situação crítica que receberam cuidados pelas equipas de emergência no extrahospitalar	Pessoas sem situação crítica; pessoas não sujeitas à intervenção do EE em contexto extrahospitalar.
Faixa etária	Adultos (+ 19 anos)	Todas as outras faixas etárias

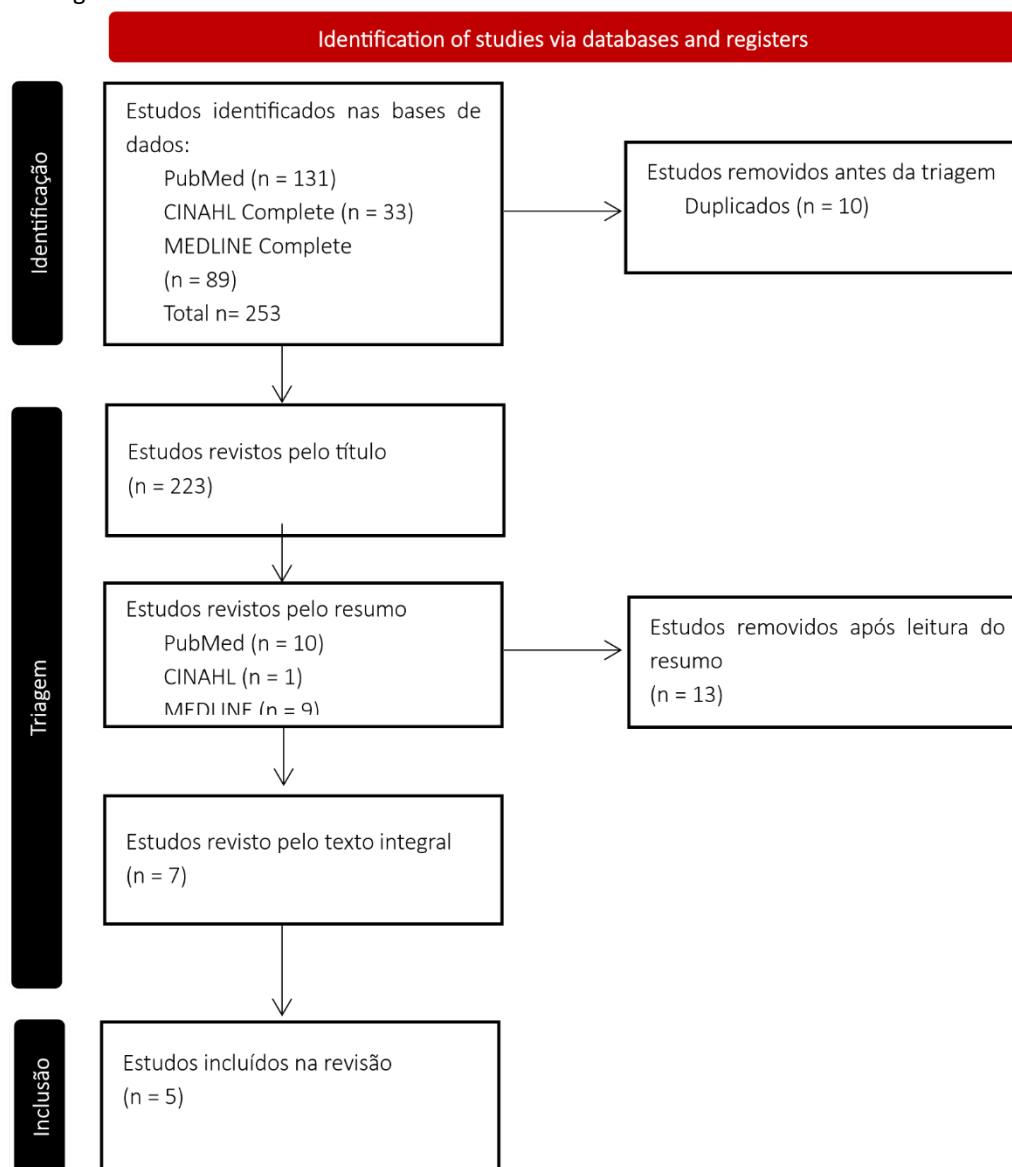
Numa fase seguinte foram identificados os estudos selecionados e executada a análise e revisão destes por título, resumo e texto integral, alcançando-se a amostra final compreendida nesta revisão. Na Figura 1 mostram-se os dados relativos a este processo de seleção através do Fluxograma PRISMA.

Para organização da informação de cada artigo, desenvolveu-se a Figura 2, inserindo as particularidades de cada um destes e de seguida procedeu-se à análise e interpretação dos dados que estão representadas na discussão.

4. Resultados de Pesquisa

Foram encontrados após pesquisa em três bases de dados um total de 253 resumos de estudos. Primeiro, os estudos duplicados foram removidos ($n = 10$), o que resultou em 243 estudos para análise de título e resumo, 223 estudos foram removidos após leitura do título e resumo, resultando em 20 estudos para leitura integral. Após a revisão dos estudos elegíveis estar completa, 5 estudos atenderam aos critérios de elegibilidade. Os resultados da pesquisa serão descritos na íntegra na revisão e apresentados através do Fluxograma PRISMA (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma PRISMA.



Devem ser descritos, precisamente, os estudos incluídos na revisão integrativa da literature. De forma a sistematizar e extrair os dados encontrados de forma clara e organizada, expõe-se a Figura 2 onde foram considerados os seguintes aspetos: título e país; autor e ano de publicação; tipo de Estudo e instrument de colheita de dados; participantes e amostra; objetivo geral; conclusões do artigo.

Como mencionado anteriormente, foram incluídos um total de 5 artigos, dos quais três focam-se na intervenção da equipa de emergência em context extrahospitalar na vítima de trauma e a sua sobrevivência/mortalidade e/ou outcome, no context intrahospitalar; um foca-se na segurança do cliente no context extrahospitalar e outro na vulnerabilidade e fatores associados aos clients assistidos no extrahospitalar. Destes todos de encontram publicados em inglês. As investigações concentram-se em vários países, a saber, Irlanda, Reino Unido, China, Japão e França. Evidencia-se o facto de não se ter encontrado nenhum Estudo empírico português sobre a temática.

Figura 2: Análise dos artigos.

Título;País	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados	Objetivo Geral	Conclusões
Autor (Ano)	Participantes; Amostra		
Measurement and monitoring Patient Safety in prehospital care: a systematic review; Irlanda. O'Connor, P., O'Malley, R., Oglesby, A.M., Lambe, K. & Lydon, S. (2021)	Revisão sistemática, realizada em janeiro de 2020. Bases de dados: Medline; PsycInfo, CINAHL, Web of Science and Academic Search; Artigos em inglês; peer reviewed N = 5301 n = 52 (publicados entre 1991 e 2019)	Identificar e classificar os métodos de mensuração e monitorização da segurança do cliente, aplicados no cuidado extrahospitalar, usando a estrutura e as cinco dimensões do “Measuring and Monitoring Safety (MMS)” e, usar esta classificação para identificar onde existem lacunas relativas à segurança, fazendo recomendações para resolução destas.	O cuidado extrahospitalar sofreu uma evolução favorável ao longo dos anos, passando de um transporte organizado ao cuidado avancado à pessoa em situação crítica. Demonstra- se potencialmente perigoso, possibilitando à pessoa em situação crítica a vivência de eventos adversos. Contudo, existe pouca evidência de como é gerenciada a segurança extrahospitalar e por tal, foi criado o MMS, para avaliação e compreensão total da segurança de uma organização. As cinco dimensões, em específico, incluem: “past harm” (mortalidade e morbilidade); reliability (monitorização de sinais vitais; observação de comportamento de segurança; audição à viabilidade do equipamento); sensitivity to operations (observação e comunicação com as equipas médicas; comunicação com o cliente; <i>briefings</i> e <i>debriefings</i>); anticipation and preparedness (segurança no ambiente em que é realizado o assessment do cliente; reflexão estruturada); integrating and learning (agregar as queixas dos clientes; <i>feedback</i> e implementação de lições de segurança). <i>Past harm</i> foi o domínio mais avaliado dos

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
Impact of a Physician-led pre-hospital critical care team on outcomes after major trauma; Reino Unido Hepple, D.J., Durrand, J.W., Bouamra, O. & Godfrey, P. (2018)	Análise retrospectiva dos dados da “Trauma Audit and Research Network” (TARN), através da identificação de todos os clientes admitidos nos dois maiores centros de trauma (James Cook University Hospital; Royal Victoria Infirmary). Período de quatro anos (2012 – 2016). Critérios de inclusão: ter sido admitido num dos centros de trauma selecionados para estudo e que os dados fossem incluídos no TARN. N = 6860 n = 637 (grupo que recebeu cuidado extrahospitalar)	Realizar uma análise retrospectiva do impacto do cuidado extrahospitalar por equipa medicalizada <i>versus</i> a taxa de sobrevivência prevista através dos <i>outcomes</i> registados pela UK TARN. Hipótese nula: O atendimento extrahospitalar por equipa medicalizada não faria diferença no número de sobreviventes inesperados.	cinco que dizem respeito ao MMS, predominantemente, através da opinião do cliente. Esta, muitas vezes, é apontada como o “ <i>gold standard</i> ” enquanto método de avaliação de segurança do próprio. O cuidado extrahospitalar por meio terrestre e aéreo, realizado por equipa medicalizada, a vítimas de trauma major tem vindo a permitir a realização de intervenções avançadas aquando da sua abordagem, tais como: anestesia; administração de transfusão de sangue, entre outras. A receção de cuidados no período extrahospitalar pela equipa medicalizada tem validade e contribui para a melhoria dos <i>outcomes</i> , no contexto de lesões urgentes. O facto de não existir um indicador que assinala, claramente, o benefício do envolvimento da equipa está relacionado com múltiplos fatores. TARN realiza a gestão de um banco de dados de todos os clientes feridos que chegaram vivos onde, pelo menos, ocorreu uma das seguintes situações: morte; admissão para os cuidados intensivos; transferência para receber cuidados especializados ou internamento superior a 72 horas. Contudo, são excluídos: clientes com fraturas fechadas e simples,

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
			isoladas em membros, incluindo aqueles com mais de 65 anos e fratura do colo do fémur. Considera a mortalidade em termos da observada versus o rácio de sobrevivência esperado, sendo esta probabilidade calculada para cada cliente comparativamente ao <i>outcome</i> observado. A análise teve em conta as seguintes características das vítimas: idade e sexo; data e tempo de leão; mecanismo de lesão (acidente rodoviário; queda em altura); e o sistema mais afetado pelas lesões (cabeça; tórax; membros). O <i>Injury Severity Score</i> (ISS) foi obtido através dos exames de imagem; cirurgia e ocasionalmente de registos post-mortem. Estes elementos foram considerados variáveis contínuas em associação à previsão de sobrevivência. A sobrevivência prevista foi calculada através do ISS, idade, sexo e nível de consciência (através da escala de coma de <i>Glasgow</i>) e outras comorbilidades usando um modelo de regressão logística. Este estudo confirmou que existem diferenças significativas nas características de base dos clientes que receberam cuidados no ambiente extrahospitalar pela equipa

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
			multidisciplinar <i>versus</i> aqueles que não receberam. O grupo que recebeu cuidados eram, tendencialmente, jovens do sexo masculino, sendo o mecanismo de lesão resultante de transmissão de impacto/evento de alta energia e eram mais propensos a ter um ISS mais elevado. Concluindo, a análise confirmou diferenças nas características do cliente e gravidade da lesão para aqueles que foram atendidos pela equipa multidisciplinar, mas não identificou diferença significativa na melhoria/benefício de sobrevivência
Comprehensive analysis of vulnerability status and associated affect factors among prehospital emergency patients: a single-center descriptive cross-sectional study; China Zhang, J., Ding, N., Cao, X., Zanng, Shuting, Z., Ren, Y., Qin, L., Cheng, Y. & Li, H. (2023)	Estudo transversal realizado num hospital de nível III, entre abril e julho de 2023. Critérios de inclusão: idade superior a 18 anos e vontade de participar. Foi utilizado um questionário para colheita de dados, dividido em duas secções (primeira secção reservada aos dados demográficos e relacionados com condições de saúde; e, outro para avaliação da vulnerabilidade – <i>Safety in Prehospital Emergency Care Index</i>). n = 973	Investigar o estado de vulnerabilidade e determinar os fatores de efeito associados aos clientes assistidos em emergência pré-hospitalar.	O serviço de emergência médica extrahospitalar representam um papel fundamental na primeira linha de tratamento à PSC, contudo, apesar da sua importância no <i>outcome</i> do cliente, este sempre recebeu menos atenção do que o contexto intrahospitalar. De acordo com os autores, a vulnerabilidade ao refletir a suscetibilidade face aos danos físicos e emocionais, torna os indivíduos indefesos e expostos a outros possíveis ataques. Pelos diversificados contextos de ocorrências no atendimento extrahospitalar a situação do cliente acresce em vulnerabilidade, comparativamente ao intrahospitalar.

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
			A suscetibilidade está interligada à segurança do cliente, sendo que, neste domínio, a vulnerabilidade do cliente transcende a gravidade da sua condição clínica e enfatiza a sua incapacidade de controlo face à ocorrência de situações de risco. Este fenómeno interliga vários determinantes psicossociais e ambientais, levando em conta fatores como: idade, status socioeconómico e comorbidades. Esses fatores influenciam os resultados imediatos, mas também a sobrevivência e estabilização, ainda, interferem nas consequências a longo prazo, incluindo a qualidade de vida e custos envolvidos em saúde. Foram realizados vários estudos que demonstraram, de forma consistente, que os clientes em situação de vulnerabilidade sofrem atrasos na receção de cuidados devido a vários impedimentos, como falta de apoio social e barreiras ao transporte. Estes “atrasos” no atendimento ao cliente podem influenciar o <i>outcome</i> do cliente e aumentar a mortalidade. Os fatores chave que influenciam a vulnerabilidade prendem-se com: idade; gravidade da doença; tipo de doença; alteração do estado de

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
			consciência; e, presença de doença crónica. O estudo mostrou que clientes com idade de 60 anos ou inferior e do sexo masculino demonstram-se mais vulneráveis, sendo que os clientes com a condições de saúde mais graves, também demonstraram ser mais vulneráveis.
Impact of physicianstaffed ground emergency medical servicesadministered pre-hospital trauma care on in-hospital survival in Japan; Japão Tsuboi, M., Hibiya, M., Kawara, H., Seki, N., Hasegawa, K., Hayashi, T., (2023)	Estudo de coorte retrospectivo. Foi realizada uma colheita de dados no <i>Japan Trauma Data Bank (JTDB)</i> , estabelecido pela <i>Association for Acute Medicine</i> e <i>The Japanese Association for Surgery of Trauma</i> . Foram incluídos, em geral, 280 centros de traumas no JTDB. Critérios de inclusão: ISS ≥ 16 ; idade entre os 15-85 anos; histórico da lesão claro; aqueles que foram transportados do local da ocorrência para o hospital e o meio de transporte claro. Critérios de exclusão: paragem cardiorrespiratória; <i>Abbreviated Injury Scale (AIS)</i> = 6; clientes em que faltam variáveis necessárias para a análise. N = 372 365 n = 49 144	Comparar o impacto da intervenção da equipa médica versus não médica, em ambiente extrahospitalar, analisando a influência desta na sobrevivência intrahospitalar, tendo em conta os dados da instituição e os dados nacionais disponíveis.	O sistema de trauma consiste em vários componentes, em particular o tempo demonstrou ser crucial no prognóstico da vítima de trauma grave/major, assim sendo, através da melhoria do sistema de atendimento extrahospitalar é vital. No Japão, foi relatada uma associação positiva entre a existência de uma equipa médica de atendimento extrahospitalar e a diminuição da mortalidade intrahospitalar das vítimas recetoras de cuidados. A ativação da equipa médica é realizada conforme as lesões anatómicas e fisiológicas existentes, tais como: trauma contuso de alta energia; trauma penetrante; baleamento e/ou julgamento crítico do paramédico no local de ocorrência. Com a presença desta equipa no local é possível a realização de procedimentos avançados, como por exemplo: ultrassonografia; gestão da via aérea (via aérea

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
			avançada); infusão de lactato de ringer e outras drogas; toracocentese e inserção de drenos torácicos; toracotomias para reanimação; colocação de balão endovascular para oclusão da aorta. Além disso, proporciona também uma transmissão precisa e antecipada da informação acerca da vítima ao centro de trauma recetor da mesma. A melhor vantagem da equipa médica no extrahospitalar relaciona-se com a capacidade de providenciar uma estratégia efetiva de atendimento através do tratamento e transporte em simultâneo. A presença desta poderá aumentar o tempo no atendimento extrahospitalar, mas o tratamento que providencia durante o transporte pode contribuir para melhores resultados na vítima. Foi perceptível que profissionais que trabalham em emergência/urgência teriam outro <i>expertise</i> e, prontamente, identificam o grau de severidade da lesão/condição da vítima, definindo prioridade e estabelecendo uma estratégia de tratamento desde o extra ao intrahospitalar, providenciando antecipadamente informação adequada hospital que irá

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
			rececionar a vítima, afetando a taxa de sobrevivência das vítimas com lesões major. Também, as condições da instituição influenciam a taxa de sobrevivência, relacionando-se isto ao tamanho e recursos disponíveis na mesma. O estudo sugere que a combinação destes dois fatores, profissional devidamente treinado e instituição de trauma diferenciada, melhora efetivamente o <i>outcome</i> da vítima.
Association of Prehospital Time to In-Hospital Trauma Mortality in a Physician-Staffed Emergency Medicine System; França	Estudo de coorte (observacional) que utilizou os dados de dois registos regionais multicêntricos de trauma, o <i>TraumaBase</i> e o <i>Trauma System of the Northern French Alps Emergency Network</i> (TRENAU).	Descrever a associação entre o Tempo Total no Extrahospitalar (TTE) e a mortalidade intrahospitalar das vítimas de trauma em dois sistemas de trauma regionais e geograficamente distintos em França.	O tempo demonstra-se fundamental no <i>outcome</i> do cliente após o trauma, relativamente aos primeiros cuidados que recebe, existindo até a doutrina da <i>golden hour</i> do trauma. As equipas que são constituídas por profissionais de saúde podem prestar um cuidado mais avançado à pessoa em situação crítica e realizar intervenções mais invasivas (colocação de via aérea avançada; anestesia; fármacos vasoativos; entre outros).
Gauss, T., Agerin, F.X., Devaud, M.L., Debaty, G., Travers, S., Garrigue, D., Raux, M., Harrois, A. & Bouzat, P. (2019)	N = 15329 (8888 TRENAU e 6441 <i>TraumaBase</i>) n = 10126 (5059 TRENAU e 5067 <i>TraumaBase</i>)	Hipótese: Um TTE mais longo, está associado ao aumento da mortalidade.	O TTE aumenta conforme o número de intervenções realizadas. O aumento de 30 minutos do TTE foi associado a um significativo e constante aumento do risco de morte no ambiente intrahospitalar. O resultado principal do estudo é que o TTE está independentemente

Título;País Autor (Ano)	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados Participantes; Amostra	Objetivo Geral	Conclusões
			associado ao aumento da mortalidade hospitalar por todas as causas. Parece ser senso comum que o aumento da mortalidade aumenta em conjunto com o aumento do TTE. Contudo os dados comparativos existentes acerca do TTE e da taxa de mortalidade ainda são reduzidos. Apesar do tempo ser assumido como uma variável independente, demonstra-se dependente de algumas variáveis, tais como: fisiologia; gravidade da lesão; intervenções realizadas no pré-hospitalar. Concordantemente, era justificável presumir que o TTE só poderia ser o resultado de complexidade multifatorial, incitando assim a sua associação independente com o resultado. No entanto, face à complexidade da situação, o tempo permaneceu uma variável independente corroborando outros estudos realizados, contrapondo, outras investigações que sugeriram que uma equipa liderada por profissionais treinados exerce uma influência positiva no <i>outcome</i> do cliente, mesmo que o TTE seja aumentado. A realização de intervenções no extrahospitalar foi associada à diminuição da mortalidade. O estudo demonstrou uma associação independente da

Título;País	Tipo de estudo; Instrumento de colheita de dados	Objetivo Geral	Conclusões
Autor (Ano)	Participantes; Amostra		

mortalidade intrahospitalar em todas as causas em trauma com o TTE numa equipa de extrahospitalar profissionais treinados, mesmo quando ajustados à complexidade do caso. Assim sendo, está implícito que a gestão do TTE deve tornar-se uma questão de gestão de objetivos.

5. Discussão

O serviço de emergência médica extrahospitalar é um sistema integrado de resposta que intervém desde a identificação da situação de emergência até ao momento do cuidado à vítima e posterior transporte da mesma (Strandås et al, 2024). Ao longo dos anos houve um escalonamento e aperfeiçoamento do atendimento ao cliente neste meio, alcançando-se outro nível de cuidados (O'Connor et al, 2021), contudo, apesar de fundamental na primeira linha de tratamento e do seu impacto no *outcome* do cliente, este continua a receber menos atenção do que o contexto intrahospitalar (Zhang et al, 2023).

A ativação da equipa é executada mediante alguns critérios, consoante as lesões anatómicas e fisiológicas existentes e conforme o julgamento crítico do profissional que realiza a primeira abordagem da vítima no local. No contexto de trauma, Chen et al (2020) menciona que uma equipa médica em contexto extrahospitalar pode providenciar a ressuscitação e transporte atempados da vítima, sendo crucial para o seu *outcome*.

Hepple et al (2018) afirma que a presença de uma equipa medicalizada no extrahospitalar, por meio terrestre e/ou aéreo, tem vindo a permitir a realização de intervenções avançadas à vítima de trauma major contribuindo, assim, para a melhoria do *outcome*, no contexto de lesões urgentes. No Japão, Tsuboi et al (2023) afirma que a presença desta equipa no local da ocorrência permite a realização de procedimentos avançados, como por exemplo: abordagem da via aérea (via aérea avançada); ecografia; infusão de terapêutica vasoativa; inserção de dreno torácico; colocação de balão endovascular para oclusão da aorta e toracotomia para reanimação.

Apesar dos benefícios inerentes ao cuidado extrahospitalar, há a ausência de um indicador claro que demonstre que concretize esse benefício e o seu relacionamento com vários fatores como: a criticidade vítima; o julgamento do profissional; o meio de transporte que executa o transporte da vítima até à instituição de saúde recetora dos cuidados; a complexidade e a variabilidade das situações de trauma que dificultam a padronização dos resultados (Hepple et al., 2018).

No Reino Unido, Hepple et al (2018) desenvolveram um estudo com o intuito de avaliar o impacto do cuidado extrahospitalar por equipa medicalizada *versus* a taxa de sobrevivência prevista e, na sua análise, notou-se que as vítimas que receberam estes cuidados, maioritariamente, foram jovens do sexo masculino, vítimas de trauma de alta energia e com um *Injury Severity Score* mais elevado, esta observação vai de encontro à prática de priorização das vítimas mais críticas para realização de intervenções mais avançadas, de forma precoce.

Além disto, identificaram diferenças significativas nas características das vítimas que receberam cuidados no contexto extrahospitalar por equipas medicalizadas *versus* aquelas que não receberam, mas não salientaram uma diferença significativa na melhoria da sobrevivência.

Zhang et al (2023) estudaram a vulnerabilidade da vítima no contexto extrahospitalar mencionando que esta diz respeito à suscetibilidade dos indivíduos aos danos físicos e emocionais, fazendo com que estes se tornem indefesos e expostos a novas ameaças, sendo a vulnerabilidade acentuada em comparação ao ambiente intrahospitalar. Por tal definiram alguns determinantes psicossociais e ambientais, tais como: idade; sexo; gravidade da condição; status socioeconómico; comorbilidades e estado de consciência. Estes fatores não só afetam o *outcome* imediato como também a estabilização a longo prazo, interferindo na qualidade de vida e nos custos em saúde.

É possível inferir-se que, de forma a melhorar a gestão e a resposta em situações de emergência, reduzindo os atrasos no atendimento e consequentemente a mortalidade, será necessário que os profissionais compreendam os fatores supramencionados.

Fazendo referência à redução dos atrasos no atendimento da vítima, em França, Gauss et al (2019) procuraram descrever a associação entre o Tempo Total no Extrahospitalar (TTE) associado à intervenção da equipa medicalizada e a mortalidade intrahospitalar nas vítimas de trauma, encontrando uma associação significativa entre o aumento do TTE e a mortalidade intrahospitalar da vítima. Relatam que a cada aumento de 30 minutos no TTE, houve um aumento correspondente no risco de morte da vítima.

Esta associação sugere-nos que, embora intervenções avançadas possam ser realizadas no local da ocorrência, a eficiência do tempo continua a ser um fator crítico e que atrasos no atendimento da vítima podem influenciar negativamente o *outcome* da mesma, aumentando a sua mortalidade. Chen et al (2020) refere que um aumento no tempo de cuidado extrahospitalar, em contexto de trauma, não foi associado ao aumento do risco de mortalidade num prazo de 30 dias, mas pode ser associado ao mau *outcome* funcional da vítima.

Contudo, deduz-se que a relação entre o TTE e a mortalidade é multifatorial, envolvendo a gravidade das lesões, a fisiologia da vítima e as intervenções necessárias a realizar. Ainda assim, no Japão, Tsuboi et al (2023) relata uma associação positiva entre a existência de uma equipa medicalizada de atendimento extrahospitalar e a diminuição da mortalidade intrahospitalar das vítimas recetoras de cuidados.

Um outro fator a ter em consideração é a experiência dos profissionais, esta revela ser de grande importância no *outcome* da vítima, os estudos apontam que profissionais com prática em contexto de emergência/urgência demonstram maior capacidade de proceder a uma avaliação rápida, definindo a gravidade das lesões com consequente definição de prioridades e implementação de estratégias de tratamento eficazes no local da ocorrência e posterior transporte da vítima (Tsuboi et al, 2023).

A presença destes profissionais treinados também se diferencia pela qualidade da informação transmitida às instituições recetoras das vítimas, salienta-se a importância desta comunicação eficiente com os centros de trauma/hospitais recetores uma vez que irá contribuir para a preparação adequada dos profissionais e da SE/local recetor da vítima, melhorando e aumentando a possibilidade de sobrevivência da mesma, influenciando positivamente o seu *outcome* (Tsuboi et al, 2023).

A falha de comunicação entre os profissionais no cuidado extrahospitalar está associada a maior vulnerabilidade do cliente (Pereira et al., 2022), assim, em Portugal de forma a assegurar uma comunicação eficaz aquando da transição dos cuidados, não só no contexto extrahospitalar mas também no intrahospitalar, foi desenvolvida uma norma diretiva que visa uniformizar a transmissão de informação, através da utilização da técnica ISBAR (Identificação; Situação atual/Causa; Antecedentes/Anamnese; Avaliação; Recomendações), sendo esta ferramenta recomendada por diversas organizações de saúde pela sua fácil memorização e pela possibilidade de aplicação nos diferentes contextos (DGS, 2017).

Não descurando o referido até ao momento, importa evidenciar que o cuidado extrahospitalar é potencialmente perigoso para a vítima e equipa prestadora de cuidados, possibilitando a vivência de diversos eventos adversos e inerente a todos estes aspetos abordados, o profissional deve preocupar-se em primeiro lugar com a segurança. Souza et al. (2016) corrobora esta afirmação referindo que os profissionais prestadores de cuidados no extrahospitalar estão potencialmente expostos a diversos riscos e, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes, devem ser informados e treinados, ainda, referem que estes riscos ocupacionais podem ser multifatoriais (químicos, físicos, biológicos, psicossociais, mecânicos, entre outros).

A falta de segurança nos cuidados conduz a um aumento da morbilidade (Castro et al., 2018) e devido à escassa evidência referente à segurança do cuidado extrahospitalar, O'Connor et al (2021) procuraram entender de que forma é monitorizada a segurança do cliente no contexto extrahospitalar, desenvolvendo o Modelo de Maturidade da Segurança que permite a avaliação e compreensão abrangente da segurança. A segurança do cliente é um desafio complexo face à diversidade de contextos e à necessidade de resposta rápida e eficaz, assim, torna-se imperativo que o profissional identifique áreas de risco e atue de forma a colmatar os mesmos, garantindo práticas de segurança e qualidade.

Castro et al. (2018) desenvolveu um estudo com intuito de propor passos para a segurança do cliente no cuidado extrahospitalar a partir da análise dos riscos identificados e da perspetiva dos enfermeiros. Neste estudo, relatam que a melhoria contínua da qualidade dos cuidados está interligada com a cultura de segurança do cliente, mostrando-se necessária a formação e capacitação dos profissionais para uma atuação segura, por exemplo, através da implementação de: protocolos padronizados, uniformizando o cuidado; padronizar o acondicionamento do material, melhorando a atuação da equipa; diretrizes para a segurança e qualidade dos cuidados.

6. Conclusão

A intervenção da equipa de emergência em contexto extrahospitalar tem apresentado resultados variados no *outcome* do cliente admitido em SE. Os estudos analisados indicam que a presença de uma equipa profissional multidisciplinar, devidamente treinada e capacitada pode, em muitos casos, melhorar o *P*, em especial nas situações de trauma major através da realização de intervenções avançadas como manutenção da via aérea e realização de procedimentos invasivos que têm permitido a estabilização hemodinâmica desta vítima, contribuindo para a redução da mortalidade intra hospitalar, como observado por Tsuboi et al. (2023) no Japão.

Por outro lado, existem fatores que influenciam negativamente o *outcome* do cliente, sendo aqui evidenciado o tempo total de atuação no contexto extrahospitalar. Salienta-se que Gauss et al. (2019) encontraram uma correlação positiva entre o atraso no atendimento e maior mortalidade no contexto intrahospitalar. Este dado reflete a importância da eficiência temporal nas intervenções executadas no contexto extrahospitalares.

Outro aspeto fundamental é a formação e experiência dos profissionais que integram as equipas de cuidado extrahospitalar, estas irão influenciar a avaliação do cliente relativamente à sua precisão e rapidez, relacionando-se diretamente com a qualidade e segurança do cliente, bem como, com o *outcome* do cliente. Também a comunicação eficiente é essencial para a preparação adequada das equipas, contribuindo para a melhor gestão da abordagem ao cliente em SE e, consequentemente, diminuir a mortalidade intrahospitalar.

Contudo, face à complexidade das situações e os diversos fatores envolvidos no cuidado extrahospitalar, apesar dos benefícios da intervenção neste âmbito, ainda não há um consenso claro acerca da relação entre esta intervenção e a melhoria significativa da sobrevivência das vítimas.

Assim, atendendo à evidência consultada e aos diferentes resultados mencionados nos estudos selecionados, para maximizar o benefício da intervenção da equipa medicalizada no extrahospitalar é imperativo que, de forma contínua, exista melhoria da formação e do treino dos profissionais, das infraestruturas recetoras das vítimas e essencialmente da gestão do tempo aquando da abordagem e tratamento à vítima no contexto extrahospitalar.

Como limitação na presente revisão, destaca-se a escassez de evidência direcionada à atuação do EE em contexto extrahospitalar. Outra das limitações, foi a elevada evidência direcionada ao contexto pandémico e/ou específica a uma patologia em concreto, sendo excluída toda esta informação para análise.

Salienta-se a importância de continuar a investigar esta temática de forma a evidenciar o impacto da intervenção da equipa medicalizada no cuidado à PSC e o seu *outcome*.

Limitações

Como limitação na presente revisão, destaca-se a escassez de evidência direcionada à atuação do EE em contexto extra e intrahospitalar. Outra das limitações, foi a elevada evidência direcionada ao contexto pandémico e/ou específica a uma patologia em concreto, sendo excluída toda esta informação para análise.

Salienta-se a importância de continuar a investigar esta temática de forma a evidenciar o impacto da intervenção da equipa medicalizada no cuidado à PSC e o seu *outcome*.

Referências

- Castro, G. L. T., Tourinho, F. S. V., Martins, M. F. S. V., Medeiros, K. S., Ilha, P., & Santos, V. E. P. (2018). Proposta de passos para a segurança do paciente no atendimento pré-hospitalar móvel. *Texto & Contexto Enfermagem*, 27(3), 1–9. <https://www.scielo.br/j/tce/a/SK6knGY8ZP56n4kxYfsYVqm/?format=pdf&lang=pt>
- Chen, C. H., Shin, S. D., Sun, J. T., Jamaluddin, S. F., Tanaka, H., Song, K. J., Kajino, K., Kimura, A., Huang, E. P. C., Hsieh, M. J., Ma, M. H. M., & Chiang, W. C. (2020). Association between prehospital time and outcome of trauma patients in four Asian countries: A cross-national, multicenter cohort study. *PLOS Medicine*, 17(10), e1003360. <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1003360>
- Direção-Geral da Saúde. (2017). *Norma 001/2017: Comunicação eficaz na transição de cuidados de saúde*. <https://normas.dgs.min-saude.pt/wp-content/uploads/2019/10/comunicacao-eficaz-natransicao-de-cuidados-de-saude.pdf>
- Mota, M., Cunha, M., & Santos, M. R. (2020). O enfermeiro no pré-hospitalar: Cuidar para a cura. *Millenium*, 2(5), 147–152. <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/33671/1/artigo%20afiliado%20MRSantos-07.pdf>
- O'Connor, P., O'Malley, R., Oglesby, A. M., Lambe, K., & Lydon, S. (2021). Measurement and monitoring of patient safety in prehospital care: A systematic review. *International Journal for Quality in Health Care*, 33(1), mzab009. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33459774/>
- Oliveira, P. S., Diefenbach, G. D. F., Colomé, J., Buriol, D., Rosa, P. H., & Ilha, S. (2020). Atuação profissional nas urgências/emergências em unidades básicas de saúde. *Revista Online de Pesquisa Cuidado é Fundamental*, 12, 820–826. https://seer.unirio.br/cuidadofundamental/article/view/7556/pdf_1
- Pereira, C. F. C., Pereira, J. M. J., Silva, L. I. O., Oliveira, A. P. M., Melo, E. A., Araujo, S. K. B., Melo, E. A., França, V. G. C., Silva, C. C., & Oliveira, D. A. (2022). Segurança do paciente: Vulnerabilidades associadas ao manejo da transferência extrahospitalar no âmbito do SUS. *Brazilian Journal of Health Review*, 5(4), 17156–17170. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/51645/38724>
- Peres, P. S. Q., Arboit, E. L., Camponogara, S., Pilau, C. O. B., Menezes, L. P., & Kaefer, C. T. (2018). Atuação do enfermeiro em um serviço de atendimento pré-hospitalar privado. *Revista Online de Pesquisa Cuidado é Fundamental*, 10(2), 413–422. https://seer.unirio.br/cuidadofundamental/article/view/6064/pdf_1
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). Revisão integrativa: O que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106. <https://journal.einstein.br/pt-br/article/revisao-integrativa-o-que-e-e-como-fazer/>
- Souza, N. D., Pinheiro, M. B. G. N., & Moésia, R. V. (2016). Acidentes ocupacionais em profissionais de saúde no atendimento pré-hospitalar. *Journal of Medicine and Health Promotion*, 1(1), 1–10. <https://jmhp.fiponline.edu.br/pdf/cliente=13-df68e972bf501ee04f23fb8c9ae36cd9.pdf>

Strandås, M., Vizcaya-Moreno, M. F., Ingstad, K., Sepp, J., Linnik, L., & Vaismoradi, M. (2024). An integrative systematic review of promoting patient safety within prehospital emergency medical services by paramedics: A role theory perspective. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 17, 1385–1400. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10981423/pdf/jmdh-17-1385.pdf>

Tejero, D. J. M., Picón, N. J., Salgado, J. G., Tejero, E. V., & Rivera, J. F. (2023). Factors influencing occupational stress perceived by emergency nurses during prehospital care: A systematic review. *Psychology Research and Behavior Management*, 17, 501–528. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10874882/pdf/prbm-17-501.pdf>

Vuorinen, P., Setälä, P., & Hoppu, S. (2024). Optimizing remote and rural prehospital resources using air transport of thrombectomy candidates. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 32(30), 1–6. <https://sitrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-024-01203-3>

Declaração Ética

Revisão por Pares: Dupla-cega.

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Financiamento: Nada a declarar.



Todo o conteúdo do **JIM — Jornal de Investigação Médica** é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

Do we need positive mental health literacy? First explorations of broadening the scope of mental health literacy

Precisamos de literacia em saúde mental positiva? Primeiras explorações do alargamento do horizonte da literacia em saúde mental

[10.29073/jim.v5i2.957](https://doi.org/10.29073/jim.v5i2.957)

Recebido: 4 de novembro de 2024.

Aprovado: 9 de dezembro de 2024.

Publicado: 15 de agosto de 2026.

Autor/a 1 (Autor/a Correspondente): Mariana de Carvalho , Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, Portugal, marianaportocarrero@hotmail.com.

Autor/a 2: Maria Vale-Dias , Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, Portugal, valedias@fpce.uc.pt.

Autor/a 3: Corey Keyes, Emory University, Department of Sociology, Holanda, ckeyes@emory.edu.

Autor/a 4: Ernst Bohlmeijer , Twente University, Faculty of Behavioral, Management and Social Sciences, Holanda, e.t.bohlmeijer@utwente.nl.

Abstract

Background — Mental well-being is widely accepted as a fundamental part of mental health, and conceptualized as distinct from mental illness. However, mental health literacy (MHL) has overwhelmingly focused on mental illness, and less on mental well-being.

Methods — In this position paper, we argue that MHL, as an evolving concept, would benefit from including literacy on mental well-being.

Results — Though it is suggested that MHL is an important factor for mental illness prevention and mental health promotion, there is still room for improvement in MHL research and practice. It is argued that the actual definitions of MHL, so as its measures and interventions leave out mental well-being, ignoring an important dimension of mental health.

Conclusions — A new concept, positive mental health literacy is proposed in order to achieve a complete mental health literacy approach. Integrating mental illness and positive mental health literacy may reflect different yet complementary aspects of mental health, facilitate help-seeking and mental health de-stigmatization. Expanding MHL by including both mental illness and positive mental health literacy may result in improved mental health indicators, such as less psychological symptoms and more mental well-being.

Keywords: Mental Health Literacy; Positive Mental Health; Positive Psychology; Prevention; Well-Being.

Resumo

Introdução — O bem-estar mental é amplamente aceite como uma parte fundamental da saúde mental e conceptualizado como distinto da doença mental. No entanto, a literacia em saúde mental (MHL) centrou-se esmagadoramente nas doenças mentais e menos no bem-estar mental.

Métodos — Neste documento de posição, defendemos que a MHL, enquanto conceito em evolução, beneficiaria da inclusão da literacia sobre o bem-estar mental.

Resultados — Embora se sugira que a LSM é um factor importante para a prevenção das doenças mentais e para a promoção da saúde mental, ainda há espaço para melhorias na investigação e na prática da LSM. Defende-se que as próprias definições de LSM, bem como as suas medidas e intervenções, deixam de fora o bem-estar mental, ignorando uma dimensão importante da saúde mental.

Conclusões — Um novo conceito, literacia positiva em saúde mental, é proposto para alcançar uma abordagem completa de literacia em saúde mental. A integração da doença mental e da literacia positiva em saúde mental pode reflectir aspectos diferentes, mas complementares, da saúde mental, facilitar a procura de ajuda e a desestigmatização da saúde mental. A expansão da MHL, incluindo tanto as doenças mentais como a literacia positiva em saúde mental, pode resultar em melhores indicadores de saúde mental, tais como menos sintomas psicológicos e mais bem-estar mental.

Palavras-Chave: Bem-Estar; Literacia em Saúde Mental; Prevenção; Psicologia Positiva; Saúde Mental Positiva.

1. Introduction: Current State of Art of Mental Health Literacy

Mental health literacy (MHL) has been conceptualized as construct (Jorm et al., 1997; Kutcher et al., 2016) and recently has been framed as multi-construct theory (cf. Spiker & Hammer, 2019). It represents, broadly, the set of knowledge that aids mental disorder prevention, recognition or management, through cognitive and behavioral skills (Jorm, 2000). As construct, it was first operationalized as encompassing: a) the acknowledgement of specific mental illnesses and different types of psychological distress; b) knowledge about the etiology and risk factors of mental disorders; c) knowledge about professional and self-help types of treatments; d) adequate help seeking and recognition attitudes; and e) knowledge about how to search valid mental health information (Jorm et al., 1997; Jorm, 2000).

Recently, the concept of MHL has been expanded, and has integrated the achievement / maintenance of “good mental health” and the development of “self-care competencies” (Kutcher, Wei, & Coniglio, 2016). Hence, these new components reflect the assertion that MHL should cover both positive mental health, as well as illness recognition and management (Bjørnsen et al., 2017; Kutcher, Wei, Costa, Gusmão, Skokauskas, & Sourander, 2016). Nevertheless, the definition of “good mental health” or “positive mental health” remains to be unequivocally operationalized.

One current obstacle to the study of this approach to MHL is the absence of a measure capable of grasping these two dimensions of MHL, i.e., mental illness and mental well-being literacy. Bjørnsen et al., (2017) developed a Positive Mental Health Literacy Scale for adolescents, that captures basic psychological needs such as relatedness, competence and autonomy, but most MHL measures focus on mental illness and neglect the measurement of “good mental health” (Wei et al., 2015). A lack of consensus about what “good mental health is” constrains the development of measures that accurately capture it in the context of a multi-construct theory of MHL (Spiker & Hammer, 2019). Additionally, this posits considerable limitations in the study of both good mental health and MHL, given that it does not allow us to conduct a thorough exploration of the difference between absence of mental illness and presence of mental well-being.

Nonetheless, several studies using different methodologies corroborate the hypothesis that lack of MHL is associated with stigma and stigma is related to decreased help-seeking intention in both subjects (Eisenberg et al., 2009; Lally et al., 2013; Gulliver et al., 2010; Velasco et al., 2020) and parents (Jeong et al., 2018). Poor knowledge about mental health is also connected to delayed help-seeking behavior, suspicion of treatments, difficulty in helping others, worst mental health outcomes (Kutcher et al., 2016; Rüsch et al., 2014; Wei et al., 2015). Also, low MHL is associated with depression (Lam, 2014) and other forms of psychopathology (Brijnath et al., 2016). On the other hand, studies suggest that individuals who have better MHL are more likely to adhere to psychotherapy and medication (Bonabi et al., 2016). Few studies have explored the relationship between MHL and good mental health (Bjørnsen et al., 2017; Kurki et al., 2021; Maia de Carvalho et al., 2022; Nobre et al., 2021).

The mounting evidence correlating MHL and mental illness have prompted the development of MHL programs that target key elements of the MHL construct (Jorm, 2000). A considerable amount of heterogeneity is reported in terms of the composition of MHL programs, with some covering all components of MHL (Kitchener & Jorm, 2008), others focusing on a specific component of mental health — e.g., some focusing on stigma (Gronholm et

al., 2017), others on help-seeking (Lubman et al., 2016; Lubman et al., 2020). MHL programs appear to be particularly promising when applied in school or university settings (Lubman et al., 2016; Lubman et al., 2020; Mcluckie et al., 2014; Patalay et al., 2017; Perry et al., 2014; Skre et al., 2013) which have prompted the development of curriculum based mental health literacy interventions in schools. Evidence suggests that help-seeking interventions benefit MHL, destigmatize mental illness and improve help-seeking behavior (Xu et al., 2018). One example of an MHL program is the Mental Health First Aid (MHFA; Kitchner & Jorm, 2008). This program teaches first aid skills on how to support people with mental health issues or who are in a mental health crisis. The program has been adapted to different settings (e.g., general public, working setting, high-school teachers), and results from a recent meta-analysis suggests it is effective in improving MHL, help-giving behavior, and in reducing social distance from those with mental illness (Morgan et al., 2018). Nevertheless, some studies have found no significant impact, and most mental health literacy interventions, except MHFA, show no significant impact on help-seeking and stigma (Lo et al., 2018).

MHL programs via web-based platforms have also been conducted (see Brijnath et al., 2016), and results suggest that these are effective in reducing self-stigma, particularly when they include “active ingredients” (e.g., delivered evidenced-based content) (Cairns & Rosseto, 2019). Stigma is a particularly relevant target of MHL programs, given that it can severely affect developmental trajectories, limiting access to health care, education, employment, causing poverty, risk of maltreatment and exclusion (Eisenberg et al., 2013; Gronholm et al., 2017). Some studies have found that programs addressing mental illness stigma are effective in reducing stigma (Byrne, 2000; Gronholm et al., 2017).

Within the umbrella of MHL interventions, some target knowledge about mental illness, distress, risk-factors and causes; some focus on improving help seeking attitudes and behavior, others aim to reduce mental illness stigma (self-stigma and stigma towards others). But a common feature regarding measures and interventions is that the vast majority is illness-oriented and do not focus on mental well-being.

2. Literature Review

The Relevance of Mental Well-Being as Part of Mental Health

According to the World Health Organization (WHO, 2005), mental health is a state of well-being in which every individual fulfills their potential, is able to cope with the normal stresses of life, can work productively and fruitfully, and is able to make a contribution to their community. This idea emphasizes the notion that mental health is more than the absence of mental illness, and that it is a state of social, physical and mental well-being (WHO, 1948).

Between 2002 and 2005, Corey Keyes developed a Complete Model of Mental Health — the Two-Continuum Model. To test it mental illness measures and a new measure of mental well-being, the — Mental Health Continuum — Long-Form, were used. The Mental Health Continuum integrates items from emotional well-being, psychological well-being and social well-being. The findings supported a two-factor model of complete mental health, in which mental well-being and psychopathology factors are correlated, but distinct (Keyes, 2002, 2005). Also, evidence shows that well-being and ill-being have different biological biomarkers (Ryff et al., 2006), activate different brain areas (Urry et al., 2004) and are differently influenced by genes (Røysland et al., 2018). Personality dimensions correlate differently with well-being and psychopathology (Spinhoven et al., 2015) suggesting different pathways of mental health. Indeed, several studies analyzed in a recent scoping review consistently suggest that the absence of mental illness does not equate mental health/well-being, nor the presence of mental illness necessarily implies lack of mental well-being (Iasiello et al., 2020) and it is important to observe that this varies across the life-span (Westerhof & Keyes, 2010). In addition, the use of the Mental Health Continuum (Keyes, 2005) allows the distinction between: Flourishing — when having high levels of well-being in at least one item/measure of hedonic well-being and in six or more items/measures of positive functioning; Languishing — when having low levels of one item/measure of hedonic well-being and in six or more items/measures of positive functioning; Moderate mental health — when between participants are between flourishing and languishing.

Mental well-being is necessary for complete mental health and good functioning in adolescents, young-adults and adults (Keyes, 2002, 2005, 2006, 2007), and it fosters healthy developmental trajectories (Westerhof & Keyes, 2010). This seems to suggest that one may have psychopathological symptoms and still be able to attain mental well-being (e.g., Franken et al., 2018; De Vos et al., 2018), which across time and contexts may act as a protective factor for personal development and functioning (Provencher & Keyes, 2011; Schotanus-Dijkstra et al., 2017). Also, for those who don't have a mental illness, flourishing mental health brings resilience to life vulnerabilities and challenges (Schotanus-Dijkstra et al., 2017).

There is specific evidence suggesting that promoting and protecting mental well-being are protective against mood and anxiety disorders, and against first onset of depressive episode and relapse (e.g., Keyes et al., 2010; Lamers et al., 2012; Lamers et al., 2015; Schotanus-Dijkstra et al., 2017; Wood & Joseph, 2010). Indeed, well-being not only decreases the risk of mental illness symptoms, but also increases physical health (Diener & Chan, 2011; Friedman et al., 2005; Schotanus-Dijkstra et al., 2017; Seligman, 2008; Siahpush et al., 2008; Tsenkova et al., 2008), is associated with work productivity and with less use of health care services (Keyes & Grzywack, 2005).

Finally, the evidence that people with both mental illness and flourishing mental health function better than people who are languishing (Keyes & Grzywack, 2005; Westerhof & Keyes, 2010) tentatively suggests that it is not only possible but crucial to promote well-being in those who are recovering or at risk of developing mental health difficulties (De Voos et al., 2017; Fava, 2016; Provencher & Keyes, 2011; Schotanus-Dijkstra et al., 2017), for example by helping foster self-care. This seems to indicate the centrality of expanding MHL focus from a strictly mental illness treatment and prevention, to mental well-being protection and promotion.

Positive Mental Health Literacy

Jorm's (2000) premise that lack of MHL could delay help-seeking, raise distrust of treatments, and potentially worsen mental outcomes was supported by evidence (Bonabi et al., 2016; Kutcher et al., 2016; Rüşch et al., 2014). Nevertheless, most studies on MHL have an exclusive focus on mental illness literacy and indicators (Wei et al., 2015), rather than exploring complete mental health (Mansfield et al., 2020).

Just as Jorm (2015) asserted that health literacy vastly ignored mental disorders as a key aspect of health, some have recently argued that the current definition and measurement of MHL ignore mental well-being (e.g., Bjørnsen et al., 2017). The overfocus on mental illness, and disregard for mental well-being as a core element of MHL, is not a minor detail when conceptualizing MHL, given that growing evidence suggests that mental well-being is an important aspect of mental health.

To have a first glimpse on how a complete MHL program would look like, we used the two-continuum model as guidance (Keyes, 2002, 2005). To develop a complete theory-driven MHL package, we argue that it is crucial to measure positive mental health literacy — or what some would call “positive mental health literacy” (Bjørnsen et al., 2017) —, in addition to the commonly measured mental illness literacy, in order to successfully measure complete mental health literacy.

As a result from our proposition to merge the mental health continuum model (Keyes, 2002, 2005) with the MHL concept (Jorm's, 2000; Kutcher et al., 2016), we argue that having complete MHL refers to both mental illness literacy and positive mental health literacy. In this context positive mental health literacy is considered:

- The ability to distinguish between mental well-being and mental illness;
- The ability to recognize the importance of well-being for good mental health;
- The understanding of the factors that protect/promote well-being and how to cultivate those (e.g., self-care).

To distinguish mental well-being from mental illness, the presence of emotional well-being (e.g., feeling positive affect and life satisfaction), positive functioning (e.g., developing attitudes of acceptance towards the self, the perspective of feeling personal growth, finding purpose in life, cultivating environmental mastery, autonomy and

positive relations with others) and social well-being (e.g., a position of accepting society, observing growth in society, feeling the ability for contribution, social coherence and social integration) must be acknowledged (Keyes, 2002, 2005).

The lack of acknowledgment of mental well-being as a crucial part of mental health might prevent individuals from seeking helpful programs that foster mental well-being. Individuals who do not present mental illness symptoms might not recognize lack of mental well-being as a valid and reasonable motive to seek mental health programs or professionals. Thus, it is crucial for MHL programs to start incorporating mental well-being — and overall “good mental health” — as a core element of their content, promoting a more expanded notion of mental health as the absence of illness and the presence of health. Those without MHL about mental well-being may be less aware of their risk of languishing, having mental illness and functioning poorly. Recognizing mental well-being as a fundamental part of mental health opens the possibility of monitoring mental well-being indicators and asking for help when languishing or having poor levels of mental well-being.

The same rationale applies to healthcare practitioners and psychology professionals. They play an important role tracking and diagnosing those who need psychological support therefore they need to have a clear comprehension of what is mental well-being and why it is necessary. For example, if healthcare professionals don't have MHL they will have more difficulty identifying those who need psychological/medical help and providing the specialized help to those that need it (Jorm, 2000). The same might occur in regards to mental well-being, where by following the current illness-focused mental health paradigm (cf. Bohlmeijer & Westerhof, 2021), professionals might overlook relevant indicators of lack of mental well-being. In fact, if healthcare practitioners and psychologists hold an illness-oriented view of mental health, they will not be efficient at targeting those who are languishing and/or who would benefit from a mental well-being intervention. In fact, one potential impact of MHL not focusing exclusively on mental illness, but expanding its definition to include positive mental health literacy, is its ability to serve as a reference point for more accurate assessment of needs and, consequently, developing more targeted interventions in a clinical setting and/or with clinical populations. For example, similarly to a stepcare logic, those who do not present a mental illness diagnosis but do present low levels of well-being (e.g., high on languishing) might benefit from a complete MHL program, i.e., including positive mental health literacy. After the program, those who score below average in well-being might then be able to proceed with further approaches, such as positive psychology interventions (cf. Bolier et al., 2013; Schotanus-Dijkstra et al., 2015). The need for a complete MHL program comes from the fact that in order to make available and conduct targeted effective interventions, healthcare professionals working in clinical setting should be able to identify the lack of mental well-being and not just the presence of mental illness. This implicates specific complete MHL training where healthcare professionals learn to 1) recognize the importance of mental well-being; 2) identify low levels of mental well-being; 3) discuss with clients the nefarious impact of low well-being; and 4) conduct interventions specifically designed to promote well-being.

Protecting and promoting mental well-being appears to be a fundamental element for complete recovery during and after mental disorder treatment (Bohlmeijer & Westerhof, 2021; De Voos et al., 2017; Fava, 2016; Provencher & Keyes, 2011). Therefore, some treatment protocols target not only mental illness symptoms but also mental well-being. Again, the importance of mental well-being is relevant for both clinicians and patients during their treatment process. If clinicians know the importance of mental well-being for recovery and relapse prevention mental well-being can be monitored during and after treatment using the Mental Health Continuum — Short Form (Keyes, 2005) and patients can benefit from positive psychology interventions or well-being therapy if their well-being is still below average (De Voos et al., 2017; Fava, 2016). But for this, clinicians also need positive mental health literacy, as they need to create the skills to observe, measure and talk about the absence of mental well-being and to be trained to apply or recommend well-being interventions or know the evidence based resources to cultivate mental well-being in a broad mental health treatment (e.g., Layous & Lyubomirsky, 2014).

Additionally, not less important is the fact that positive mental health literacy and a complete MHL approach may help normalize and destigmatize mental health interventions, shifting the focus from an exclusively clinical

perspective of recovery, to a personal perspective of empowerment and/or recovery that involves mental well-being promotion (cf. Bohlmeijer & Westerhof, 2021).

Not only in clinical settings but also in general populations, complete MHL has a vast array of potential benefits. Awareness of mental well-being can be raised in schools and university settings through MHL programs that target teachers, students and mental health counsellors and professionals. As MHL programs have been increasing in schools and universities with promising results, positive mental health literacy and mental illness literacy interventions reinforce the importance of assessing mental health, as well as of asking for help not exclusively when one experiences mental illness and suffering, but also when one is not experiencing mental well-being (Mansfield et al., 2020). Just as MHL programs that focus on mental illness teach different mental illnesses and symptoms, a complete MHL program would add to it the acknowledgment and teaching of well-being related experiences, such as flourishing, languishing and moderate mental health.

Mental health services in universities and schools are designed to help those with mental or performance-related issues, though these interventions are designed to diagnose, prevent and treat mental illness symptoms or give support to performance problems. Expanding the help options in context of mental well-being promotion could involve monitoring mental well-being, providing MHL interventions that target mental well-being, delivering mental well-being interventions for those with low levels of mental well-being, self-help interventions targeting mental well-being or eHealth interventions that train positive mental health literacy.

Also, the need for an MHL that includes positive mental health literacy is based on the growing literature pointing out for the health-related benefits of well-being. For example, mental wellness seems to boost resilience, significantly prevent the relapse of mental illness, and to decrease the risk of developing the onset of mental illness (e.g., Keyes et al., 2010; Lamers et al., 2015; Schotanus-Dijkstra et al., 2017; Wood & Joseph, 2010). Hence, overall, it can be asserted that most people may benefit from knowing that investing in personal well-being may in fact protect them from getting ill. But then again, it is self-evident that in order to foster well-being, one has to first be acquainted with the construct, and then learn how to cultivate it. We argue that the investment in developing and delivering complete MHL packages is the necessary condition to open this avenue of mental health research and practice.

In other words, recognizing and measuring the different dimensions of mental health (mental illness and mental well-being) and MHL (mental illness literacy and positive mental health literacy) allows the development of more specific and complete interventions for clinical and non-clinical populations not only at a prevention but also at promotion and treatment levels.

6. Conclusion

We argue that well-being literacy adds an important contribution to MHL research. Having literacy about mental well-being and mental illness, professionals will be better equipped to track and treat individuals at risk. Also, well-being literacy brings research closer to a complete approach of mental health, allowing researchers to better understand whether mental illness literacy and well-being literacy impact differently and/or concomitantly on mental health outcomes, stigma, help-seeking and help-giving. Interventions designed to improve MHL will be more complete as they will target both mental illness and well-being.

Expanding the scope of MHL by including well-being literacy calls first and foremost for the development of psychometrically robust instruments that accurately measure positive mental health literacy or complete mental health literacy, as well as the development and efficacy test of a complete MHL intervention.

References

- Bjørnsen, H. N., Eilertsen, M. E. B., Ringdal, R., Espnes, G. A., & Moksnes, U. K. (2017). Positive mental health literacy: Development and validation of a measure among Norwegian adolescents. *BMC Public Health*, 17, 717. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4733-6>
- Bohlmeijer, E. T., & Westerhof, G. J. (2021). A new model for sustainable mental health: Integrating well-being into psychological treatment. In J. N. Kirby & P. Gilbert (Eds.), *Making an impact on mental health: The applications of psychological research* (pp. 153–188). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780429244551-7>
- Bolier, L., Haverman, M., Westerhof, G., Riper, H., Smit, F., & Bohlmeijer, E. (2013). Positive psychology interventions: A meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC Public Health*, 13, 119. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-119>
- Bonabi, H., Müller, M., Ajdacic-Gross, V., Eisele, J., Rodgers, S., Seifritz, E., Rössler, W., & Rüsch, N. (2016). Mental health literacy, attitudes to help-seeking, and perceived need as predictors of mental health service use: A longitudinal study. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 204(4), 321–324. <https://doi.org/10.1097/nmd.0000000000000488>
- Brijnath, B., Protheroe, J., Mahtani, K. R., & Antoniadis, J. (2016). Do web-based mental health literacy interventions improve the mental health literacy of adult consumers? Results from a systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 18(6), e165. <https://doi.org/10.2196/jmir.5463>
- Byrne, P. (2000). Stigma of mental illness and ways of diminishing it. *Advances in Psychiatric Treatment*, 6, 65–72. <https://doi.org/10.1192/apt.6.2.65>
- Cairns, K., & Rosseto, A. (2019). School-based mental health literacy interventions. In O. Okan, U. Bauer, D. Levin-Zamir, P. Pinheiro, & K. Sørensen (Eds.), *International book of health literacy: Research, practice and policy across the life-span* (pp. 291–305). Policy Press.
- De Vos, J. A., LaMarre, A., Radstaak, M., Bijkerk, C. A., Bohlmeijer, E. T., & Westerhof, G. J. (2017). Identifying fundamental criteria for eating disorder recovery: A systematic review and qualitative meta-analysis. *Journal of Eating Disorders*, 5, 34. <https://doi.org/10.1186/s40337-017-0164-0>
- De Vos, J. A., Radstaak, M., Bohlmeijer, E. T., & Westerhof, G. J. (2018). Having an eating disorder and still being able to flourish? Examination of pathological symptoms and well-being as two-continua model of mental health in a clinical sample. *Frontiers in Psychology*, 9, 2145. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02145>
- Diener, E., & Chan, M. Y. (2011). Happy people live longer: Subjective well-being contributes to health and longevity. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 3(1), 1–43. <https://doi.org/10.1111/j.1758-0854.2010.01045.x>
- Eisenberg, D., Downs, M. F., Golberstein, E., & Zivin, K. (2009). Stigma and help-seeking for mental health among college students. *Medical Care Research and Review*, 66(5), 522–541. <https://doi.org/10.1177/1077558709335173>
- Fava, G. A. (2016). Well-being therapy: Current indications and emerging perspectives [Editorial]. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 85(3), 136–145. <https://doi.org/10.1159/000444114>
- Franken, K., Lamers, S., Ten Klooster, P. M., Bohlmeijer, E. T., & Westerhof, G. J. (2018). Validation of the Mental Health Continuum-Short Form and the dual continua model of well-being and psychopathology in an adult mental health setting. *Journal of Clinical Psychology*, 74(12), 2187–2202. <https://doi.org/10.1002/jclp.22659>

- Friedman, E. M., Hayney, M. S., Love, G. D., Urry, H. L., Rosenkranz, M. A., Davidson, R. J., Singer, B. H., & Ryff, C. D. (2005). Social relationships, sleep quality, and interleukin-6 in aging women. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(51), 18757–18762. <https://doi.org/10.1073/pnas.0509281102>
- Gronholm, P. C., Henderson, C., Deb, T., & Thornicroft, G. (2017). Interventions to reduce discrimination and stigma: The state of the art. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 52, 249–258. <https://doi.org/10.1007/s00127-017-1341-9>
- Gulliver, A., Griffiths, K. M., & Christensen, H. (2010). Perceived barriers and facilitators to mental health help-seeking in young people: A systematic review. *BMC Psychiatry*, 10, 113. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-10-113>
- Iasiello, M., van Agteren, J., & Muir-Cochrane, E. (2020). Mental health and/or mental illness: A scoping review of the evidence and implications of the dual-continua model of mental health. *Evidence Base*, 1. <https://doi.org/10.21307/eb-2020-001>
- Jeong, Y. M., Lee, Y. M., Bernstein, K., & Park, C. (2018). Stigma and attitude toward service use among Korean American parents of adolescent children: Does depression literacy act as a mediator and/or moderator? *Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services*, 56(11), 46–55. <https://doi.org/10.3928/02793695-20180815-01>
- Jorm, A. F. (2000). Mental health literacy, public knowledge and beliefs about mental disorders. *British Journal of Psychiatry*, 177, 396–401. <https://doi.org/10.1192/bjp.177.5.396>
- Jorm, A. F., Korten, A. E., Jacomb, P. A., Christensen, H., Rodgers, B., & Pollit, P. (1997). “Mental health literacy”: A survey of the public's ability to recognise mental disorders and their beliefs about the effectiveness of treatment. *Medical Journal of Australia*, 166, 182–186. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.1997.tb140071.x>
- Keyes, C. L. M. (2002). The mental health continuum: From languishing to flourishing in life. *Journal of Health and Social Behavior*, 43(2), 207–222. <https://doi.org/10.2307/3090197>
- Keyes, C. L. M. (2005). Mental illness and/or mental health? Investigating axioms of the complete state model of health. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 73(3), 539–548. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.73.3.539>
- Keyes, C. L. M. (2006). Mental health in adolescence: Is America's youth flourishing? *American Journal of Orthopsychiatry*, 76(3), 395–402. <http://dx.doi.org/10.1037/0002-9432.76.3.395>
- Keyes, C. L. M. (2007). Promoting and protecting mental health as flourishing: A complementary strategy for improving national mental health. *American Psychologist*, 62(2), 95–108. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.62.2.95>
- Keyes, C. L. M. (2010). The next steps in the promotion and protection of positive mental health. *Canadian Journal of Nursing Research*, 42(3), 17–28.
- Keyes, C. L. M., Dhingra, S. S., & Simões, E. J. (2010). Change in level of positive mental health as a predictor of future risk of mental illness. *American Journal of Public Health*, 100(12), 2366–2371. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.192245>
- Keyes, C., & Grzywack, J. G. (2005). Health as a complete state: The added value in work performance and health care costs. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 47(5), 523–532. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000161737.21198.3a>
- Kitchener, B. A., & Jorm, A. F. (2008). Mental health first aid: An international program for early intervention. *Early Intervention in Psychiatry*, 2(1), 55–61. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7893.2007.00056.x>

- Kurki, M., Gilbert, S., Mishina, K., Lempinen, L., Luntamo, T., Hinkka-Yli-Salomäkki, S., Sinokki, A., Upadhyay, S., Wei, Y., & Sourander, A. (2021). Correction to: Digital mental health literacy program for the first-year medical students' wellbeing: A one-group quasi-experimental study. *BMC Medical Education*, 21, 602. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-03031-w>
- Kutcher, S., Wei, Y., & Coniglio, C. (2016). Mental health literacy: Past, present, and future. *Canadian Journal of Psychiatry*, 61(3), 154–158. <https://doi.org/10.1177/0706743715616609>
- Kutcher, S., Wei, Y., Costa, S., Gusmão, R., Skokauskas, N., & Sourander, A. (2016). Enhancing mental health literacy in young people. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 25, 567–569. <https://doi.org/10.1007/s00787-016-0867-9>
- Lally, J., Ó Conghaile, A., Quigley, S., Bainbridge, E., & McDonald, C. (2013). Stigma of mental illness and help-seeking intention in university students. *The Psychiatrist*, 37(8), 253–260. <https://doi.org/10.1192/pb.bp.112.041483>
- Lam, L. T. (2014). Mental health literacy and mental health status in adolescents: A population-based survey. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 8, 26. <https://doi.org/10.1186/1753-2000-8-26>
- Lamers, S. M., Bolier, L., Westerhof, G. J., Smit, F., & Bohlmeijer, E. T. (2012). The impact of emotional well-being on long-term recovery and survival in physical illness: A meta-analysis. *Journal of Behavioral Medicine*, 35(5), 538–547. <https://doi.org/10.1007/s10865-011-9379-8>
- Lamers, S. M., Westerhof, J. G., Glas, C. A. W., & Bohlmeijer, E. T. (2015). The bidirectional relation between positive mental health and psychopathology in a longitudinal representative panel study. *The Journal of Positive Psychology*, 10(6), 553–560. <https://doi.org/10.1080/17439760.2015.1015156>
- Layous, K., & Lyubomirsky, S. (2014). The how, why, what, when, and who of happiness: Mechanisms underlying the success of positive activity interventions. In J. Gruber & J. T. Moskowitz (Eds.), *Positive emotion: Integrating the light sides and dark sides* (pp. 473–495). Oxford University Press.
- Lo, K., Gupta, T., & Keating, J. (2018). Interventions to promote mental health literacy.
- Lubman, D. I., Berridge, B. J., Blee, F., Jorm, A. F., Wilson, C. J., Allen, N. B., McKay-Brown, L., Proimos, J., Cheetham, A., & Wolfe, R. (2016). A school-based health promotion programme to increase help-seeking for substance use and mental health problems: Study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 17, 393. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1510-2>
- Lubman, D. I., Cheetham, A., Sandral, E., Wolfe, R., Martin, C., Blee, F., Berridge, B. J., Jorm, A. F., Wilson, C., Allen, N. B., McKay-Brown, L., & Proimos, J. (2020). Twelve-month outcomes of MAKINGtheLINK: A cluster randomized controlled trial of a school-based program to facilitate help-seeking for substance use and mental health problems. *EclinicalMedicine*, 18, 100225. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2019.11.018>
- Maia de Carvalho, M., Vale-Dias, M. L., Keyes, C., & Carvalho, S. A. (2022). The Positive Mental Health Literacy Questionnaire – PosMHLit. *Mediterranean Journal of Clinical Psychology*, 10(2). <https://doi.org/10.13129/2282-1619/mjcp-3407>
- Mansfield, R., Patalay, P., & Humphrey, N. (2020). A systematic literature review of existing conceptualization and measurement of mental health literacy in adolescent research: Current challenges and inconsistencies. *BMC Public Health*, 20(1), 607. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08734-1>
- McLuckie, A., Kutcher, S., Wei, Y., & Weaver, C. (2014). Sustained improvements in students' mental health literacy with use of a mental health curriculum in Canadian schools. *BMC Psychiatry*, 14, 379. <https://doi.org/10.1186/s12888-014-0379-4>

- Morgan, A. J., Ross, A., & Reavley, N. J. (2018). Systematic review and meta-analysis of Mental Health First Aid training: Effects on knowledge, stigma, and helping behaviour. *PLoS ONE*, 13(5), e0197102. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197102>
- Nobre, J., Oliveira, A. P., Monteiro, F., Sequeira, C., & Ferré-Grau, C. (2021). Promotion of positive mental health literacy in adolescents: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 9500. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189500>
- Patalay, P., Annis, J., Sharpe, H., Newman, R., Main, D., Ragunathan, T., Parkes, M., & Clarke, K. (2017). A pre-post evaluation of OpenMinds: A sustainable, peer-led mental health literacy programme in universities and secondary schools. *Prevention Science: The Official Journal of the Society for Prevention Research*, 18(8), 995–1005. <https://doi.org/10.1007/s11121-017-0840-y>
- Perry, Y., Petrie, K., Buckley, H., Cavanagh, L., Clarke, D., Winslade, M., Hadzi-Pavlovic, D., Manicavasagar, V., & Christensen, H. (2014). Effects of a classroom-based educational resource on adolescent mental health literacy: A cluster randomised controlled trial. *Journal of Adolescence*, 37(7), 1143–1151. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2014.08.001>
- Provencher, H. L., & Keyes, C. L. M. (2011). Complete mental health recovery: Bridging mental illness with positive mental health. *Journal of Public Mental Health*, 10(1), 57–69. <https://doi.org/10.1108/17465721111134556>
- Røysamb, E., Nes, R. B., Czajkowski, N. O., & Vassend, O. (2018). Genetics, personality and wellbeing: A twin study of traits, facets and life satisfaction. *Scientific Reports*, 8(1), 12298. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29881-x>
- Rüsch, N., Müller, M., Ajdacic-Gross, V., Rodgers, S., Corrigan, P. W., & Rössler, W. (2014). Shame, perceived knowledge, and satisfaction associated with mental health as predictors of attitude patterns towards help-seeking. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 23(2), 177–187. <https://doi.org/10.1017/S204579601300036X>
- Ryff, C. D., Love, G. D., Urry, H. L., Muller, D., Rosenkranz, M. A., Friedman, E. M., Davidson, R. J., & Singer, B. (2006). Psychological well-being and ill-being: Do they have distinct or mirrored biological correlates? *Psychotherapy and Psychosomatics*, 75(2), 85–95. <https://doi.org/10.1159/000090892>
- Schotanus-Dijkstra, M., Drossaert, C. H., Pieterse, M. E., Walburg, J. A., & Bohlmeijer, E. T. (2015). Efficacy of a multicomponent positive psychology self-help intervention: Study protocol of a randomized controlled trial. *JMIR Research Protocols*, 4(3), 105. <https://doi.org/10.2196/resprot.4162>
- Schotanus-Dijkstra, M., ten Have, M., Lamers, S. M. A., de Graaf, R., & Bohlmeijer, E. T. (2017). The longitudinal relationship between flourishing mental health and incident mood, anxiety and substance use disorders. *European Journal of Public Health*, 27(3), 563–568. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckw202>
- Seligman, M. E. P. (2008). Positive health. *Applied Psychology: An International Review*, 57, 3–18.
- Siahpush, M., Spittal, M., & Singh, G. J. (2008). Happiness and life satisfaction prospectively predict self-rated health, physical health, and the presence of limiting, long-term health conditions. *American Journal of Health Promotion*, 23(1), 18–26. <https://doi.org/10.4278/ajhp.061023137>
- Skre, I., Friborg, O., Breiviko, C., Johnsen, L. I., Arnesen, Y., & Wang, C. E. A. (2013). A school intervention for mental health literacy in adolescents: Effects of a non-randomized cluster controlled trial. *BMC Public Health*, 13, 873. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-873>
- Spiker, D. A., & Hammer, J. H. (2019). Mental health literacy as theory: Current challenges and future directions. *Journal of Mental Health*, 28(3), 238–242. <https://doi.org/10.1080/09638237.2018.1437613>

Spinhoven, P., Elzinga, B. M., Giltay, E., & Penninx, B. W. (2015). Anxious or depressed and still happy? *PLoS ONE*, 10(10), e0139912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139912>

Tsenkova, V. K., Love, G. D., Singer, B. H., & Ryff, C. D. (2008). Coping and positive affect predict longitudinal change in glycosylated hemoglobin. *Health Psychology*, 27(S2), S163–S171. [https://doi.org/10.1037/0278-6133.27.2\(Suppl.\).s163](https://doi.org/10.1037/0278-6133.27.2(Suppl.).s163)

Urry, H. L., Nitschke, J. B., Dolski, I., Jackson, D. C., Dalton, K. M., Mueller, C. J., Rosenkranz, M. A., Ryff, C. D., Singer, B. H., & Davidson, R. J. (2004). Making a life worth living: Neural correlates of well-being. *Psychological Science*, 15(6), 367–372. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00686.x>

Velasco, A. A., Santa Cruz, I. S., Billings, J., Jimenez, M., & Rowe, S. (2020). What are the barriers, facilitators and interventions targeting help-seeking behaviors for common mental health problems in adolescents? A systematic review. *BMC Psychiatry*, 20(1), 293. <https://doi.org/10.1186/s12888-020-02659-0>

Wei, Y., McGrath, P. J., Hayden, J., & Kutcher, S. (2015). Mental health literacy measures evaluating knowledge, attitudes, and help-seeking: A scoping review. *BMC Psychiatry*, 15, 291. <https://doi.org/10.1186/s12888-015-0681-9>

Westerhof, G. L., & Keyes, C. L. M. (2010). Mental illness and mental health: The two continua model across the lifespan. *Journal of Adult Development*, 17, 110–119. <https://doi.org/10.1007/s10804-009-9082-y>

Wood, A. M., & Joseph, S. (2010). The absence of positive psychological (eudaimonic) well-being as a risk factor for depression: A ten-year cohort study. *Journal of Affective Disorders*, 122(3), 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2009.06.032>

World Health Organization. (1946). Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19–22 June. Signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 states (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948.

World Health Organization. (2005). *Promoting mental health: Concepts, emerging evidence, practice*. WHO.

Xu, Z., Huang, F., Kösters, M., Staiger, T., Becker, T., Thornicroft, G., & Rüsch, N. (2018). Effectiveness of interventions to promote help-seeking for mental health problems: Systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 48(16), 2658–2667. <https://doi.org/10.1017/S0033291718001265>

Declaração Ética

Conflito de Interesse: Nada a declarar. **Financiamento:** Nada a declarar. **Revisão por Pares:** Dupla-cega.



Todo o conteúdo do *JIM — Jornal de Investigação Médica* é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

Jornal de Investigação Médica