

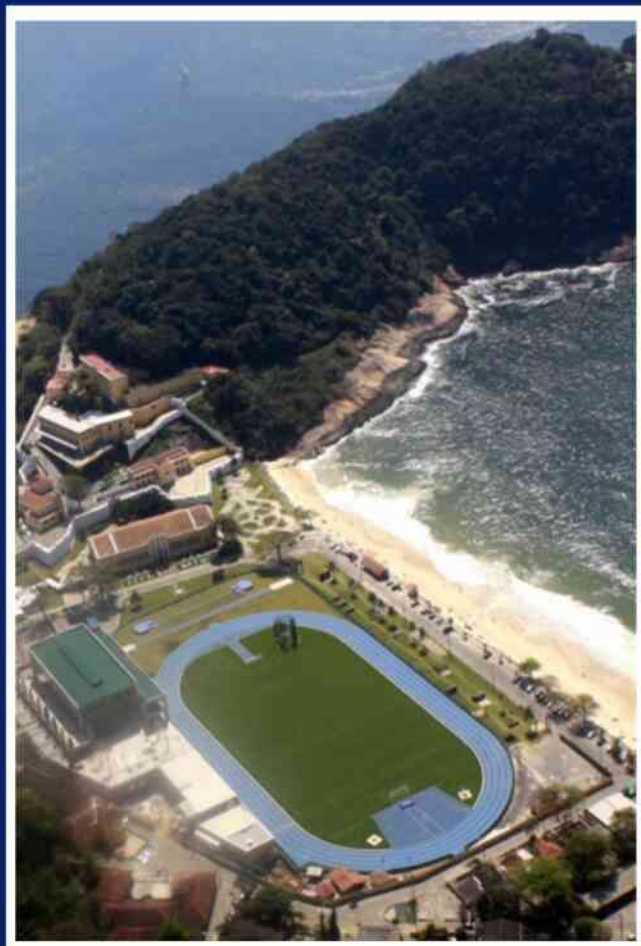
REVISTA DE

EDUCAÇÃO FÍSICA

Journal of Physical Education

Desde 1932

v. 92 n. 2 (jun 2023)



Destaques

Contribuição de cada prova no desempenho de atletas de ambos os sexos no Campeonato Mundial de Pentatlo Militar de 2019

The Impact of each Modality on the Final Performance of the 2019 Military Pentathlon World Championship

Post-Traumatic Stress Disorder, Exercise, Cortical Patterns, Psychophysiological Interactions, and Non-Drug Treatment: An Integrative Review

Transtorno de estresse pós-traumático, exercício, padrões corticais, interações psicofisiológicas e tratamento não-medicamentoso: uma revisão integrativa



EXÉRCITO BRASILEIRO



CORPO EDITORIAL

Editor-Chefe Honorário

General de Brigada Ricardo Santos Taranto, Chefe do Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx)

Editor-Chefe

Profa. Dra. Lilian C. X. Martins, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) e Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx)

Editor-Chefe-Adjunto

Profa. Dra. Danielli Braga de Mello, Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx)

Coordenador Geral

Tenente Coronel Hélio Gonçalves Chagas de Macedo, Diretor do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx)

Conselho Editorial

Profa. Dra. Adriane Mara de Souza Muniz

Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) – RJ, Brasil

Prof. Dr. Aldair José de Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) – RJ, Brasil

Cel R/1 Alfredo Bottino (MS.)

Niterói, RJ

Profa. Dra. Cíntia Mussi Alvim Stocchero

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), RS, Brasil

Profa. Dra. Eliziane Cossetin Vasconcelos

Universidade Federal de Sergipe (UFS) – SE, Brasil

Cel R/1 Luciano Vieira (MS.)

Windermere / FL, Estados Unidos da América

Profa. Dra. Maria Cláudia Pereira

Colégio Militar de Brasília (CMB) – DF, Brasil

Cel R/1 Mauro Guaraldo Secco (MS.)

Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx) – RJ, Brasil

Cel Renato Souza Pinto Soeiro (MS.), Escola de Comando e Estado Maior do Exército (ECEME), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Corpo Consultivo

Prof. Dr. Maurício Gattás Bara Filho, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora / MG, Brasil.

Prof. Dr. Marcelo Callegari Zanetti, Universidade São Judas Tadeu e Universidade paulista – São José do Rio Pardo, SP, Brasil.

Profa. MS. Cíntia Ehlers Botton, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

Profa. Dra. Izabela Mocaiber Freire, Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói, RJ, Brasil.

Prof. Dr. Aldair José de Oliveira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Educação, Departamento de Educação Física e Desportos (DEFD) – Seropédica, RJ, Brasil.

Prof. Dr. Guilherme Rosa, Grupo de Pesquisas em Exercício Físico e Promoção da Saúde – Universidade Castelo Branco (UCB), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Ten Cel (Prof Dr) Samir Ezequiel da Rosa, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal.

Prof. MS. Guilherme Bagni, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP) – Rio Claro, SP, Brasil

Prof. Dra. Ana Elizabeth Gondim Gomes, Universidade de Fortaleza (UNIFOR) – Fortaleza, CE, Brasil.

Profa. Dra. Patrícia dos Santos Vigário, Centro Universitário Augusto Motta, Brasil.

Cel Michel Moraes Gonçalves (PhD), Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Profa. Dra. Lucilene Ferreira, Universidade Sagrado Coração (USC), Brasil.

Sra. MS. Michela de Souza Cotian, Centro de Psicologia Aplicada do Exército (CPAEx) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Ten Cel Marco Antonio Muniz Lippert (PhD), Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Prof. Dr. Antonio Alias, Universidad de Almeria (UAL), Espanha.

Prof. Dr. Marcos de Sá Rego Fortes, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Profa. Dra. Miriam Raquel Meira Mainenti, Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Prof. Dr. Runer Augusto Marson, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Profa. Dra. Ângela Nogueira Neves, Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Sgt. Leandro de Lima e Silva (MS.), Exército Brasileiro e Instituto de Educação Física e Desportos (IEFD) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), RJ, Brasil.

Cel R/1 Luciano Vieira (MS.) – Windermere, FL, Estados Unidos da América.

Cel Renato Souza Pinto Soeiro (MS.), Escola de Comando e Estado Maior do Exército (ECEME), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

APOIO ADMINISTRATIVO

2º Sargento Gabriele Gomes Augusto

EXPEDIENTE

A *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* é uma publicação para divulgação científica do Exército Brasileiro, por meio do Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) e da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx).

Sua publicação é trimestral e de livre acesso sob licença [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite a utilização dos textos desde que devidamente referenciados.

Os artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores.

Revista de Educação Física / Journal of Physical Education

Centro de Capacitação Física do Exército

Av. João Luís Alves, S/Nº - Fortaleza de São João – Urca

CEP 22291-090 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

FICHA CATALOGRÁFICA

Revista de Educação Física / Journal of Physical Education. Ano 1 nº 1 (1932)

Rio de Janeiro: CCFEx 2021

v.:II.

Trimestral.

Órgão oficial do: Exército Brasileiro

ISSN 2447-8946 (eletrônico)

ISSN 0102-8464 (impresso)

1. Educação Física – Periódicos.
2. Desportos.
3. Psicologia.
4. Cinesiologia/Biomecânica.
4. Epidemiologia da Atividade Física.
5. Saúde.
6. Metodologia em Treinamento Físico.
7. Medicina do Esporte e do Exercício.
8. Neurociência.
9. Nutrição.

INDEXAÇÕES

- DOAJ
- LATINDEX
- Portal LivRe!
- Portal Periódicos CAPES
- DIADORIM
- IRESIE
- CiteFactor.org
- Google Acadêmico

EDITORIAL

Caro leitor,

Nesta edição, apresentamos quatro artigos originais e um de revisão. Na área Aspectos Metodológicos do Treinamento Físico e Esportivo, o artigo *“Contribuição de cada prova no desempenho de atletas de ambos os sexos no Campeonato Mundial de Pentatlo Militar de 2019”* que examinou o desempenho de atletas de alto rendimento na modalidade. Na área de Atividade Física e Saúde, o artigo *“Prevalência de sarcopenia em idosos fisicamente ativos e inativos: comparação de dois métodos de rastreamento”* que utilizou o padrão-ouro da avaliação nas comparações e o artigo *“Obesidade, frequência alimentar e nível de atividade física de crianças e adolescentes durante a pandemia de COVID-19: um estudo transversal”* que avaliou escolares na cidade de Cláudio-MG. Em Psicologia do Esporte, o artigo de revisão intitulado *“Transtorno de estresse pós-traumático e interações psicofisiológicas de padrões cerebrais, exercício e tratamento não medicamentoso: uma revisão integrativa”* abordou a atividade física e a saúde do cérebro e a saúde mental dentro de uma perspectiva da medicina integrativa. E, finalmente, o artigo na área de Aspectos Históricos da Educação Física trouxe o exame histórico da educação física no contexto político intitulado *“Revolução de 1930 no Brasil e interfaces com a Revista de Educação Física do Exército Brasileiro (1932-1934): uma pesquisa histórica”*.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Lilian Martins – Profa. Dra.
Editora Chefe

SUMÁRIO

v 92 n 2 (2023)

Aspectos Históricos da Educação Física

Luana Cristina Silva, Yan Léo De Melo Vieira, Camila Fernanda Costa e Cunha Brandao

Original

268

Revolução de 1930 no Brasil e interfaces com a Revista de Educação Física do Exército Brasileiro (1932-1934): uma pesquisa histórica

Revolution of 1930 in Brazil and Interfaces with the Journal of Physical Education of the Brazilian Army (1932-1934): A Historical Research

Roberta de Souza Gomes, Renato Cavalcanti Novaes, Silvio de Cassio Costa Telles

Prevalência de sarcopenia em idosos fisicamente ativos e inativos: comparação de dois métodos de rastreamento

299

Prevalence of sarcopenia in physically active and inactive elderly: comparison of two screening methods

Roberta de Souza Gomes, Renato Cavalcanti Novaes, Silvio de Cassio Costa Telles

Aspectos Metodológicos do Treinamento Físico e Esportivo

Psicologia do Esporte e do Exercício

Original

281

Contribuição de cada prova no desempenho de atletas de ambos os sexos no Campeonato Mundial de Pentatlo Militar de 2019

The Impact of each Modality on the Final Performance of the 2019 Military Pentathlon World Championship

Marcos Loyola, Bianca Miarka, Lucas Vieira Coelho dos Santos, Gelson Luiz Pierre Junior, Míriam Raquel Meira Mainenti

Post-traumatic stress disorder and psychophysiological interactions of brain patterns, exercise, and non-drug treatment: an integrative review

310

Transtorno de estresse pós-traumático e interações psicofisiológicas de padrões cerebrais, exercício e tratamento não medicamentoso: uma revisão integrativa

333

Lilian Martins

Atividade Física e Saúde

Original

290

Obesidade, frequência alimentar e nível de atividade física de crianças e adolescentes durante a pandemia de COVID-19: um estudo transversal

Obesity, Food Frequency, and Physical Activity Level of Children And Adolescents during the COVID-19 Pandemic: A Cross-Sectional Study



Pesquisa Histórica

Historical Research



Revolução de 1930 no Brasil e interfaces com a *Revista de Educação Física* do Exército Brasileiro (1932-1934): uma pesquisa histórica

Revolution of 1930 in Brazil and Interfaces with the Journal of Physical Education of the Brazilian Army (1932-1934): A Historical Research

Roberta de Souza Gomes¹ MSc; Renato Cavalcanti Novaes² PhD; Silvio de Cassio Costa Telles¹ PhD

Recebido em: 20 de novembro de 2023. Aceito em: 05 de março de 2024.

Publicado online em: 17 de março de 2024.

DOI: 10.37310/ref.v92i2.2943

Resumo

Introdução: A partir da metade da década de 30, a principal concepção pedagógica da Educação Física foi a higienista. Seu objetivo central era o ensino de hábitos de higiene e saúde, primando pelo desenvolvimento físico e da moral, por meio dos exercícios físicos

Objetivo: A pesquisa possui como objetivo compreender como as mudanças sociopolíticas decorrentes da Revolução de 1930, liderada por Getúlio Vargas, dialogaram com os conteúdos publicados na *Revista de Educação Física* do Exército, no período de 1932-1934.

Métodos: Pesquisa histórica cuja opção metodológica foi a micro-história, pois, permite entender as particularidades de um determinado momento histórico.

Resultados e Discussão: Houve diálogo entre a Revolução de 1930, a formação de um novo homem alcançada por meio da prática de exercícios físicos e o desenvolvimento da Educação Física no Brasil. Observou-se a importância dos exercícios físicos no desenvolvimento do país e a relevância das mulheres e crianças no contexto do crescimento da nação

Conclusão: Reconhece-se a importância de compreender a Educação Física a partir do contexto histórico, social e político, em que ela se encontra inserida.

Palavras-chave: educação física, educação física escolar, aspectos históricos da educação física, periódicos, higienismo.

Abstract

Introduction: From the mid-30's, the main pedagogical conception of Physical Education was the hygienist. The main objective then was the teaching of hygiene and health habits, striving for physical and moral development through physical exercise.

Objective: To understand how the sociopolitical changes resulting from the 1930 Revolution, led by Getúlio Vargas, dialogued with the

Pontos-Chave Destaque

- Houve contextualização da Revolução de 1930 com o desenvolvimento da Educação Física.
- Observou-se a importância dos exercícios físicos no desenvolvimento do país.
- Observou-se a relevância das mulheres e crianças no contexto do crescimento da nação.

Key Points

- There was contextualization of the Revolution of 1930 with the development of Physical Education.
- The importance of physical exercises in the development of the country was observed.
- The relevance of women and children in the context of the nation's growth was observed.

[§]Autor correspondente: Roberta de Souza Gomes – e-mail: robertaufjr92@gmail.com

Afiliações: ¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ²Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

contents published in the *Physical Education Journal* of the Army, in the period 1932-1934.

Methods: Historical research using microhistory as methodological option, as it allows us to understand the particularities of a given historical moment.

Results and Discussion: The Revolution of 1930 dialogued with the formation of a new man achieved through the practice of physical exercises, and the development of Physical Education in Brazil. The importance of physical exercise in the development of the country and the relevance of women and children in the context of the nation's growth were observed.

Conclusion: The importance of understanding Physical Education from the historical, social and political context.

Keywords: physical education, school physical education, historical aspects of physical education, periodicals, sanitarianism.

Revolução de 1930 no Brasil e interfaces com a *Revista de Educação Física* do Exército Brasileiro (1932-1934): uma pesquisa histórica

Introdução

O termo “Revolução de 30” levantou diversos debates no campo da História, conduzindo os estudiosos a refletirem sobre aspectos deste momento, como o seu caráter revolucionário e se foi um movimento que modificou as estruturas sociais da época(1). O processo revolucionário deve ser dialético, com a participação das camadas populares nas tomadas de decisão. O mesmo ainda destaca que o conceito de revolução está atrelado às mudanças que acontecem em um período histórico curto, provocando modificações no campo político, social e econômico(2).

Entre as principais medidas que impactaram o campo econômico, político e social, pode-se destacar a construção e a consolidação de um Estado nacionalista, centrado na figura do Chefe do Poder Executivo. Entretanto, apesar de tal postura, Getúlio Vargas se utilizou de investimentos estrangeiros (principalmente dos Estados Unidos e da Alemanha), para alavancar o desenvolvimento industrial do Brasil, não adotando uma política anti-imperialista(3).

Outras medidas importantes também foram realizadas por Vargas, entre elas, destacam-se a criação do Ministério da Educação e Saúde Pública (1930), sob o comando do jurista Francisco Campos; reforma do ensino secundário e superior (1931); criação do Manifesto dos Pioneiros pela Educação Nova (1932); e Constituição Federal de 1934(4). O Manifesto dos Pioneiros pela Educação Nova lutava por novos ideais na Educação como gratuidade, laicidade e obrigatoriedade do

ensino, sendo influenciado, principalmente, pelo movimento da Escola Nova(4).

Cabe destacar que no âmbito educacional, Getúlio Vargas inicia um movimento de aproximação com a Igreja Católica, apesar da Constituição de 1934 declarar o Estado brasileiro como laico. A aliança entre as duas instituições beneficia ambas as partes, na qual Vargas obtinha apoio das instituições religiosas católicas, com estas recebendo garantias sobre o ensino privado e religioso no país(3). Se durante uma revolução ocorrem mudanças no campo político, social, econômico e educacional, cabe indagar de que forma essas transformações impactam o campo da Educação Física.

A partir da metade da década de 30, a principal concepção pedagógica da Educação Física foi a higienista. Seu objetivo central era o ensino de hábitos de higiene e saúde, primando pelo desenvolvimento físico e da moral, por meio dos exercícios físicos(4).

Diferentes trabalhos assumem olhares distintos acerca da “Revolução de 1930”. Existem textos que se preocupam com a presença da eugenia em periódicos da Educação Física(5) e outros que investigam as mudanças dos significados da Educação Física entre os anos de 1930 e 1940(6). Também é possível encontrar pesquisas que analisam a influência das ações de cunho higiênico nas aulas de Educação Física escolar na década de 1930(7).

Ainda que exista o desenvolvimento de estudos que analisem o campo da Educação Física durante os anos de 1930, torna-se importante relacionar de que forma as

mudanças políticas, econômicas e sociais a partir da “Revolução de 1930” e a instalação e consolidação do Governo Provisório interferiram na Educação Física. Sendo importante também que esta seja compreendida através dos mais variados movimentos de mudanças que ocorrem no Brasil(8). Desta forma, o estudo parte da seguinte questão norteadora: qual é o papel da Educação Física para a consolidação da “Revolução de 1930”?

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo analisar como as mudanças decorrentes da “Revolução de 1930”, liderada por Getúlio Vargas, dialogaram com os conteúdos publicados na *Revista de Educação Física* do Exército (REF), no período de 1932 até 1934.

Métodos

A presente pesquisa adota como referencial metodológico a micro-história, que busca analisar as particularidades do objeto estudado, lançando um olhar detalhado sobre determinado recorte temporal(9). Essa base teórica ainda possibilita olhar para as fontes sem necessariamente utilizar a narrativa dos “grandes feitos e heróis”, permitindo questionar as mesmas(8).

Com intuito de aprofundar as discussões, foram selecionados todos os exemplares da *Revista de Educação Física* do Exército, no período de 1932 até 1934, que totalizam 21 edições. O recorte temporal se justifica pelo fato que em 1932 foi publicado o primeiro número da Revista(10,11) e, em 1934, ocorreu o fim do Governo Provisório do presidente Getúlio Vargas(3). A busca ocorreu no *website* nos arquivos *online* da *Revista de Educação Física/Journal of Physical Education*, publicada pelo Exército Brasileiro, onde o acesso é aberto e disponibiliza todos os exemplares publicados desde 1932 até os dias atuais.

Neste estudo, privilegiou-se analisar o conteúdo presente em duas matérias(6-11) publicadas no referido recorte temporal. A seleção dessas fontes ocorreu pelo fato de apresentarem aspectos políticos do período estudado, facilitando a contextualização histórica do momento analisado e o diálogo com o campo da Educação Física. Logo, a

presente pesquisa analisou matérias publicadas na *Revista de Educação Física* nos anos de 1932 e 1934, buscando, assim, compreender como as transformações sociopolíticas ocorridas durante e após a “Revolução de 1930” dialogaram com o conteúdo do periódico estudado.

Resultados e Discussão

Contribuições da Educação Física para uma “Revolução” brasileira

A Educação brasileira, pós “Revolução de 30”, apresentava como seu principal objetivo a formação de um “homem novo”, capaz de auxiliar nas mudanças econômicas, políticas e sociais que o país atravessaria, tendo em vista que a política realizada durante o período da República Velha atrasou o processo de modernização e desenvolvimento do país(1). Desta forma, em 1932, é publicado o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, no qual, entre as principais reivindicações, se destacavam: a laicidade do ensino público, a obrigatoriedade, a gratuidade e a coeducação(4). Nesse contexto, a Educação Física também poderia contribuir para o “processo revolucionário” pelo qual o país passava, como é possível observar-se na matéria em matéria “A verdadeira frente revolucionária”, publicada em 1933 na *Revista de Educação Física* do Exército(12) (Figura 1).

A matéria, escrita por Ignácio Azevedo do Amaral, professor catedrático da Escola Naval e da Escola Politécnica da Universidade do Rio de Janeiro, ressalta a importância do Centro Militar de Educação Física, localizado na Fortaleza de São João, para as futuras mudanças que ocorreriam no Brasil:

“O termo essencial desta grande tarefa é objetivo da cruzada cívica e eugénica, que o Centro Militar de Educação Física, patrioticamente, vem realizando – uma obra postular que se patenteia a exata compreensão da verdadeira “frente revolucionária”.

E assim, naquele recanto da Fortaleza de São João, onde outróra se iniciou a fundação da capital do Brasil, como que justificando a doutrina da predestinação histórica dos lugares, forjam-se os moldes para o aperfeiçoamento da nossa gente, ao

nível de capacidade para a realização dos destinos grandiosos, que o tablado imponente da nossa terra indica para o futuro da nossa nacionalidade“(12).

A construção de um discurso sobre a educação do corpo no Brasil acontecia desde o século XIX, pois acreditava-se que o brasileiro possuía uma “raça débil”, não atendendo as exigências para atuarem no processo de modernização do país(13). Concluiu-se, então, que a educação do corpo, por meio de exercícios físicos propostos pela Educação Física, ajudaria na formação de uma sociedade que estaria apta a mudar a situação do país através de uma revolução, tendo em vista que era necessário derrubar antigas estruturas arcaicas do país, como o sistema educacional vigente durante a República Velha (1889-1930), que era considerado atrasado em relação aos países europeus e dos Estados Unidos da América(3,14).

A construção de uma nova raça

Desde o século XIX o Brasil adotava políticas de ações imigratórias, com objetivo de ocupar o território brasileiro. A partir de 1930, essas medidas passaram a se intensificar devido ao processo de industrialização do país e à necessidade de mão-de-obra para trabalhar nos centros urbanos. Getúlio Vargas acreditava que era necessário construir uma “raça pura” capaz de auxiliar no desenvolvimento do país. Todavia, afirmava que o povo não deveria perder a sua identidade, sendo os portugueses aqueles que mais se aproximavam dos aspectos étnicos, culturais e religiosos do Brasil(1).

A presença do negro durante a República Velha foi essencial para o crescimento dos grandes latifundiários(15), entretanto era necessário formar uma nova raça que de alguma forma se aproximasse dos europeus e norte-americanos(1). Todavia, a presença de diversos grupos étnicos no Brasil (índios, africanos, europeus) havia formado uma nação mestiça, já não sendo capaz formar uma “raça pura”(13,15).

Desta forma, o processo de “embranquecimento” no Brasil deveria ser adaptado, como é possível verificar na matéria “Hege- monia e Raça”(6), presente na *Revista de Educação Física* do Exército (Figura 2)

A matéria ressalta a importância do Centro Militar de Educação Física, localizado na Fortaleza de São João, para as futuras mudanças que ocorreriam no Brasil:

“O termo essencial desta grande tarefa é objetivo da cruzada cívica e eugénica, que o Centro Militar de Educação Física, patrioticamente, vem realizando – uma obra postular que se patenteia a exata compreensão da verdadeira “frente revolucionária.

(...)

E assim, naquele recanto da Fortaleza de São João, onde outróra se iniciou a fundação da capital do Brasil, como que justificando a doutrina da predestinação histórica dos lugares, forjam-se os moldes para o aperfeiçoamento da nossa gente, ao nível de capacidade para a realização dos destinos grandiosos, que o tablado imponente da nossa terra indica para o futuro da nossa nacionalidade”(6).

Esta diversidade estava atrelada ao discurso de mestiçagem que ganhou força a partir de 1930, tendo em vista que para Getúlio Vargas a nação brasileira deveria manter sua autenticidade e identidade, marcada pelo encontro de diversas culturas (índios, negros, europeus)(1,15). Desta forma, o discurso presente na matéria dialoga com os objetivos do Governo Vargas, pois já não era possível “embranquecer” o Brasil, mas construir uma nação melhor, através da Educação Física, para o desenvolvimento do país.

A Educação Física nas escolas

Durante o Governo Provisório (1930-1934) é realizada a Reforma Francisco Campos, criada pelo Governo com intuito de estabelecer uma “política modernizadora” no ensino secundário. Entre as principais novidades da Reforma, destacam-se: criação do Conselho Nacional de Educação; organização do ensino universitário; currículo seriado; e frequência obrigatória(4). A Reforma permanece sob responsabilidade do Ministério da Educação e Saúde Pública (MES), tornando obrigatória a prática de exercícios físicos nas aulas de Educação Física em todas as etapas do ensino básico (cursos fundamental e complementar)(16).

ANO
2

REVISTA DE
**EDUCAÇÃO
Física**

N.º
8

ORGÃO DO CENTRO MILITAR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

MAIO — RIO DE JANEIRO — FORTALEZA DE S. JOÃO — 1 9 3 3

“A VERDADEIRA FRENTE REVOLUCIONARIA”

Resumindo, na expressão concisa de um conceito sintético, a sua apreciação sob um dos aspectos pelo qual pôde ser encarada a revolução russa de 1917, afirma Lunatscharsky que aquela transformação apresentou uma “frente militar” e uma “frente economica”, mas que sua “frente” fundamental era a “frente pedagogica”.

Essa proposição não pôde ser considerada peculiar ao episodio moscovita; nela se encerra um principio geral, definindo a essencia de todo o dinamismo revolucionario, e que não pôde deixar de ser objeto de profunda meditação em fases criticas como a que o Brasil e o mundo inteiro ora atravessam.

“As revoluções, — tive eu ensejo de escrever em representação submetida, em 9 de Maio de 1931, ao Conselho Universitario da Universidade do Rio de Janeiro, para ser presente ao Governo da Republica, — começam e acabam nos espiritos.

Nêles se originam as idéas propulsoras dos movimentos insurreccionais contra a ordem existente, em seus diferentes aspectos, e para êles se voltam as preocupações construtoras da fase final, para a transformação da mentalidade do povo á feição da nova ordem instituida.

Não ha, pois, revolução que se não manifeste, fundamentalmente na ordem pedagogica, cuja transformação deve ser, em última análise, o objetivo final de toda obra revolucionaria.

Os diferentes aspectos que a revolução pôde apresentar, e e propria feição politica que, na generalidade dos casos ela sempre oferece, não representam mais do que simples meios para a consecução do fim pedagogico, que assegurará a estabilidade de uma ordem nova.

Quando o movimento insurreccional não se esboça na plenitude de tão simples características construtores, não pôde ser classificado como uma revolução: será, quando muito, um choque de facções na luta estéril para a conquista de um predomínio meramente politico.

O movimento atual do Brasil não pôde ter este caráter restrito.

As necessidades construtoras a que êle forçosamente terá que atender são, desde muito, sentidas e compreendidas nos mais cultos circulos da intelectualidade brasileira, mesmo entre os que enxergaram com maiores apreensões a ocorrência da fase insurreccional do movimento transformador, cuja lenta elaboração, entretanto, nitidamente percebiam do sub-consciente das massas”.

As revoluções, com efeito, surgem de um sentimento coletivo de mal estar; são manifestações de reação do organismo social, no esforço para modificar situações nascidas de insuficiencias váriãs, mas todas, em essencia, referentes á condições do individuo.

A modificação deste, em última análise, é o verdadeiro objetivo da obra revolucionaria, e tal modificação desdobra-se em duas tarefas, uma relativa a um melhor ajustamento da geração atual, e a outra, a mais conveniente preparação da geração vindoura.

E’ a obra educacional, a que se referia Lunatscharsky, no concerto que deixámos enunciado, obra integral, abrangendo as ordens física, moral e intelectual, para a conveniente preparação do individuo para a vida que terá de viver, nas condições proprias de seu meio e de sua época.

O termo essencial desta grande tarefa é o objetivo da cruzada cívica e eugénica, que o Centro Militar de Educação Física, patrioticamente, vem realizando — uma obra apostolar, em que se patenteia a exáta compreensão da verdadeira “frente revolucionaria”.

E assim, naquêle recanto da Fortaleza de São João, onde outrora se iniciou a fundação da Capital do Brasil, como que justificando a doutrina da predestinação historica dos lugares, forjam-se os moldes para o aperfeiçoamento da nossa gente, ao nivel de capacidade para a realização dos destinos grandiosos, que o tablado imponente da nossa terra indica para o futuro da nossa nacionalidade.

Ignacio M. Azevedo do Amaral.
(Professor catedrático da Escola Naval e da Escola Politécnica de
União de Rio de Janeiro)

Figura 1 – Revista de Educação Física do Exército Brasileiro, ano 2, n. 8, 1933(12).

ANO
2

REVISTA DE
EDUCAÇÃO
FÍSICA

N.º
10

*Marcos
1-19/1933*

ORGÃO DO CENTRO MILITAR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

AGOSTO — RIO DE JANEIRO — FORTALEZA DE S. JOÃO — 1 9 3 3

HEGEMONIA E RAÇA

As alterações sociogênicas encontram sua natural condição no elemento étnico. Assim, pois, todas as modificações sociais serão difíceis, senão impossíveis, quando as qualidades físicas, fisiológicas e psíquicas da raça não as comportem. Portanto, se queremos um ideal superior, se queremos a prosperidade e a grandeza do nosso País, é mistér que, antes de mais nada, atentemos nos fundamentos étnicos do seupóvo, trabalhando essa matéria prima que se destina a plasmar todas as grandezas e prosperidades almejadas.

E' mistér dedicar á raça, quanto antes, um desvelado esmero, fazer dela um objetivo do mais alto interesse e envolver da mais forte energia esse interesse elevado.

Assim é que procedem todos os povos ciosos do seu valor; não descuidam, um só momento, do seu aperfeiçoamento racial.

Ainda, há pouco, a estatística dos resultados olímpicos nos veio evidenciar, no presente, uma verdade enunciada num passado remoto: que as nações verdadeiramente fortes é que são as detentoras da hegemonia da civilização.

De fato, na concorrência interestatal, a preponderância tem sido sempre das nações mais enérgicas e sadias, das nações mais aptas porque, mais facilmente, se apoderam dos instrumentos de civilização e de progresso. Cheias do senso das realidades, organizam-se sob critérios objetivos, abandonando os devaneios políticos, os sonhos e ficções, trilhando a senda firme das construções reais.

No caso do Brasil, pelos seus brilhantes desígnios, pela sua elevada missão culto-histórica, no continente, aqui, no mundo, urge cuidar de raça com especial carinho, despertando nela a emulação necessária aos mais sérios e elevados empreendimentos sociais.

Não possuímos ainda um tipo antropológico perfeitamente definido. Proveniente de raças dissemelhantes — a branca, a preta e a indígena — a nossa raça, por certo, se ressentida da disparidade dos elementos que a integram. E é princípio biológico consagrado que o êxito dos cruzamentos é tanto menos favorável, quanto mais diversos são os elementos cruzados. Corroborando na verdade dêsse princípio, aí estão os resultados da inquirição sobre o grande problema da psicologia comparada da humanidade — o efeito da mistura das raças sobre a natureza mental. E foi SPENCER quem, em seus *Essais científicos*, levantou a questão que vem obtendo as conclusões assinaladas.

E' natural, portanto, que a nossa raça padeça, pela diversidade dos caracteres das raças originárias, e não possa fugir ao influxo da incapacidade das raças inferiores que a conformaram.

Não vai nestes dizeres nenhum pessimismo, antes um protesto de honestidade. Porque ilusão, porque fatuidade, porque deixar-nos levar pelas alegorias de uma imaginação mórbida, conducente a regiões etéreas, insuladas da realidade objetiva?

Da análise sucinta da nossa origem racial, chegamos a conclusões que são boas, certamente, como ensinamentos para uma ação decisiva, de efeitos futuros consideráveis.

Si, por um determinismo tirânico, a nossa raça se ressentida do mal de origem, reunindo raças dissemelhantes, e pesando-lhe ainda o efeito dos males endêmicos e hereditários tão nossos conhecidos, afim de pôr termo ás influências malélicas da fusão de raças tão disparas, se faz mistér um fator potente capaz de contrabalançar, com seus benefícios, todo o rigôr daqueles máus influxos. E esse é, sem dúvida, o fator eugênico que deverá operar pela educação física metódica e sistemática, isto é, científica.

Só esta poderá realizar o objetivo visado na melhoria da raça, em todos os seus aspectos.

Conhecidos os efeitos da prática da educação física racional, os seus reflexos sobre a psiché individual e coletiva, a ninguém é dado descrever do milagre de redenção que ela é capaz de operar!

Vis propulsiva para as maiores realizações, a educação física fará uma raça melhor e um Brasil jovem, otimista e são, capaz de hobrear com as mais poderosas e cultas nações em todas as grandes manifestações de atividade e de cultura.

Figura 2 – Revista de Educação Física do Exército Brasileiro, ano 2, n. 10, 1933”(6).

Desta forma, a Educação Física é inserida nas escolas, sem que, em termos oficiais, fossem apresentadas orientações para a prática pedagógica do professor(16). Assim, a partir de 1931, após a implantação da Reforma Francisco Campos, surge a necessidade de instrumentos que orientem as aulas de Educação Física. Assim, em 1932, foi criada a primeira *Revista de Educação Física*, a *Revista de Educação Física* do Exército, que tinha como objetivo divulgar as contribuições do Exército para a disciplina, bem como vulgarizar a importância da prática de exercícios físicos para a construção de uma nação saudável(16).

Logo, os exercícios físicos deveriam ser realizados por todos, inclusive por mulheres e crianças, como é possível verificar na matéria “A Educação Física na Fundação Osório”(17) (Figura 3).

A matéria, que possui como subtítulo “Diversos aspectos das lições de educação física feminina e infantil”, apresenta através das fotografias como os exercícios físicos deveriam ser praticados. Verifica-se que estes deveriam ser realizados ao ar livre; em grupo, dupla ou individualmente; e com a utilização de um material (nas imagens, a bola).

A partir do século XX no Brasil, o exercício físico passa a ser compreendido como uma ferramenta capaz de gerar uma nação forte, que estaria pronta para auxiliar no desenvolvimento do país. As mulheres possuíam função primordial neste contexto histórico, pois deveriam estar saudáveis para gerarem uma prole forte. A formação do corpo feminino estava pautada em três conceitos: saúde, força e beleza. Desta forma, a ginástica deveria ser praticada pelas mulheres sem que o corpo perdesse a harmonia, graça e beleza(15,18–20).

As crianças também tinham um papel importante na construção da nova nação, pois estas eram consideradas o futuro do país. A escola além de oferecer uma educação de qualidade, deveria ensinar hábitos de higiene e cuidados com a saúde, tendo em vista que na idade escolar os alunos permaneciam mais tempo na escola do que em outros espaços. Devido a esta nova necessidade, são

implementadas aulas de higiene e ginástica(21–24).

No período estudado (1932-1934), a prática de exercícios físicos estava atrelada ao “melhoramento da raça”, entretanto, entendia-se que o método adequado para a Educação Física era o racional, o qual era publicado na *Revista de Educação Física* do Exército, onde era possível observar a prescrição de exercícios físicos por meio do detalhamento sobre como os movimentos deveriam ser executados (Figuras 4 e 5)(25).

Na matéria organizada pelo Cap Rolim(25) é descrita como deve ser realizada uma sessão de exercícios físicos para crianças do ciclo secundário de ensino. A sessão deveria ser dividida em partes: sessão preparatória; lição propriamente dita; volta à calma.

O método francês foi o método ginástico adotado pelo Exército Brasileiro para a orientação da prática de exercícios físicos e, por isto, fazia-se presente no interior da *Revista de Educação Física* do Exército. O método francês estabeleceu-se no país pelos seguintes motivos(26):

“Com o resultado final dos conflitos da Primeira Guerra, optou-se por manter os laços com a França e, em 1919, um grupo de militares chegou ao Brasil para estabelecer uma Missão Militar Francesa que alteraria profundamente a estrutura do Exército Brasileiro, inclusive no que se referia ao treinamento físico das tropas. Dentre as inúmeras ações realizadas por essa Missão, a fundação do Centro Militar de Educação Física no Exército Brasileiro, que posteriormente teria o seu nome alterado para Escola de Educação Física do Exército, e a adoção do Método Francês como o seu método oficial a partir da década de 1920, são as mais relevantes para este trabalho.” (26).

Conclui-se que, no início dos anos 30, os exercícios a serem realizados por adultos e crianças eram os mesmos das tropas militares do Exército Brasileiro, pois para a formação de um país forte, capaz de desenvolver-se, era importante a contribuição de toda a nação neste processo.

Portanto, para que o Brasil se desenvolvesse, todos deveriam estar fortes e aptos fisicamente.

PARA UM BRASIL MELHOR



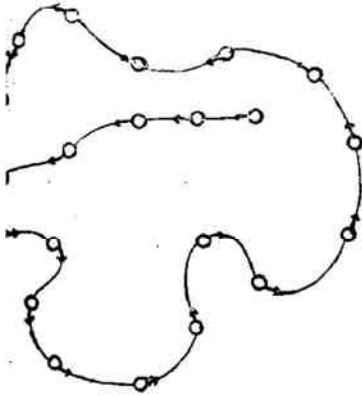
Figura 3 – Revista de Educação Física do Exército Brasileiro, v. 3, n. 14, 1934(17).

nível grau - Ciclo secundário (13 a 16 anos)
 Sessão preparatória — Normal
 LIÇÃO propriamente dita { 3 educativos / 4 aplicações
 Volta à calma — Normal

Lição de Educcc

Organizada pelo Capitão RO

20
MARCHA SERPENTINA



45
ELEVÇÃO HORIZONTAL DOS BRAÇOS COM FLEXÃO E EXTENSÃO DAS MÃOS



Elevar horizontalmente os braços estendidos nos planos da frente, oblíquo e lateral com flexão das mãos quando os braços se elevam e extensão quando se abaixam. A passagem da flexão à extensão se faz com brandura e sem parada.

57
MÃOS NOS QUADRIS -- ELEVÇÃO DO JOELHO A' FRENTE E AFASTAMENTO LATERAL



Elevar o joelho o mais alto possível pela frente, p' em flexão, depois afastá-lo lateralmente e tornar à posição de partida pé em extensão.

SESSÃO PREPARA

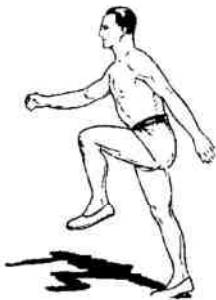
76
DECUBITO DORSAL -- FLEXÃO DO TRONCO



Elevar a cabeça e o tronco à vertical, continuar o movimento por uma flexão completa do tronco e da cabeça, pernas estendidas, as mãos deslizar pelo chão procurando ultrapassar os pés; tornar à posição de partida.

LIÇÃO PROPRIAMEN

118
MARCHA COM ELEVÇÃO DO JOELHO



Estando em marcha normal elevar a cada passo o joelho, progressivamente, o mais alto possível, p' em extensão no prolongamento da perna. O contato com o chão se faz pelo calcanhar, os braços conservam o balançamento normal.

179
TREPAR EM DUAS CORDAS COM AUXÍLIO DOS PÉS E DAS MÃOS



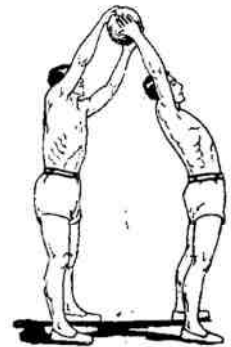
Segurar numa corda de cada mão e enlaçar uma com os pés e as pernas fazer uma tração com os braços elevando os joelhos o mais alto possível enlaçar a corda com as pernas e pés. Estender as pernas levando as mãos alternativamente acima da cabeça e continuar a progressão.

225
SALTO DE UMA BARREIRA COM APOIO DE UMA PERNA



Correndo abordar o obstáculo sem trocar passo, posar um pé sobre ele produzir uma ligeira extensão da perna cujo pé vai tomar contato com o chão. Continuar a corrida sem marcar tempo de parada.

248
PASSE-PASSE DE OBJETOS DIVERSOS POR CIMA DA CABEÇA



Estando na posição de afastamento lateral, segurar o objeto e passá-lo por cima da cabeça ao camarada colocado à retaguarda.

VOLTA A' CALMA

A presente lição poderá ser preparada decompondo

I { Sessão preparatória n. 20-45-57-76-107
 Sessão de estudos n. 118-179-225-248
 propriamente dita
 Volta à calma A mesma da lição

II { Sessão preparatória n. 20-57-
 Sessão de estudos n. 225-248
 propriamente dita
 Volta à calma A mesma

Figura 4 – Revista de Educação Física do Exército Brasileiro, v. 1 n. 2, 1932(25)

ção Física

.IM

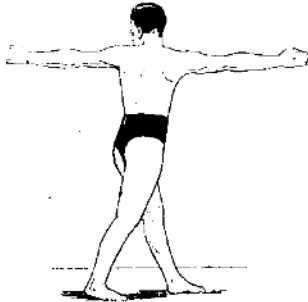
Duração – 45'

Material – Cordas duplas
Barreira para salto
Medicine-Ball

GORIA

81

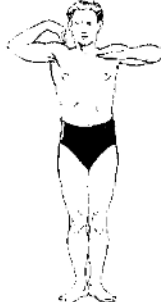
AFASTAMENTO PARA A FRENTE ROTAÇÃO DO TRONCO PARA O LADO DA PERNÁ AVANÇADA COMBINADO COM ELEVÇÃO LATERAL DOS BRACOS



Levar a perna esquerda distendida à frente voltando o tronco e a cabeça para esquerda e elevando os braços lateralmente, voltar à frente, tornando à posição inicial; executar o mesmo movimento para direita.

89

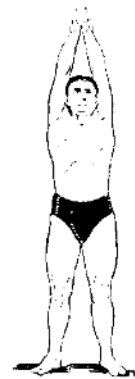
ELEVÇÃO LATERAL DOS BRACOS FLEXÃO DOS ANTE-BRACOS SENDO UM NO PLANO HORIZONTA E OUTRO NO PLANO VERTICAL



Elevar os braços estendidos lateralmente palma da mão esquerda (direita) voltada para baixo, palma da mão direita (esquerda) voltada para cima; flexionar o ante-braco esquerdo (direito) no plano horizontal e o ante-braco direito (esquerdo) no plano vertical, estender os braços lateralmente palma da mão direita (esquerda) voltada para cima e tornar à posição de partida.

107

FLEXIONAMENTO DA CAIXA TORACICA COM ELEVÇÃO DOS BRACOS ESTENDIDOS



Fazer uma expiração levando os ombros para frente, braços caindo naturalmente diante do corpo; inspirar elevando lateralmente os braços estendidos até a posição vertical, palma das mãos voltadas para fora; expirar abduzindo os braços naturalmente.

TE DITA

292

CORRIDA COM MUDANÇA BRUSCA DE DIREÇÃO



Os alunos correndo numa direção determinada executam uma esquiua brusca dando, à perna oposta uma nova direção ao eixo da corrida. O movimento é executado por uma forte inclinação do corpo para o lado que se quer levar.

305

LANÇAR A MEDICINE-BALL PARA A FRENTE POR EXTENSÃO HORIZONTA DOS BRACOS (2 A 2 FRENTE A FRENTE



Estando em afastamento lateral a medicine ball mantida contra o peito, cotovelos à altura dos ombros, palmas das mãos voltada para fora, dedos afastados, lançar a medicine-ball fazendo uma vigorosa extensão horizontal dos braços, palmas das mãos voltadas para fora, e medicine-ball deixada as mãos o mais tarde possível.

363

LUTA DE REPULSÃO. DORSO CONTRA DORSO



Dois alunos colocados dorso contra dorso, braços entrelaçados, se empurram com a parte superior do dorso

Marcha lenta com exercicio respiratorio
Marcha com canto ou assovio
Alguns exercicios de ordem

e em tres sessões de estudos

89-107

292-305
lição.

III

Sessão preparatoria ns. 20-45-57-76-81-89-107
Sessão de estudos propriamente dita ns. 118-179-225-248-292-305

Figura 5 – Revista de Educação Física do Exército Brasileiro, v. 1 n. 2, 1932(25).

A ginástica passa a ser praticada por mulheres e crianças, de acordo com a especificidade de cada grupo. Se antes a responsabilidade da construção de um país melhor era apenas do homem, a partir de 1930, ela passa a ser de todos. Desta forma, é importante compreender de que forma as mudanças ocorridas no campo político-social no Brasil influenciaram o campo da Educação Física. Como Prado Júnior & Fernandes(2) destacam, “a revolução” é um movimento de transformação gradativo, logo essas modificações também acontecem de forma paulatina no campo da Educação, especificamente, na Educação Física.

Pontos fortes e limitações do estudo

O principal ponto forte do presente estudo foi utilizar como um dos referenciais teóricos autores clássicos do campo da historiografia, como Caio Prado Junior e Florestan Fernandes, trazendo o debate sobre o conceito de "revolução" em relação ao campo da Educação Física. Uma limitação do estudo refere-se ao curto recorte histórico adotado, 1932-1934, tendo em vista que as mudanças provocadas por um processo "revolucionário" podem afetar o campo da Educação Física por mais tempo.

Conclusão

O presente estudo teve por objetivo analisar como as mudanças decorrentes da “Revolução de 1930”, liderada por Getúlio Vargas, dialogaram com os conteúdos publicados na *Revista de Educação Física* do Exército (REF), no período de 1932 até 1934. Nas matérias analisadas, oriundas da *Revista de Educação Física* do Exército, constatou-se o diálogo com as medidas educacionais implementadas por Getúlio Vargas após a Revolução de 1930. O conteúdo presente no interior do periódico indica para a tentativa de construir uma Educação Física que objetivava: a divulgação de princípios higiênicos, a prática de exercícios físicos para formar uma nação forte, e a importância da participação do povo brasileiro no processo revolucionário.

Concluiu-se que o campo da Educação Física deve ser compreendido e analisado a partir do contexto histórico e político no qual a disciplina se encontra inserida e que, a partir da

Revolução de 1930, quando se instalou o Governo Provisório de Getúlio Vargas, a Educação Física se consolidou no âmbito escolar, auxiliando no “processo revolucionário” pelo qual o país atravessava, por meio de esforços para formação de uma população forte através da prática de exercícios físicos.

Agradecimentos

Agradecimento ao Prof. Dr. Rafael Araújo, docente do Programa de Pós-Graduação em História da UERJ, de quem fui aluna, na disciplina “Revoluções, Política e História do Tempo Presente na América Latina nos Séculos XX e XXI”.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses no presente estudo.

Declaração de financiamento

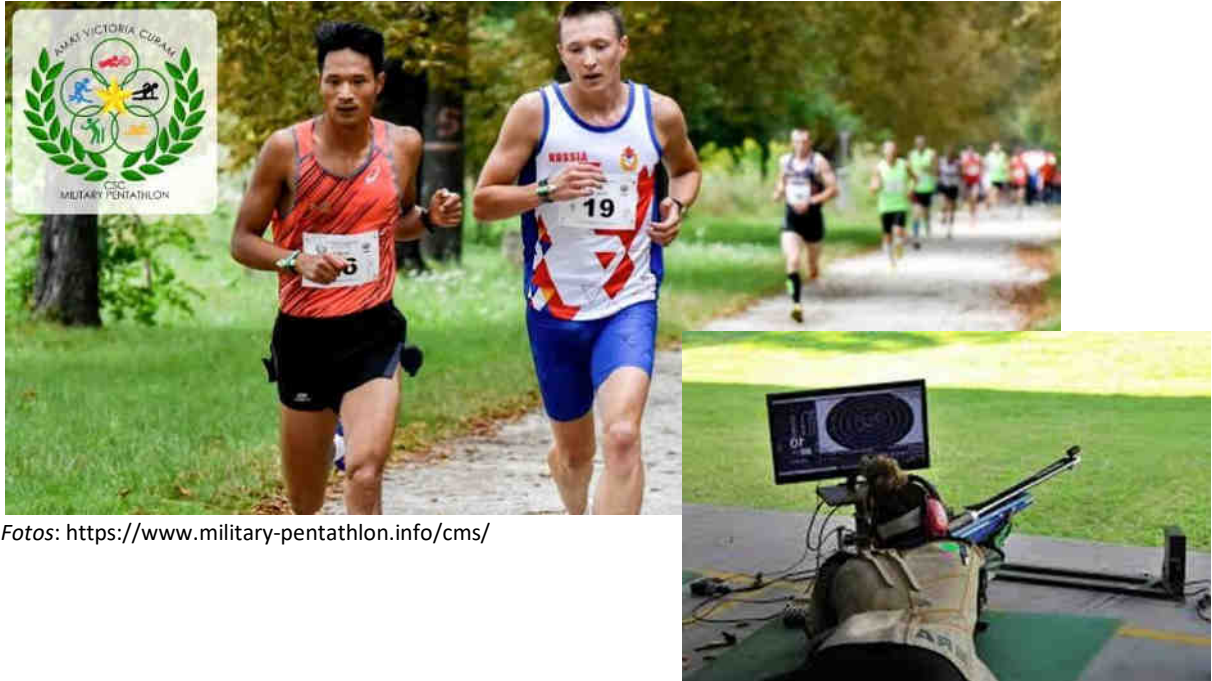
A presente pesquisa é financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) devido à bolsa de a nível de Doutorado obtida pela primeira autora do estudo

Referências

1. Fausto B, Gomes A de C, Pinheiro L, Dutra E de F, Abreu M de P. *Olhando para dentro: 1930-1964..* 1ª edição. Rio de Janeiro, RJ: Objetiva; 2013.
2. Prado Junior C, Fernandes F. *Clássicos Sobre a Revolução Brasileira.* 2ª edição. Rio de Janeiro, RJ: Expressão Popular; 2012.
3. Fausto B. *Getúlio Vargas: o poder e o sorriso.* São Paulo, SP: Companhia das Letras; 2006. <https://repositorio.usp.br/item/001573575> [Accessed 5th March 2024].
4. Darido SC. *Educação Física na Escola - Questões e Reflexões..* 1ª edição. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan; 2003.
5. Gois Junior E, Garcia AB. A eugenia em periódicos da Educação Física Brasileira (1930-1940). *Journal of Physical Education UEM.* 2011;22(2): 247–254. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v22i2.9908>.

6. *Revista de Educação Física*. Hegemonia e raça. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(7): 1–1. <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1922/2118>
7. Marcassa LP. A Educação Física em face do projeto de modernização do Brasil (1900 - 1930): as histórias que se contam. *Pensar a Prática*. 2000;3: 82–96. <https://doi.org/10.5216/rpp.v3i0.16027>.
8. Burke P. *O que é história cultural?*. 1ª edição. Rio de Janeiro, RJ: Zahar; 2005.
9. Barros JDA. *Projeto de pesquisa em história: Da escolha do tema ao quadro teórico*. 10ª edição. Rio de Janeiro: Editora Vozes; 2014.
10. *Revista de Educação Física*. v. 1 n. 1 (1932) | *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1932;1(1). <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/issue/view/3>
11. Retz RPC, Neto AF, Cassani JM, Santos W dos. O ensino por imagens na imprensa periódica da Educação Física (1932-1960). *Revista Brasileira de História da Educação*. 2019;19: e058–e058. <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rbhe/article/view/44619>
12. Amaral IMA do. A verdadeira frente revolucionária. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(5): 1–1. <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1212>
13. Góis Junior E, Melo VA de, Soares AJG. Para a construção da nação: debates brasileiros sobre educação do corpo na década de 1930. *Educação & Sociedade*. 2015;36: 343–360. <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302015120113>.
14. Goellner SV. 'As mulheres fortes são aquelas que fazem uma raça forte': esporte, eugenia e nacionalismo no Brasil no início do século XX. *Recorde: Revista de História do Esporte*. 2008;1(1). <https://revistas.ufrj.br/index.php/Recorde/article/view/790>
15. Holanda SB de. *Raízes do Brasil*. 1ª edição. Companhia das Letras; 2015.
16. Cassani JM, Ferreira Neto A, Santos W dos. Perfis editoriais e a construção de significados em impressos da educação física (1932-1960). *Educação e Pesquisa*. 2021;47: e225178. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147225178>.
17. *Revista de Educação Física*. Para um Brasil Melhor: A Educação Física na Fundação Osório. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1934;3(5): 2–2. <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1089>
18. *Revista de Educação Física*. Educação Física Feminina: Deve a mulher praticar exercícios físicos na fase mensal? *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(3): 1–1. <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1147>
19. Rodrigues M de Q. A educação física feminina na Escola Paulo de Frontin. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(3): 1–2. <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1203>
20. *Revista de Educação Física*. A educação física feminina no E. do Espírito Santo. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(5): 1–2. <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1287>
21. Figueiredo MM, Silva BVG, Higienismo e Educação na Era Vargas: o pelotão da saúde do Ginásio São José (Caxias do Sul/RS). Ripe F. *História e Historiografia da Educação no Rio Grande do Sul*. Editora Fi. <https://www.editorafi.org/726historia> [Accessed 5th March 2024]
22. *Revista de Educação Física*. Educação Física Infantil. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(1). <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/923>
23. Martins IG. Educação Física Infantil. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(4). <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1342>
24. Curtis C. Educação Física Infantil. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 1933;2(2). <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/1059>

25. Rolim. Lição de Educação Física. 1932;1(2): 44–45.
<https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/955/1161>
26. Queiroz KFDS, Cancelli K. A implementação do regulamento nº 7 de Educação Física no Brasil. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 2018;32(3): 379–389.
<https://doi.org/10.11606/1807-5509201800030379>.



Fotos: <https://www.military-pentathlon.info/cms/>

Artigo Original / Original Article

Contribuição de cada prova no desempenho de atletas de ambos os sexos no Campeonato Mundial de Pentatlo Militar de 2019

The Impact of each Modality on the Final Performance of the 2019 Military Pentathlon World Championship

Loyola *et al.*

Loyola *et al.*

Revista de Educação Física / Journal of Physical Education (2023) 92, 2, 268-289



Artigo Original

Original Article



Contribuição de cada prova no desempenho de atletas de ambos os sexos no Campeonato Mundial de Pentatlo Militar de 2019

The Impact of each Modality on the Final Performance of the 2019 Military Pentathlon World Championship

Marcos Vinícius Marques Loyola^{1,2} MSc; Bianca Miarka²; Lucas Vieira Coelho dos Santos¹; Gelson Luiz Pierre Junior¹; Míriam Raquel Meira Mainenti¹ PhD

Recebido em: 20 de novembro de 2020. Aceito em: 23 de janeiro de 2024.

Publicado online em: 14 de março de 2024.

DOI: 10.37310/ref.v92i2.2940

Resumo

Introdução: O Pentatlo Militar é uma modalidade composta por cinco provas: tiro de fuzil, corrida de obstáculos, natação de obstáculos, lançamento de granadas e corrida através-campo. Entender a contribuição de cada uma delas pode auxiliar na seleção de atletas e planejamento do treinamento.

Objetivo: Identificar a contribuição das provas componentes do Pentatlo Militar sobre o desempenho no resultado final da modalidade em homens e mulheres.

Métodos: Estudo observacional, transversal, com amostra por conveniência, do qual fizeram parte 173 atletas de ambos os sexos (125 homens e 48 mulheres), participantes do 66º Campeonato Mundial de Pentatlo Militar. Os resultados registrados de cada prova foram avaliados em pontos de pentatlo (pp) conforme consta nas regras da modalidade. Para estimar o grau de influência de cada prova (variáveis independentes) sobre o resultado final obtido (variável dependente), os dados foram submetidos a regressão linear.

Resultados: Em homens, o coeficiente padronizado (β) maior foi o da corrida cross-country ($\beta=0,322$), e o menor foi o do lançamento de granadas ($\beta=0,209$). Em mulheres, o β maior foi o do tiro ($\beta=0,410$), enquanto o menor foi o da corrida através-campo ($\beta=0,196$).

Conclusão: Os achados do presente estudo sugerem que, para o planejamento do treinamento do Pentatlo Militar, há uma escala de importância quanto a ênfase a ser empregada, sendo que há diferenças a serem observadas entre atletas do sexo feminino e do sexo masculino. Os resultados foram discutidos.

Palavras-chave: esportes, aptidão física, militares, alto rendimento, atletas.

Pontos Chave

- Nos homens, o coeficiente mais alto foi o da corrida cross-country e o menor foi o lançamento de granadas.
- Em mulheres, o coeficiente maior foi o do tiro, enquanto o menor foi o da corrida através-campo.
- Houve diferenças na predominância das provas entre atletas de ambos os sexos.

Abstract

Introduction: The Military Pentathlon is a discipline composed of five events: rifle shooting, obstacle course, obstacle swimming, grenade throwing and cross-country running. Understanding the contribution of each of them can help in the selection of athletes and planning of training.

§Autor correspondente: Marcos Vinícius Marques Loyola – e-mail: tenloyola.eb@gmail.com

Afiliações: ¹Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), Rio de Janeiro, Brasil; ²Escola de Educação Física e Desportos (EEFD), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil.

Objective: To identify the contribution of the component events of the Military Pentathlon on the performance in the final result of the modality in men and women.

Methods: Observational, cross-sectional study with convenience sampling, which included 173 athletes of both sexes (125 men and 48 women), participants of the 66th World Military Pentathlon Championship. The recorded results of each event were evaluated in pentathlon points (pp) as stated in the rules of the modality. To estimate the degree of influence of each test (independent variables) on the final result obtained (dependent variable), the data were submitted to linear regression.

Results: For men, the highest standardized coefficient (β) was the cross-country running ($\beta=0.322$), and the lowest was in throwing of grenades ($\beta=0.209$). For women, the highest β was in the shooting ($\beta=0.410$), while the least strong was the cross-country running ($\beta=0.196$).

Conclusion: The findings of the present study suggest that, for the planning of Military Pentathlon training, there is a scale of importance regarding the emphasis to be employed, and there are differences to be observed between female and male athletes. The results were discussed.

Keywords: sports, physical fitness, military, high performance, athletes.

Key Points

- In men, the highest coefficient was that of the cross-country running and the lowest was the throwing of grenades.
- In women, the highest coefficient was that of shooting, while the lowest was that of running across the field.
- There were differences in the predominance of the events among athletes of both sexes.

The Impact of each Modality on the Final Performance of the 2019 Military Pentathlon World Championship

Introdução

O Pentatlo Militar é uma modalidade desportiva, praticada por homens e mulheres, composta por cinco provas: tiro de fuzil, pista de obstáculos, pista de natação utilitária, lançamento de granada e corrida através-campo (*cross-country running*) – oito km para homens e quatro km para mulheres(1). O esporte integra os esportes militares do Conselho Internacional do Esporte Militar (*Conseil International du Sport Militaire: CISM*)(1) e, apesar da existência de mais de 70 anos, a literatura sobre o tema é escassa, sendo observada uma lacuna quanto ao papel determinante de cada prova sobre o desempenho final na modalidade em atletas de alto rendimento(1).

A literatura no tema é escassa e dentre os poucos trabalhos identificados, o estudo de revisão de Mainenti *et al.*(2) sobre o Pentatlo Militar, teve como enfoque a participação das mulheres no Pentatlo Militar desde seus primórdios. Schramm *et al.*(3) e Santos *et al.*(4) buscaram identificar

correlações entre variáveis antropométricas e de composição corporal com o desempenho esportivo, nas equipes feminina e masculina, mas não examinaram a relação de cada prova com desempenho final. Em ambos os estudos, houve correlação entre composição corporal, capacidade aeróbica e potência com o desempenho nas provas e, ainda, foi teorizada a possibilidade de haver uma baixa disponibilidade energética.

Outros trabalhos realizados com atletas de Pentatlo Militar de alto rendimento investigaram correlações do desempenho na prova de corrida através-campo com variáveis de teste cardiopulmonar de esforço(2,5). Foram identificadas correlações positivas de velocidade máxima alcançada no teste de esforço com velocidade no início do platô de consumo de oxigênio ($v\dot{V}O_2$), tanto no sexo feminino(6) quanto no masculino(5). Esses estudos tiveram por objetivo identificar formas auxiliares para a seleção de atletas e planejamento do treinamento e, como focalizaram atletas de alto rendimento de

nível nacional, era esperado que o tamanho amostral fosse reduzido, ainda que se configurasse no senso da população alvo, configurando-se em amostra representativa.

No intuito de se obter um maior entendimento da dinâmica do desempenho em modalidade multiprovas, é importante a utilização de técnicas analíticas robustas, que estimem o poder preditivo das variáveis de exposição, como é o caso da regressão linear multivariada(7). Essa estratégia tem sido que vem sendo utilizada em outras modalidades multiprovas como no triatlo(8,9). Até o presente momento, não foi identificado nenhum outro estudo que tenha aplicado análise similar no Pentatlo Militar, o que justificou a determinação do objetivo e a escolha desse método no presente estudo.

Por ser composta por provas distintas em cada etapa da competição do ponto de vista técnico e físico, a modalidade apresenta um desafio para atletas e comissão técnica no que tange à seleção de atletas e à escolha das prioridades no planejamento do treinamento. Devido à evolução de cada prova isoladamente ao longo do tempo, cresce de importância identificar qual ou quais provas influenciam de maneira mais relevante no resultado. Uma maior compreensão dos fenômenos envolvidos, pode contribuir para aprimorar o planejamento da preparação técnica-física, bem como aplicar periodizações mais eficientes

O objetivo do presente estudo foi identificar o grau de influência de cada uma das cinco as provas componentes do Pentatlo Militar sobre o desempenho na modalidade, no Campeonato Mundial de 2019, em atletas de ambos os sexos.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

O estudo, de natureza observacional documental seccional, foi baseado em dados secundários do 66º campeonato mundial de Pentatlo Militar ocorrido em Wuhan, China, no ano de 2019. Os dados foram extraídos do sítio eletrônico do Comitê de Pentatlo Militar do CISM (*CISM*

– *Committee Military Pentathlon: CSCMP*), de acesso público. Foram elegíveis para participar do estudo 177 atletas de ambos os sexos que participaram do campeonato. O critério de inclusão foi ter participado do Campeonato Mundial daquele ano. Os critérios de exclusão foram: não ter pontuado em uma ou mais prova(s) e/ou ter sido desclassificado da competição.

Aspectos éticos

O estudo foi realizado com dados secundários e de domínio público. Assim sendo, não houve demanda de avaliação do sistema CEP/CONEP, de acordo com o artigo 1º, Parágrafo único da resolução nº 510, de 07 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde(10).

Variáveis de estudo

A variável dependente foi o resultado final (pontuação geral) de cada atleta e as variáveis independentes foram os resultados em cada uma das provas componentes da modalidade.

Resultado final

O resultado final (variável dependente) é obtido, segundo as regras da modalidade(1), pela soma das cinco provas (variáveis independentes) em pontos de pentatlo (pp) descritas abaixo.

Provas componentes

As variáveis independentes foram cada uma das provas da modalidade: tiro de fuzil, pista de obstáculos, pista de natação utilitária, lançamento de granada e corrida através-campo – oito km para homens e quatro km para mulheres(1). Cada prova tem seus resultados absolutos transformados em pontos de Pentatlo Militar(1), conforme se exhibe no Quadro 1.

Análise estatística

Inicialmente, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se a distribuição dos dados era aderente à normalidade. Todas as análises foram feitas separadamente por sexo. Para estimar o grau de influência de cada prova (variáveis independentes) sobre o resultado final obtido (variável dependente), os dados foram submetidos a regressão linear.

Provas	Conversão*	Variação de pontos
Tiro	1000pp = 180p	+/- 7 pp por ponto no alvo
Pista de obstáculos	1000pp = 2min 40seg	+/- 7 pppor seg
Natação utilitária	1000pp = 31,5seg	+/- 24 pppor seg
Lançamento de granadas	1000pp = 170p	+/- 4 pppor ponto
Cross 8km(M) e4km(F)	1000pp = 28min(M) 1000pp=16min (F)	+/- 1 pp por seg

Quadro 1 – Versão resumida da tabela de conversão dos resultados das provas do Pentatlo Militar em pontos do CISM Committee Military Pentathlon (CSCMP)(1).

Foram analisados os coeficientes atribuídos a cada variável independente, bem como o coeficiente padronizado (β), de modo a verificar o quanto cada variável independente fora preditora do resultado final (variável dependente) e, inclusive, estabelecer uma razão entre elas. De modo a atender o objetivo do nosso estudo, utilizou-se o programa estatístico SPSS versão 27 (IBM, Estados Unidos). Para todas as análises estatísticas a significância estatística considerada foi $p < 0,05$.

Resultados

Dentre os 177 participantes da competição, dados de quatro atletas (homens) foram excluídos por não pontuarem em alguma das provas. Participaram do estudo 173 atletas: 125 homens (70,62%) e 48 mulheres (29,38%). A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos em pontos de pentatlo militar por prova e resultado final (soma dos pontos das cinco provas).

Resultados seguimento masculino

A regressão linear mostrou que, em homens, a prova que apresentou maior coeficiente padronizado em relação ao resultado final foi a corrida ($\beta=0,322$; $p < 0,001$), seguida do tiro ($\beta=0,302$; $p < 0,001$) e a que apresentou menor coeficiente foi o lançamento de granada ($\beta=0,209$; $p < 0,001$) (Tabela 2). A influência por prova na pontuação final foi significativa ($F(5, 119) = 3422,734$; $p < 0,001$; $R^2_{ajustado} = 0,993$).

Resultados seguimento feminino

A regressão linear mostrou que, para mulheres, a prova que apresentou maior coeficiente em relação ao resultado final foi o tiro ($\beta=0,410$; $p=0,000$) e a que apresentou menor coeficiente foi a corrida ($\beta=0,196$; $p=0,000$) (Tabela 3). As demais provas mostraram coeficientes aproximados. A influência por prova na pontuação final foi significativa ($F(5, 42) = 2952,324$; $p < 0,001$; $R^2_{ajustado} = 0,997$).

Discussão

Os principais achados do estudo foram as importantes diferenças observadas quanto ao impacto de cada prova entre os seguimentos masculino e feminino. Na competição masculina, a prova de corrida foi a que mais fortemente contribuiu para o resultado final, enquanto no seguimento feminino, foi o tiro. As provas que, dentre as cinco componentes, apresentaram menores coeficientes foram o lançamento de granada, para os homens e, para as mulheres foi a corrida. Estes achados são novos e ressaltam a relevância da investigação científica do esporte de alto rendimento, sobretudo de modalidades multiprovas.

Uma hipótese para explicar a influência da prova decorrida no resultado final masculino é que pode haver maior variação dos dados, pois, observou-se que o desvio padrão na corrida foi maior em relação às outras provas (Tabela 1). Em provas que apresentam maior tempo de duração, observa-se uma maior dispersão entre os

Tabela 1 – Estatísticas descritivas dos resultados por prova e resultado final em pontos no 66º Campeonato Mundial de Pentatlo Militar(2019) (n=173)

Resultados	Homens (n = 125)				Mulheres (n = 48)			
	Média	DP (±)	Mín.	Máx.	Média	DP (±)	Mín.	Máx.
<i>Provas</i>								
Tiro de fuzil	1018,9	98,82	433	1127,7	994,9	170,1	321	1118,8
PPM	1029,5	90,0	788,3	1213,5	1001	103,1	766,9	1203,7
Natação utilitária	1049,0	81,8	695,2	1184,8	1049,2	87,9	786,4	1177,6
Granada	982,6	71,7	747,2	1126	916,2	109,6	509,6	1077,6
Corrida	1001,0	99,3	623,6	1207,7	1025,7	83,3	710,3	1148,1
<i>Resultado final</i>	5079,9	313,9	4167	5617,5	4986,1	407,3	3668,3	5627,5

DP: desvio padrão; Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; PPM: Pista de Pentatlo Militar

Tabela 2 – Contribuição de cada prova no resultado final no seguimento masculino do 66º Campeonato Mundial de Pentatlo Militar em 2019 (n=125)

Modelos	Coefficiente não padronizado	Coefficiente padronizado	<i>t</i>	<i>P</i>
	<i>B</i>	β		
(Constant)	-12,490		-0,300	0,765
PPM	1,040	0,298	27,698	0,000
Tiro	0,960	0,302	34,129	0,000
Natação utilitária	1,073	0,280	28,194	0,000
Corrida através-campo	1,016	0,322	36,083	0,000
Granada	0,917	0,209	23,316	0,000

PPM: Pista de Pentatlo Militar (pista com obstáculos); Granada: lançamento de granadas; Corrida através-campo (*cross-country*): oito km.

Tabela 3 – Contribuição de cada prova no resultado final no seguimento feminino do 66º Campeonato Mundial de Pentatlo Militar em 2019 (n=48)

Modelos	Coefficiente não padronizado	Coefficiente padronizado	<i>t</i>	<i>P</i>
	<i>B</i>	β		
(Constant)	2,951		0,052	0,958
PPM	1,053	0,266	20,823	0,000
Tiro	0,981	0,410	38,886	0,000
Natação utilitária	1,036	0,224	21,176	0,000
Corrida através-campo	0,959	0,196	18,435	0,000
Granada	0,963	0,259	24,636	0,000

PPM: Pista de Pentatlo Militar (pista com obstáculos); Granada: lançamento de granadas; Corrida através-campo (*cross-country*): oito km.

resultados, o que provoca uma maior capacidade de discriminar melhores e

piores(8,9). Tais situações foram observadas nos estudos de Figueiredo *et*

al.(8) e Sousa *et al.*(9) na modalidade triatlo. Ambos os estudos apontaram a importância da prova de corrida no desempenho competitivo observando que os melhores desempenhos em provas de maior duração estavam associados a melhores colocações nos resultados da competição.

A segunda prova de maior impacto no resultado final masculino foi o tiro de fuzil. O tiro é uma modalidade que demanda, predominantemente, a técnica(11,12); seguida do autocontrole/autorregulação emocional(13,14), o que explica maior dispersão nos resultados dos atletas. Além disso, há que se considerar que o nível experiência (expertise) dos atletas no tiro ao alvo está associada ao desempenho(13).

As demais provas analisadas (PPM, natação utilitária e granada), mostraram força de predição muito similar (Tabela 2). Estes resultados podem ser explicados porque se trata de provas que exigem técnica conjugada com qualidades físicas que fazem parte do treinamento militar operacional, sendo assim, os atletas militares, possivelmente, possuem nível de expertise semelhantes.

Quanto aos resultados do seguimento feminino, a variável que mais fortemente impactou a pontuação final foi o tiro, enquanto a de menor força foi a corrida cross-country. Nas mulheres, também se verificou contribuição aproximada de todas as provas sobre o resultado final, com exceção da prova de tiro, que foi a que apresentou maior contribuição no desempenho na competição. A participação do seguimento feminino do Pentatlo Militar é uma inserção muito mais recente em comparação com os homens(2). Assim sendo, é esperado que as mulheres apresentem menos experiência, apresentando resultados semelhantes em todas, à exceção do tiro ao alvo. Isto se deve aos aspectos discutidos anteriormente nos resultados do masculino(13,14), pois, trata-se de controlar a ansiedade e lidar com situações de alta pressão em uma prova em que se exija um refinado controle motor como é o caso do tiro(15). Isso indica que o tiro de fuzil é, para o seguimento feminino

em nível mundial de Pentatlo Militar, o principal fator a ser trabalhado, pois, de acordo com os achados do presente estudo, foi a prova de maior peso no desempenho final do campeonato.

Ainda no seguimento feminino, as provas PPM ($\beta=0,266$; $p=0,000$) e lançamento de granada($\beta=0,259$; $p=0,000$) contribuíram de maneira semelhante para o resultado sendo que a PPM se configura em uma prova que conjuga técnica elevada com aptidão cardiorrespiratória, com predominância do sistema energético anaeróbico láctico) e a granada demanda predominância técnica, assim como o tiro ao alvo. Os aspectos técnicos envolvem nível de expertise, como já discutido neste estudo, tendo sido observadas diferenças na atividade cortical de atletas experientes e atletas novatos relacionadas ao desempenho em diversas modalidades esportivas(13). Fator que ainda não foi estudado em atletas de Pentatlo Militar.

Em relação à corrida, os resultados mostraram que entre as mulheres a variação exibida não foi suficiente para representar maior impacto no desempenho final, diferentemente dos homens. Estes achados são novos, não havendo literatura com a qual compará-los. Entretanto, pode-se inferir que entre as pentatletas militares de nível mundial, a aptidão cardiorrespiratória parece estar equiparada entre as competidoras, sendo que as provas que demandam grau maior de desenvolvimento técnico tiveram maior peso no desempenho final.

Face às diferenças observadas quanto às provas de maior peso para o seguimento masculino e para o feminino, sugere-se que, para atletas do masculino de nível mundial, sejam enfatizados os treinamentos de corrida através-campo, seguidos do tiro e, para atletas do seguimento feminino, que sejam enfatizados os treinamentos primeiramente de tiro, seguido do lançamento de granada.

Com base nos achados do presente estudo, os treinadores e gestores podem melhor planejar e organizar tanto a periodização dos seus treinamentos bem como aprimorar o processo de seleção de

atletas para compor suas equipes desportivas, sendo que pela especificidade dessa modalidade multiprovas, estudos mais detalhados, que utilizem amostras maiores, devem ser realizados para uma maior compreensão do fenômeno.

Pontos fortes e limitações do estudo

Um ponto forte do estudo foi a investigação a respeito do impacto de cada prova em uma modalidade multiprovas. Tal análise é nova, tendo em vista a escassez de estudos presentes na literatura sobre o tema, sobretudo no Pentatlo Militar. Além desse, outro ponto importante a ser destacado foi a amostra; que contou com processo de seleção do tipo censo e, por conseguinte, incluiu todos os atletas do mais alto nível competitivo, de ambos os sexos. Esse processo de seleção e amostra imprimiu ao estudo representatividade para que estes achados possam ser extrapolados a outras amostras de alto rendimento tanto do Pentatlo Militar quanto de outras modalidades multiprovas.

Uma limitação do estudo foi não se ter analisado mais de um ano de campeonatos mundiais na modalidade o que possibilitaria maiores possibilidades de análises e comparações, além de imprimir maior robustez aos resultados.

Conclusão

O objetivo do presente estudo foi identificar o grau de influência de cada uma das cinco as provas componentes do Pentatlo Militar sobre o desempenho na modalidade, no Campeonato Mundial de 2019, em atletas de ambos os sexos. Os resultados mostraram que cada prova houve diferença entre os seguimentos masculino e feminino quanto àquela que teve maior impacto no desempenho final. A corrida através-campo apresentou o maior coeficiente na competição masculina e, na feminina, o tiro foi a prova que mais influenciou no resultado. Aprova que, comparativamente, apresentou peso menor sobre o resultado final foi o lançamento de granada, no masculino e a corrida através-campo no feminino. Com base nos achados do presente estudo, os treinadores e gestores

podem melhor planejar e organizar tanto a periodização dos seus treinamentos bem como aprimorar o processo de seleção de atletas para compor suas equipes desportivas..

Sugere-se que outros estudos sejam conduzidos utilizando amostras maiores e realizando análises comparativas entre os sexos e/ou, ainda, examinando a evolução do desempenho nesses atletas ao longo do tempo.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

Estudo realizado sem financiamento.

Referências

1. CISM CSC Military Pentathlon. *Regulations - Military Pentathlon*. CISM (Counseil International du Sport Militaire) Sport Committee of Military Pentathlon. <https://www.military-pentathlon.info/cms/military-pentathlon/regulations.html> [Accessed 23rd January 2024].
2. Mainenti MRM, Miarka B, Loyola MVM, Santos LVC dos, Mello DB de. Female military pentathlon athletes and scientific research - a mini-review. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2021;28:e10220017921. <https://doi.org/10.1590/S1980-657420220017921>.
3. Schramm FF, Bastos LFV, Mainenti MRM. Atletas de Pentatlo Militar feminino com melhor composição corporal apresentam melhor desempenho na modalidade. *Journal of Physical Education*. 2017;28(1). <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v28i1.2806>.
4. Santos LLD, Mello DBD, Sales TD, Martins DTDM, Mainenti MRM. Associação entre variáveis antropométricas e desempenho esportivo de atletas da seleção masculina de Pentatlo Militar do Exército Brasileiro: um estudo transversal. *Revista de Educação Física /*

- Journal of Physical Education*. 2020;89(2): 127–141. <https://doi.org/10.37310/ref.v89i2.2679>.
5. Batista G de L. *Correlação de variáveis do teste de esforço cardiopulmonar com o desempenho na corrida através campo de atletas de elite do sexo masculino de pentatlo militar do Brasil*. [Trabalho de Conclusão de Curso] [Rio de Janeiro, RJ]: Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx); 2019. <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/5544> [Accessed 23rd January 2024].
 6. Mainenti MRM, Vigário PDS, Batista HB, Bastos LFV, Mello DBD. Running velocity at maximum oxygen uptake and at maximum effort: important variables for female military pentathlon. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2022;28(spe1): e10220018921. <https://doi.org/10.1590/s1980-657420220018921>.
 7. Luiz RR. Associação estatística em epidemiologia: análise com múltiplas variáveis. In: *Epidemiologia*. 2nd ed. São Paulo: Atheneu; 2008. p. 676. <https://www.amazon.com.br/Epidemiologia-Caderno-Exerc%C3%ADcios-Roberto-Medronho/dp/8573799994>
 8. Figueiredo P, Marques EA, Lepers R. Changes in Contributions of Swimming, Cycling, and Running Performances on Overall Triathlon Performance Over a 26-Year Period. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016;30(9): 2406–2415. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001335>.
 9. Sousa CV, Aguiar S, Olher RR, Cunha R, Nikolaidis PT, Villiger E, et al. What Is the Best Discipline to Predict Overall Triathlon Performance? An Analysis of Sprint, Olympic, Ironman® 70.3, and Ironman® 140.6. *Frontiers in Physiology*. 2021;12: 654552. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.654552>.
 10. CNS. *Conselho Nacional de Saúde - Pagina Inicial pegar a ref no texto*. <https://conselho.saude.gov.br/> [Accessed 23rd January 2024].
 11. Spancken S, Steingrebe H, Stein T. Factors that influence performance in Olympic air-rifle and small-bore shooting: A systematic review. Jan YK (ed.) *PLOS ONE*. 2021;16(3): e0247353. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247353>.
 12. Mon-López D, Zakyntinaki MS, Cordente CA, García-González J. The Relationship Between Pistol Olympic Shooting Performance, Handgrip and Shoulder Abduction Strength. *Journal of Human Kinetics*. 2019;69: 39–46. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0009>.
 13. Martins LCX, Russo MT, Ribeiro P. Neural Correlates of Shooting Sports Performance: A Systematic Review on Neural Efficiency Hypothesis. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 2022;91(4): 350–374. <https://doi.org/10.37310/ref.v91i4.2915>.
 14. Yur'yev AA. *Competitive Shooting: Techniques & Training for Rifle, Pistol, and Running Game Target Shooting*. Fairfax, VA: National Rifle Association of America; 1985.
 15. Moreira Da Silva F, Malico Sousa P, Pinheiro VB, López-Torres O, Refoyo Roman I, Mon-López D. Which Are the Most Determinant Psychological Factors in Olympic Shooting Performance? A Self-Perspective from Elite Shooters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(9): 4637. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094637>.



Artigo Original

Original Article



Obesidade, frequência alimentar e nível de atividade física de crianças e adolescentes durante a pandemia de COVID-19: um estudo transversal

Obesity, Food Frequency, and Physical Activity Level of Children And Adolescents during the COVID-19 Pandemic: A Cross-Sectional Study

Luana Cristina Silva¹; Yan Léo de Melo Vieira¹; Camila Fernanda Cunha Brandao^{§1,2} PhD.

Recebido em: 21 de novembro de 2023. Aceito em: 15 de março de 2024.

Publicado online em: 20 de março de 2024.

DOI: 10.37310/ref.v92i2.2944

Resumo

Introdução: O isolamento social teve influência sobre os níveis de obesidade e sedentarismo em crianças e adolescentes.

Objetivo: Avaliar o estado nutricional, o nível de atividade física e a frequência alimentar (segundo categorias), além de estimar a correlação de nível de atividade física e com o estado nutricional em escolares de ambos os sexos entre 10 e 14 anos de idade, durante a pandemia de CoViD-19.

Métodos: Estudo observacional, transversal, com amostra por conveniência. Participaram 50 escolares, com idades entre 10 e 14 anos, da cidade de Claudio-MG. Foram avaliados por meio de questionários: nível de atividade física (IPAQ), frequência alimentar (QFA para adolescentes), peso e altura autodeclarados e aspectos sociodemográficos. Foram apresentadas estatísticas descritivas.

Resultados: A prevalência de obesidade foi de 25%, de excesso de peso de 29%, de eutrofia de 42% e de desnutrição de 4%. Segundo sexo, somando-se obesidade e excesso de peso, a prevalência foi de 71% em meninos e 47% em meninas. Quanto ao nível de atividade física, 40% eram irregularmente ativos e 2% sedentários. Quanto a frequência alimentar, houve maior consumo de cereais e biscoitos na comparação com verduras.

Conclusão: A maioria das crianças e adolescentes não apresentava ingestão de nutrientes adequada, o que pode acarretar distúrbios metabólicos e doenças crônicas. Além da prevalência elevada de sobrepeso, obesidade, bem como de irregularmente ativos e sedentários.

Palavras-chave: obesidade, inflamação, isolamento social, ingestão de nutrientes, sedentarismo.

Abstract

Introduction: Social isolation had an influence on the levels of obesity and sedentary lifestyle in children and adolescents.

Pontos Chave

- A prevalência de obesidade e de excesso de peso representaram 53% da amostra.
- Essa prevalência foi maior entre os meninos: 71%.
- A prevalência de irregularmente ativos e sedentários somaram 42% da amostra.

§Autor correspondente: Camila Fernanda Cunha Brandao – e-mail: camila.brandao@uemg.br

Afiliações: ¹Laboratório de Pesquisa em Metabolismo, Fisiologia e Exercício Físico, Universidade do Estado de Minas Gerais – Divinópolis, MG, Brasil; ²Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Objective: To evaluate the nutritional status, level of physical activity and frequency of eating (according to categories), in addition to estimating the correlation between the level of physical activity and the nutritional status of schoolchildren of both sexes between 10 and 14 years of age, during the CoViD-19 pandemic.

Methods: This was an observational, cross-sectional study with convenience sampling. A total of 50 schoolchildren, aged between 10 and 14 years, from the city of Claudio-MG participated in the study. The following questionnaires were assessed using questionnaires: level of physical activity (IPAQ), food frequency (FFQ for adolescents), self-reported weight and height, and sociodemographic aspects. Descriptive statistics were presented.

Results: The prevalence of obesity was 25%, overweight was 29%, normal weight was 42% and malnutrition was 4%.

According to sex, including obesity and overweight, the prevalence was 71% in boys and 47% in girls. Regarding the level of physical activity, 40% were irregularly active and 2% were sedentary. Regarding food frequency, there was a higher consumption of cereals and biscuits compared to vegetables.

Conclusion: It was noted that most children and adolescents did not have adequate nutrient intake, which can lead to metabolic disorders and chronic diseases. In addition to the high prevalence of children and adolescents classified as overweight and obese, the prevalence of irregularly active and sedentary children was also high.

Key Points

- The prevalence of obesity and overweight accounted for 53% of the sample.
- This prevalence was higher among boys: 71%.
- The prevalence of irregularly active and sedentary individuals accounted for 42% of the sample.

Keywords: obesity, inflammation, social isolation, nutrients intake, sedentarism.

Obesidade, frequência alimentar e nível de atividade física de crianças e adolescentes durante a pandemia da COVID-19: um estudo transversal

Introdução

A obesidade é considerada um dos problemas mais graves de saúde pública, com o aumento exponencial nas últimas décadas. Muitas vezes, advém de um balanço energético positivo, quando a ingestão calórica é maior do que o gasto energético(1). Trata-se de uma doença multifatorial, que resulta no acúmulo excessivo de gordura pela inflamação dos adipócitos(2). Ademais, está diretamente relacionada com alterações endócrinas, celulares, e desenvolvimento de outras comorbidades(3). Aproximadamente, 60% dos adultos brasileiros apresentam excesso de peso e um em cada quatro adultos tem obesidade, o que resulta em mais de 41 milhões de pessoas com sobrepeso e/ou com obesidade(4).

A obesidade infantil é um dos distúrbios que cresce de forma exponencial no Brasil, em decorrência de consumo elevado de

alimentos industrializados e de falta da prática de exercícios físicos nas horas de lazer(5). Em 2020, a prevalência de obesidade foi de 12,5% em meninas e 18% em meninos. Entretanto, foi estimado que no Brasil aproximadamente um terço das crianças e adolescentes podem desenvolver obesidade até 2035. Dentre os quais, estimara-se que serão 23% de meninas e 33% meninos obesos(6). Contudo, é suposto que as crianças com obesidade tornem-se adolescentes com obesidade e, posteriormente, adultos com obesidade(7).

Em 2019, 97% dos estudantes brasileiros de 13 a 17 anos consumiram, pelo menos, um alimento ultraprocessado no dia(8). No entanto, o hábito de permanecer sentado, associado à exposição de eletrônicos, foi superior a três horas por dia. O tempo dedicado a assistir à televisão foi superior entre as meninas, quando comparado aos meninos. Esse tempo, quando superior a duas horas, foi mais frequente entre os

alunos de escolas públicas comparados aos da rede privada(8).

Segundo Kleiner *et al.*(9), ter uma vida ativa desde a infância traz vários benefícios para a saúde como o fortalecimento do sistema imunológico, a redução e riscos de doenças cardíacas, infartos e acidente vascular cerebral, auxilia na melhora da qualidade do sono, redução da gordura corporal e aumento da massa muscular, contribuindo na saúde física, na saúde mental e social. Dessa maneira, é possível contribuir para o controle e a prevenção das doenças crônicas, como também, proporcionar melhoras no crescimento e desenvolvimento motor das crianças.

Nesse contexto, a prática de atividade física e a alimentação equilibrada se apresentam como importantes aliados no controle da obesidade infantil, além de aprimorar o desenvolvimento motor da criança, o aumento da autoestima e a manutenção ou perda de peso(8). Durante a pandemia, com o aumento do comportamento sedentário, foi observado que 50% das crianças e adolescentes com idade entre 5 e 17 anos aumentaram a sensação de fome, qual teve uma relação com sexo e idade(10). Tais dados que destacam a importância de analisar criticamente, na infância, o comportamento quanto aos hábitos alimentares e de atividade física, para que possam ser identificadas estratégias que contribuam para prevenir a obesidade e complicações associadas. Portanto, o objetivo deste estudo foi examinar o estado nutricional, o nível de atividade física e a frequência alimentar (segundo categorias), além de estimar a correlação de nível de atividade física e com o estado nutricional em escolares de ambos os sexos, entre 10 e 14 anos de idade, durante a pandemia de CoViD-19.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

Estudo observacional, transversal, em amostra por conveniência, conduzido em crianças e adolescentes escolares da rede pública da cidade de Cláudio, Minas Gerais,

sendo elegíveis para participar do estudo 50 alunos. Os participantes foram recrutados a partir de ampla divulgação por meio de folders e postagens em redes sociais. A partir do interesse, foi disponibilizado um *link* para que os responsáveis dos menores acessassem aos questionários autopreenchíveis no ambiente da *internet*. O critério de inclusão foi estar matriculado na rede pública do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental II. Os critérios de exclusão foram: 1) Não responder de forma correta ou completa as questões dos questionários; e 2) Não ter o consentimento do responsável para participar da pesquisa. A pesquisa teve lugar entre os meses de junho e setembro de 2020.

Aspectos éticos

O projeto foi previamente aprovado pela Comissão de Ética em pesquisa da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), unidade Divinópolis, seguindo as Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CAAE 35931020.1.0000.5115). Inicialmente, os responsáveis e participantes realizaram a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), e só participaram do estudo após ambas as assinaturas. Após isso, foi disponibilizado o acesso aos demais questionários.

Variáveis de estudo

As variáveis dependentes do estudo foram: estado nutricional e as variáveis de exposição foram: nível de atividade física e frequência alimentar segundo categorias.

Estado nutricional

A partir das informações de peso e estatura corporal autodeclarados pelos participantes, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), conforme a fórmula: $IMC(kg/m^2) = peso(kg) \div altura(m)^2$. Após aplicada a fórmula, foram classificados de acordo com a Organização Mundial da Saúde(11), conforme a idade das crianças e adolescentes.

Nível de atividade física

O nível de atividade física foi avaliado pelo Questionário Internacional de

Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire*: IPAQ), versão curta. O questionário avalia o nível de atividade física considerando a frequência e a intensidade (leve, moderada ou vigorosa) da prática do indivíduo(11). De acordo com a metodologia do instrumento, a classificação para o indivíduo seguiu os seguintes padrões:

- **Muito ativo:** aquele que cumpriu as recomendações de prática de atividade física em:
 - a) Intensidade vigorosa em ≥ 5 dias/sem com duração ≥ 30 minutos por sessão; ou
 - b) Intensidade vigorosa em ≥ 3 dias/sem com duração ≥ 20 minutos por sessão + atividade em intensidade moderada ou caminhada em: ≥ 5 dias/sem com duração de ≥ 30 minutos por sessão.
- **Ativo:** aquele que cumpriu as recomendações de prática de atividade física em:
 - a) Intensidade vigorosa em ≥ 3 dias/sem com duração ≥ 20 minutos por sessão; ou
 - b) Intensidade moderada ou caminhada em ≥ 5 dias/sem com duração de ≥ 30 minutos por sessão; ou
 - c) Atividade física em qualquer intensidade em ≥ 5 dias/sem totalizando ≥ 150 minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).
- **Irregularmente ativo:** aquele que realiza atividade física, porém, de forma insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa).
- **Sedentário:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

O IPAQ estima ainda a quantidade de tempo sentado.

Frequência alimentar

A frequência alimentar foi avaliada pelo Questionário de Frequência Alimentar para Adolescentes (QFA). O instrumento avalia a ingestão de nutrientes (quantidade e tipo) em determinado período (meses, dias e semanas)(12). O consumo de alimentos como frutas, legumes, doces e outros ultraprocessados nos últimos seis meses, são avaliados por grupos alimentares: a) Guloseimas: batata chips, chocolate, sorvete, chocolate em pó, pipoca, açúcar, balas, doces, sobremesa; b) Salgadinhos e preparações: sanduíche (misto), sanduíche natural, coxinha, pastel, esfiha, farofa, pão de queijo, pizza, cachorro quente, croissant; c) Cereais, pães e tubérculos: arroz cozido, macarrão, massas, cereais matinais, batata frita, batata cozida; d) Biscoitos: biscoito sem recheio, biscoito com recheio; e) Leites e derivados: leite integral, leite desnatado, iogurte natural, iogurte diet, queijo, requeijão, margarina/manteiga); f) Óleos: azeite de Olívia, maionese; Verduras e legumes: beterraba, cenoura, ervilha, milho verde; e g) Carnes e ovos: carne cozida, frango assado, peixe frito, carne suína, ovo frito. Dos alimentos ingeridos, foram oferecidas opções de quantidade de porções, dentre as quais, poderiam ser: “colher”, “ponta de faca”, “copo” entre outros. Quanto à frequência, as categorias são as seguintes: Nunca = 0 porções/dia, 1 a 3 vezes por mês: 0,07 porções/por dia, 1 vez por semana: 0,14 porções/por dia, 2 a 4 vezes na semana: 0,43 porções/dia, 1 vez ao dia: 1 porção/dia, 2 ou mais vezes por dia 2 porções ao dia(12).

Análise estatística

A análise descritiva foi apresentada em percentis, média e desvio padrão. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para a comparação entre os grupos (meninas e meninos) e intragrupos (alimentos), foi utilizada a ANOVA *two-way* medidas repetidas (modelo linear generalizado), com post-hoc de Sidak. Para estimar a correlação de nível de atividade física com IMC, utilizou-se o teste de Spearman. Valor de significância $p < 0,05$. Análises realizadas

pelo software SPSS Statistics™ 20 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

Resultados

Dos cinquenta participantes, dois não responderam de forma corretamente ou deixaram questões incompletas, sendo necessária a exclusão do estudo. Assim, participaram do estudo 48 crianças e adolescentes, sendo 34 (70%) sexo feminino e 14 (30%) do sexo masculino, com média de idade de 12,1(±1,23) anos.

Na amostra, a prevalência de obesidade e excesso de peso somados foi de 54% (Tabela 1), sendo que, em meninos essa prevalência foi de 72% e, em meninas, foi de 47%. A prevalência de sedentários ou irregularmente ativos somadas foi de 42%, sendo que em meninos, a prevalência foi de 43% e de 41% em meninas.

Quanto ao tempo sentado, os participantes ficavam, em média, 7,4 horas sentados durante um dia de semana, e 7 horas durante um dia de fim de semana.

Em relação à frequência alimentar dos avaliados, apresentada na Tabela 2, observou-se que os meninos apresentaram significativamente ($p < 0,05$) maior consumo em quase todas as categorias de alimentos, à exceção de: óleos ($p = 0,552$); frutas ($p = 0,179$); e feijão ($p = 0,095$).

Foi observada correlação negativa entre o IMC e nível de atividade física tanto nas meninas ($r = -0,568$ $p = 0,001$) quanto nos meninos ($r = 0,640$ e $p = 0,013$).

Discussão

Os principais achados do estudo foram a alta a prevalência de obesidade e de excesso de peso, sendo ainda mais elevada nos meninos (72%) em comparação com as meninas (47%). A prevalência de baixos níveis de prática de atividade física (sedentários e irregularmente ativos) foi aproximada entre ambos os sexos (43% nos meninos e 41% nas meninas). Além disso, correlação inversa de nível de atividade física com IMC em ambos os sexos. Quanto ao consumo alimentar, houve diferenças estatisticamente significativas entre meninos e meninas ($p < 0,05$). Os meninos exibiram consumo mais elevado de

alimentos ricos em gorduras e açúcares. Quando comparados com as meninas, também foi demonstrado que os meninos possuíam consumo mais elevado de carboidratos, proteínas, verduras e legumes.

Outras pesquisas em crianças e adolescentes, com faixa etária similar à do presente estudo, apresentaram prevalência de 50% de sobrepeso ou obesidade(13,14). Outra investigação, com uma amostra composta por 65 crianças de dois a cinco anos, observou que houve prevalência de 38% de sobrepeso e obesidade(15), idade inferior quando comparado ao nosso estudo, cujo foi de 12 anos.

Quanto ao nível de atividade física, a prevalência de sedentários ou irregularmente ativos foi de 42%. Foi observado em uma amostra composta por 170 crianças e 232 adolescentes, com idade média de 8±1 e 13±2 anos, respectivamente, de ambos os sexos na cidade de São Paulo, Brasil, que 62% foram classificados como inativos ou inadequadamente ativos(16). Outro estudo, com 899 alunos do ensino médio da rede pública de São José dos Pinhais, no Paraná, Brasil, com idade média de 15±1 anos teve como resultado 83% dos participantes classificados como insuficientemente ativos fisicamente(17).

Sobre o consumo de alimentos industrializados, um estudo longitudinal (mediana de tempo de seguimento de 19 anos), conduzido em amostra populacional ($n = 11.898$) de adultos (>20 anos), nos Estados Unidos, demonstrou que indivíduos no quartil mais alto de frequência de ingestão de alimentos ultraprocessados – que incluem bebidas adoçadas com açúcar ou adoçadas artificialmente, leite adoçado, salsichas ou outras carnes reconstituídas, cereais açucarados, confeitos, sobremesas, tiveram um risco 31% maior de mortalidade por todas as causas, comparados com os indivíduos no quartil mais baixo, sendo que não houve associação desse tipo de alimentos com mortalidade por doenças cardiovasculares(18).

Independentemente da atividade física, o tempo total sentado tem sido demonstrado associado a um maior risco de vários desfechos importantes de doenças crôni-

Tabela 1 – Distribuição de estado nutricional e de nível de atividade física em crianças e adolescentes durante a pandemia da COVID-19

Variáveis	Total (N= 48)	Masculino (n=14)	Feminino (n=34)
	(%)	(%)	(%)
<i>Estado nutricional</i>			
Abaixo do peso	4	0	6
Eutrófico	42	28	47
Excesso de peso	29	36	26
Obesidade	25	36	21
<i>Nível de atividade física</i>			
Sedentário	2	7	0
Irregularmente ativo	40	36	41
Ativo	33	29	35
Muito ativo	25	28	24

Tabela 2 - Frequência alimentar de crianças e adolescentes de 10 a 14 anos

Variáveis	Geral (N=48) ($\mu \pm DP$)	Feminino (n=34) ($\mu \pm DP$)	Masculino (n=14) ($\mu \pm DP$)	<i>p</i>
Idade	12,1 \pm 1,23	12,3 \pm 1,18	11,5 \pm 1,22	0,046
Guloseimas	0,25 \pm 0,26 ^{*#}	0,15 \pm 0,18 ^{*#}	0,48 \pm 0,27 ^{*#}	<0,001
Salgadinhos e preparações	0,18 \pm 0,21 ^{\$*#}	0,12 \pm 0,17 ^{*#}	0,31 \pm 0,24 ^{*##}	0,006
Cereais, pães e tubérculos	0,33 \pm 0,32 ^{\$$\phi$*#}	0,24 \pm 0,28 ^{*#}	0,53 \pm 0,34 ^{*#}	0,004
Leites e derivados	0,24 \pm 0,35 ^{*#}	0,16 \pm 0,26 ^{*#}	0,45 \pm 0,45 ^{*#}	0,008
Óleos	0,19 \pm 0,36 ^{*\forall#}	0,18 \pm 0,39 ^{*#}	0,24 \pm 0,25 ^{*#}	0,552
Verduras e Legumes	0,15 \pm 0,21 ^{ϕ*#}	0,10 \pm 0,19 ^{*#}	0,26 \pm 0,23 ^{*##}	0,023
Frutas	0,55 \pm 0,69 ^{\$$\phi$$\forall$#}	0,45 \pm 0,70 [#]	0,76 \pm 0,65 [#]	0,179
Biscoitos	0,27 \pm 0,44 ^{\$$\phi$*#}	0,11 \pm 0,22 ^{*#}	0,70 \pm 0,57 ^{##}	<0,001
Carnes	0,34 \pm 0,45 ^{*#}	0,26 \pm 0,47 ^{*#}	0,50 \pm 0,35 ^{*#}	0,114
Embutidos e Salsicha	0,30 \pm 0,50 ^{*#}	0,17 \pm 0,41 ^{*#}	0,59 \pm 0,58 [#]	0,009
Feijão	0,96 \pm 0,88 [*]	0,81 \pm 0,91 [*]	1,29 \pm 0,71 [*]	0,095
Refrigerantes	0,30 \pm 0,37 ^{\$$\phi$*#}	0,17 \pm 0,28 ^{*#}	0,60 \pm 0,40 [#]	<0,001
Suco Natural	0,40 \pm 0,68 ^{*#}	0,25 \pm 0,57 [#]	0,74 \pm 0,80	0,023
Água	1,22 \pm 0,91 [#]	1,05 \pm 0,96 [#]	1,64 \pm 0,61 ^{##}	0,039

P: *p*-valor resultado do teste ANOVA two-way com medidas repetidas, comparação entre grupos (meninas *versus* meninos); μ : média; DP: desvio padrão ($\mu \pm$)

Análise intragrupo (Geral, meninas e meninos) – Símbolos da significância estatística: \$: diferença estatística em “Salgadinhos”; ϕ : diferença estatística em “Verduras”; \forall : diferença estatística em “Óleo”; *: diferença estatística em “Feijão”; #: diferença estatística “Água”; †: diferença estatística em “Biscoitos”.

cas(19), para mortalidade por todas as causas e doenças cardiovasculares(20), foi identificado um limiar de 6-8 h/dia sentado total, acima do qual o risco aumenta(21). Nosso estudo observou que os participantes ficam em média 7,4 horas sentados durante um dia de semana e 7 horas durante um dia de fim de semana. Foi observado que as crianças passam mais tempo sentado nos dias de semana do que nos finais de semana(22).

Quanto ao consumo alimentar, a amostra do estudo apresentou elevada frequência do consumo de feijão e frutas, porém, o consumo de cereais e biscoitos foi maior em comparação com verduras. Os meninos apresentaram maior consumo destes alimentos comparado às meninas. Outros estudos apresentam alto consumo de doces, frituras e refrigerantes(23). Observaram que em ambos os grupos os alimentos mais ingeridos foi feijão, leite ou iogurte e frutas frescas, enquanto os legumes e verduras apresentaram um menor consumo(24). Também, observaram um alto consumo de alimentos hipercalóricos e ricos em sódio como bolachas/biscoitos doces ou recheados, doces, balas e chocolates, batata frita, batata de pacote, salgadinhos fritos, hambúrguer, embutidos e refrigerantes. Smouter *et al.*(23) também observaram o consumo insuficiente de verduras e legumes, massas, leite e derivados, e o maior consumo, destacaram o grupo dos feijões, gorduras e óleos, açúcares e doces.

O comportamento das crianças piorou com o período de quarentena da pandemia, com aumento inapropriado de computadores, consequentemente sedentarismo, especialmente em crianças e adolescentes com risco de desenvolvimento de sobrepeso e obesidade(24). Neste estudo, foi possível notar em percentuais significativos o baixo nível de atividade física, como também, obesidade e excesso de peso. Além de maus hábitos alimentares por grande parte dos avaliados, e principalmente os meninos. Com base nisso, torna-se necessário discutir a respeito do desenvolvimento das diversas patologias que podem surgir em decorrência da obesidade em escolares.

Pontos fortes e limitações do estudo

O ponto forte foi proceder uma estimativa do estado nutricional e de prática de atividade física na população escolar de crianças e adolescentes na cidade de Cláudio, MG. Tal levantamento pode indicar a necessidade de mais atenção a esses dois aspectos na população de estudo.

Dentre as limitações do estudo está o tamanho amostral que, sob um processo de seleção e amostra por conveniência pode não representar o todo. Além disso, tem-se que o estudo foi desenvolvido de maneira remota, com preenchimento de questionários online, e medidas de massa e altura corporal autodeclaradas. Além do que, avaliações por questionários podem apresentar subrelatos.

Portanto, há a necessidade de que outros estudos sejam conduzidos buscando realizar a avaliação em todos os escolares (o censo).

Conclusão

O objetivo deste estudo foi examinar o estado nutricional, o nível de atividade física e a frequência alimentar (segundo categorias) e estimar a correlação de nível de atividade física e com o estado nutricional em escolares de ambos os sexos entre 10 e 14 anos de idade, durante a pandemia de CoViD-19. A maioria das crianças e adolescentes não apresentava ingestão de nutrientes adequada, o que pode acarretar distúrbios metabólicos e doenças crônicas. Além da prevalência elevada de sobrepeso, obesidade, irregularmente ativos e sedentários dos participantes.

As análises mostraram que quanto maior o nível de atividade física, menor o IMC. Além disso, os meninos apresentaram maior ingestão de alimentos ricos em gorduras e açúcares, quando comparados com as meninas, o que pode estar relacionado com a maior prevalência de obesidade entre os meninos.

O desenvolvimento da obesidade está diretamente relacionado com a prática de atividade física e alimentação, sendo decorrente do balanço energético positivo, sendo assim, a prática de atividade física desde a infância aliada a uma alimentação saudável deve ser incentivada desde os

primeiros anos de vida. Assim, recomenda-se que outros estudos de intervenção sejam conduzidos a fim de que sejam identificados padrões de quantidade de educação física escolar que possam contribuir para prevenir a obesidade em crianças e adolescentes alunos da rede pública.

Declaração de conflito de interesses

Não nenhum conflito de interesses no presente estudo.

Declaração de financiamento

Pesquisador Produtividade da UEMG – PQ/UEMG, Convênio de Cooperação Técnica e Financeira nº 154 (Educação Física em Extensão), Edital Nº 001/2021 - **Demanda Universal** FAPEMIG (APQ-02169-21).

Referências

1. Uranga RM, Keller JN. The Complex Interactions Between Obesity, Metabolism and the Brain. *Frontiers in Neuroscience*. 2019;13: 513. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00513>.
2. Kahn CR, Wang G, Lee KY. Altered adipose tissue and adipocyte function in the pathogenesis of metabolic syndrome. *Journal of Clinical Investigation*. 2019;129(10): 3990–4000. <https://doi.org/10.1172/JCI129187>.
3. Lee, Park, Oh, Lee, Kim, Bae. The Role of Adipose Tissue Mitochondria: Regulation of Mitochondrial Function for the Treatment of Metabolic Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019;20(19): 4924. <https://doi.org/10.3390/ijms20194924>.
4. Ministério da Saúde. *Painel de Indicadores – PNS*. Pesquisa Nacional em Saúde (PNS). <https://www.pns.icict.fiocruz.br/painel-de-indicadores-mobile-desktop/> [Accessed 14th March 2024].
5. Brum MM de. *O excesso de peso na infância e adolescência e o risco para diabetes tipo II : uma revisão de produção científica presente na Biblioteca Virtual de Saúde, 2016-2021*. [Trabalho de Conclusão de Curso - Especialização.] [Porto Alegre, RS]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2021. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/231956> [Accessed 14th March 2024].
6. World Obesity Federation. *World Obesity Atlas 2023*. World Obesity Federation. <https://www.worldobesity.org/resources/resource-library/world-obesity-atlas-2023> [Accessed 14th March 2024].
7. Andrade MC de. *Análise do equilíbrio postural e estabilidade de crianças e adolescentes obesos após protocolo de treinamento funcional de alta intensidade: estudo piloto*. [Tese de Doutorado] Universidade Nove de Julho; 2022. <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/te/e/3111> [Accessed 14th March 2024].
8. Brasil. *Caderno Temático do Programa Saúde na Escola: alimentação saudável e prevenção da obesidade*. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2022.
9. Kleiner A, Neves PMJ, Urquieta AS, Torcato AC, Francisca A. Importância do tratamento e prevenção da obesidade infantil. *Educação Física em Revista*. 2010;4(2). <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/efr/article/view/1582>
10. Nicodemo M, Spreghini MR, Manco M, Wietrzykowska Sforza R, Morino G. Childhood Obesity and COVID-19 Lockdown: Remarks on Eating Habits of Patients Enrolled in a Food-Education Program. *Nutrients*. 2021;13(2): 383. <https://doi.org/10.3390/nu13020383>.
11. World Health Organization. *Growth reference 5-19 years - BMI-for-age (5-19 years)*. <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age> [Accessed 14th March 2024].
12. Villar BS. *Desenvolvimento e validação de um questionário semi-quantitativo de frequência alimentar para adolescentes*. [Tese de Doutorado] [São Paulo]: Universidade de São Paulo; 2001. <https://doi.org/10.11606/T.6.2016.tde-21072016-103625>. [Accessed 14th March 2024].
13. Brevidelli MM, Coutinho RMC, Costa LFV, Costa LC. Prevalência e fatores associados ao sobrepeso e obesidade entre adolescentes de uma escola pública. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*. 2015;28(3): 379–386.

- <https://doi.org/10.5020/18061230.2015.p379>.
14. Ferrari GLDM, Matsudo V, Katzmarzyk PT, Fisberg M. Prevalence and factors associated with body mass index in children aged 9–11 years. *Jornal de Pediatria*. 2017;93(6): 601–609. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2016.12.007>.
 15. Bertuol CD, Navarro AC. Consumo Alimentar e prevalência de obesidade/emagrecimento em pré-escolares de uma escola infantil pública. *RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. 2015;9(52): 127–134.
 16. Cabrera TFC, Correia IFL, Santos DOD, Pacagnelli FL, Prado MTA, Silva TDD, *et al*. Análise da prevalência de sobrepeso e obesidade e do nível de atividade física em crianças e adolescentes de uma cidade do sudoeste de São Paulo. *Journal of Human Growth and Development*. 2014;24(1): 67. <https://doi.org/10.7322/jhgd.73455>.
 17. Piola TS, Bacil EDA, Pacífico AB, Camargo EMD, Campos WD. Nível insuficiente de atividade física e elevado tempo de tela em adolescentes: impacto de fatores associados. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2020;25(7): 2803–2812. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020257.24852018>.
 18. Kim H, Hu EA, Rebholz CM. Ultra-processed food intake and mortality in the USA: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III, 1988–1994). *Public Health Nutrition*. 2019;22(10): 1777–1785. <https://doi.org/10.1017/S1368980018003890>.
 19. Lee PH, Wong FKY. The Association Between Time Spent in Sedentary Behaviors and Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2015;45(6): 867–880. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0322-y>.
 20. Ekelund U, Tarp J, Steene-Johannessen J, Hansen BH, Jefferis B, Fagerland MW, *et al*. Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis. *BMJ*. 2019; 14570. <https://doi.org/10.1136/bmj.14570>.
 21. Patterson R, McNamara E, Tainio M, De Sá TH, Smith AD, Sharp SJ, *et al*. Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incident type 2 diabetes: a systematic review and dose response meta-analysis. *European Journal of Epidemiology*. 2018;33(9): 811–829. <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0380-1>.
 22. Bracco MM. *Estudo da atividade física, gasto energético e ingestão calórica em crianças de escola pública na cidade de São Paulo*. [Dissertação de Mestrado] [Campinas]: UNICAMP; 2001.
 23. Smouter L, Smolarek ADC, Mascarenhas LPG, Souza Junior TPD. Consumo alimentar de adolescentes de diferentes níveis de atividade física. *Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar*. 2017;6(1): 28. <https://doi.org/10.24302/sma.v6i1.1309>.
 24. Vandoni M, Codella R, Pippi R, Carnevale Pellino V, Lovecchio N, Marin L, *et al*. Combatting Sedentary Behaviors by Delivering Remote Physical Exercise in Children and Adolescents with Obesity in the COVID-19 Era: A Narrative Review. *Nutrients*. 2021;13(12): 4459. <https://doi.org/10.3390/nu13124459>.



Artigo Original

Original Article



Prevalência de sarcopenia em idosos fisicamente ativos e inativos: comparação de dois métodos de rastreamento

Prevalence of sarcopenia in physically active and inactive elderly: comparison of two screening methods

Henrique Novais Mansur^{1,2} PhD; Natália Rodrigues dos Reis² MSc; Leandro de Oliveira Sant'Ana² PhD;
Jeferson Macedo Vianna^{2,3} PhD

Recebido em: 11 de outubro de 2023. Aceito em: 05 de dezembro de 2022.

Publicado online em: 21 de março de 2024.

DOI: 10.37310/ref.v92i2.2930

Resumo

Introdução: A sarcopenia é uma síndrome geriátrica que precisa ser detectada precocemente.

Objetivo: Estimar a prevalência de sarcopenia (SARC) em idosos fisicamente ativos e inativos, por meio de dois métodos distintos: o SARC-CalF – que utiliza a circunferência de panturrilha e o SARC-F.

Métodos: Estudo observacional, transversal, com amostra por conveniência, composto por 109 idosos, divididos dois grupos: ativos fisicamente (GAF, n=64) e inativos fisicamente (GIF, n=45). Além dos instrumentos de rastreamento, avaliou-se a sarcopenia pelo protocolo do Grupo Europeu de Sarcopenia em Idosos (EGOWSOP).

Resultados: Ambos os grupos demonstraram maiores médias (0,35 e 0,57) em relação ao SARC-CalF. Houve diferença significativa no grupo GAF entre o SARC-CalF e o método padrão-ouro ($p=0,0096$). O grupo GIF apresentou diferença entre o SARC-CalF e padrão-ouro ($p=0,0009$) e de SARC-CalF para SARC-F ($p<0,0001$). Não houve diferença significativa na análise intergrupos relacionados aos métodos utilizados ($p>0,05$).

Conclusão: SARC-CalF é mais eficiente quando avaliado em população idosa ativa fisicamente, já para uma maior precisão nos dois grupos, o SARC-F obteve um resultado melhor.

Palavras-chave: saúde, força muscular, idoso, sarcopenia, diagnóstico.

Abstract

Introduction: Sarcopenia is a geriatric syndrome that needs to be detected early.

Objective: To estimate the prevalence of sarcopenia (SARC) in physically active and inactive older adults using two different methods: the SARC-CalF – which uses calf circumference – and the SARC-F.

§Autor correspondente: Henrique Novais Mansur – e-mail: hnmansur@gmail.com

Afiliações: ¹Colégio Militar de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil; ²Laboratório de Estudos e Pesquisas em Treinamento de Força (LABFOR), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil; ³Faculdade de Educação Física e Desportos - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

Pontos Chave

- SARC-CalF mostrou, em ambos os grupos maiores médias em comparação com SARC-F.
- Houve diferença significativa no grupo GAF entre o SARC-CalF e o método padrão ouro.
- O grupo GIF apresentou diferença entre o SARC-CalF e padrão ouro e de SARC-CalF para SARC-F.

Methods: This was an observational, cross-sectional study with a convenience sample, consisting of 109 older adults, divided into two groups: physically active (GAF, n=64) and physically inactive (GIF, n=45). In addition to the screening instruments, sarcopenia was assessed using the protocol of the European Group on Sarcopenia in the Elderly (EGOWSOP).

Results: Both groups showed higher means (0.35 and 0.57) in relation to SARC-CalF. There was a significant difference in the GAF group between the SARC-CalF and the gold standard method ($p=0.0096$). The GIF group showed a difference between SARC-CalF and gold standard ($p=0.0009$) and SARC-CalF and SARC-F ($p<0.0001$). There was no significant difference in the intergroup analysis related to the methods used ($p>0.05$).

Conclusion: SARC-CalF is more efficient when evaluated in a physically active elderly population, whereas for greater precision in both groups, the SARC-F obtained a better result.

Keywords: health, muscle strength, elderly, sarcopenia, diagnosis.

Key Points

- SARC-CalF showed in both groups higher mean compared to SARC-F.
- There was a significant difference in the GAF group between the SARC-CalF and the gold standard method.
- The GIF group showed a difference between SARC-CalF and gold standard and from SARC-CalF to SARC-F.

Prevalência de sarcopenia em idosos fisicamente ativos e inativos: comparação de dois métodos de rastreamento

Introdução

A sarcopenia é conceituada como perda da massa muscular, decorrente do processo de envelhecimento, em quantidade e qualidade, diminuindo a força muscular e acarretando baixo desempenho físico(1). É uma síndrome geriátrica classificada como doença (código CID-10M62.84), sendo uma condição multifatorial associada à redução da atividade física, deficiência na ingestão de proteínas e níveis de vitamina D e associada a um estado pró-inflamatório devido ao aumento do estresse oxidativo intracelular(2). Adicionalmente, o declínio dos níveis hormonais relacionado ao processo de envelhecimento contribui para a perda de massa muscular, especialmente testosterona, estrogênio e hormônio do crescimento(3).

A prevalência da sarcopenia diverge muito entre os estudos devido às diversas formas de avaliação e populações. No Brasil, Barbosa-Silva *et al.*(4) encontraram 13,9% de idosos sarcopênicos. Em recente revisão sistemática com metanálise, Petterman-Rocha *et al.*(5) seguiram o protocolo do Grupo Europeu de Sarcopenia em Idosos (*European Working Group on*

Sarcopenia in Older People: EWGSOP) e relataram a prevalência de sarcopenia, que variou de 10,0 a 27%, sendo estes resultados obtidos a partir de diferentes métodos de avaliação da sarcopenia.

A sarcopenia tem sua etiologia multifatorial – envelhecimento, desnutrição e baixos níveis de atividade física(6). A atividade física é um dos maiores fatores protetores contra sarcopenia podendo melhorar a quantidade e a qualidade de massa muscular pela redução da apoptose, do estresse oxidativo e da inflamação, além de melhorar a função mitocondrial e neuromuscular(7). Alguns estudos avaliaram a sarcopenia entre idosos ativos e sedentários(6–8), demonstrando que aproximadamente 70% dos sarcopênicos tinham níveis insuficientes de atividade física e que isso pode levar a um risco de 165% de chances de serem sarcopênicos. Ainda corroborando com a importância da atividade física nesse contexto, Yuenyongchaiwat & Akekawatchai(9) encontraram, em um estudo longitudinal com segmento de dois anos, que a reversibilidade da sarcopenia foi atribuída a um alto nível de atividade física.

A avaliação da saúde óssea é realizada por meio de diagnósticos de imagem cujo custo é elevado e, assim, diversas formas alternativas de avaliação têm sido estudadas. Pensando em saúde pública, a utilização de ferramentas de rastreamento é uma alternativa para redução de custos. Dentre as ferramentas, uma das mais utilizadas para avaliação da sarcopenia é o questionário SARC-F¹(10) que consta de um instrumento com cinco perguntas, sobre capacidade de força, de caminhada, de subir escadas e quedas estando, dessa forma, excluindo a avaliação da massa muscular. Em uma tentativa de otimizar a avaliação da sarcopenia por rastreamento e mantendo sua boa relação custo-benefício, Barbosa-Silva *et al.*(4) utilizaram a circunferência de panturrilha e encontraram uma melhor acurácia do instrumento, denominando o instrumento como SARC-CalF – que utiliza a circunferência de panturrilha, em idosos, sendo ainda desconhecido se o instrumento SARC-CalF apresenta melhor acurácia do que o SARC-F quando comparando a população idosa ativa e sedentária. O objetivo do estudo foi estimar a prevalência de sarcopenia (SARC) em idosos fisicamente ativos e inativos, por meio de dois métodos distintos: o SARC-CalF – e o SARC-F.

Métodos

Desenho e amostra do estudo

Estudo observacional, transversal, com amostra por conveniência, no qual participaram 109 idosos de ambos os sexos, na cidade de Rio Pomba – MG, recrutadas por convite feito pelas agentes comunitárias de saúde e equipe da pesquisa. O tamanho amostral foi calculado no software G*Power, versão 3.1.9.4, considerando um tamanho do efeito médio e um poder de 80%. A coleta dos dados foi realizada através de visita domiciliar, onde os indivíduos, antecipadamente, foram informados de todo o procedimento de avaliação. Os critérios de inclusão foram

serem moradores da cidade de Rio Pomba com idade superior a 65 anos e que consentiram em participar do estudo. O critério de exclusão da pesquisa foi estar incapacitado de realizar atividades físicas.

Aspectos éticos

Todos aqueles que concordaram em participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e todos os preceitos que regem a pesquisa científica envolvendo seres humanos presentes nas Resoluções nº 466 e nº 510 do Ministério da Saúde foram observados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais com o protocolo: CAAE 67925317.8.0000.5089 a partir da pesquisa “Rastreio, Diagnóstico e Reabilitação da Fragilidade e Sarcopenia em idosos da cidade de Rio Pomba – MG”.

Variáveis do estudo

A variável dependente do estudo (desfecho) foi a sarcopenia. A variável independente (exposição) observada foi atividade física e as covariáveis utilizadas de características da amostra foram: idade, escolaridade, situação conjugal, renda, moradia, ocupação, morbidades autorrelatadas (hipertensão, diabetes, cardiopatia, obesidade, osteoporose e tabagismo).

Para seleção dos indivíduos foi aplicada uma anamnese criteriosa sobre estado de saúde e aspectos demográficos tais como: idade, escolaridade, situação conjugal, renda, moradia, ocupação, morbidades autorrelatadas (hipertensão, diabetes, cardiopatia, obesidade, osteoporose e tabagismo). Com relação à avaliação da atividade física, foi realizada por questionamento, através de uma entrevista, sobre a prática regular de atividade física supervisionada ou não.

Atividade física

A avaliação da atividade física foi realizada por meio de duas questões de repostas dicotômicas: “Prática atividade física

¹ **Nota do Editor**

SARC-F (Strength, Assistance in walking, Rise from a chair, Climb stairs, and Falls).

Fonte: lamamura *et al.*, 2021 – <https://doi.org/10.1159/000518810>

regularmente?"; e "Sua prática de atividade física é supervisionada?". Depois de estimada a prática regular de atividade física, os idosos foram divididos em dois grupos: ativos fisicamente (GAF, n=64) e inativos fisicamente (GIF, n=45).

Sarcopenia

A sarcopenia foi avaliada pelo questionário SARC-F proposto por Malmstrom *et al.*(10) composto por 5 questões que indicam uma diminuição no desempenho físico sobre a força, caminhada, levantar-se de uma cadeira, subir escadas e quedas. Cada item avaliado é pontuado de acordo com a presença ou ausência deste ou quanto a quantidade de vezes ocorrido. O ponto de corte para sarcopenia é a soma maior ou igual a 4. A este questionário, foi acrescida a medida da perimetria de panturrilha (SARC-CalF), tendo como ponto de corte igual ou acima de 31 cm, proposto por Barbosa – Silva *et al.*(4). A perimetria de panturrilha foi mensurada na maior circunferência da panturrilha, em visão lateral ao avaliado.

A avaliação da sarcopenia foi realizada utilizando o protocolo proposto pelo EWGSOP(1) na qual foram avaliadas: a) Massa muscular – avaliada pela equação antropométrica proposta por Baumgartner *et al.*(11): $MMA = 0,2487(\text{massa corporal}) + 0,0483(\text{estatura}) - 0,1584(\text{circunferência DE quadril}) + 0,0732(\text{força de preensão manual}) + 2,5843(\text{sexo}) + 5,8828$; b) Força muscular mensurada através de preensão manual pelo dinamômetro (Saehan) com precisão de 0,1N; e c) Função muscular mensurada pelo teste de caminhada de velocidade usual de 15 pés.

Os pontos de corte adotados foram: a) Massa muscular baixa: $\leq 5,08\text{kg/m}^2$ para mulheres e $\leq 6,28\text{kg/m}^2$ para homens; b) Diminuição da força de preensão: $\leq 20\text{kg}$ para mulheres e $< 30\text{kg}$ para homens; c) Redução da velocidade da marcha considerada quando tempo maior que 7,6s para estatura $\leq 1,54$ e 6,6s quando estatura $> 1,54$ para mulheres. Tempo maior que 6,3s para estatura $> 1,68$ e 7s quando estatura $\leq 1,68$ para homens.

Para avaliar o grau de severidade dos estágios de sarcopenia, foi utilizada a seguinte classificação proposta pelo grupo EWGSOP(1): O idoso que possuísse apenas massa magra baixa (um sintoma) foi classificado como pré sarcopênico; aquele com baixas massa muscular e força ou função muscular (dois sintomas), como sarcopênico; e aquele que apresentasse baixas: massa, força e função muscular (três sintomas) foi classificado como sarcopênico severo. Os dados foram dicotomizados da seguinte maneira: pré sarcopênico – não caso (valor = 0); e sarcopênico e sarcopênico severo foram considerados caso (valor = 1).

Análise estatística

Para a avaliação das características descritivas da amostra foram utilizadas medidas de tendência central e de dispersão (média e desvio padrão, respectivamente). O teste para avaliar a normalidade da distribuição das variáveis analisadas foi o Shapiro Wilk. Para a comparação entre os métodos investigados, foi utilizado um ANOVA *one-way* para comparação intragrupos (intarmétodos) e intergrupos (para o mesmo método), seguido do teste de Tukey para múltiplas comparações. Para análise da concordância dos métodos SARC-F e SARC-CalF com os métodos padrão-ouro foi utilizado o teste de Bland Altman.

O método de Bland Altman detecta a concordância entre diferentes métodos de análise para uma determinada variável e assim determinar o nível de fidedignidade de cada método comparado o padrão-ouro. Para tanto, com o teste de Bland Altman é possível avaliar o viés (média das diferenças) e os limites de concordância (95%). O viés determina o quanto tal método (indireto) é eficiente quando comparado com o padrão-ouro (direto), para isso os valores precisam estar próximos de zero (0). E os limites mínimos e máximos de concordância, menos distante e mais próximo de 95%, respectivamente.

Por fim, foi aplicado o teste de curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), para analisar o nível de precisão dos métodos SARC-F e SARC-CalF ambos

foram comparados com o critério de diagnóstico padrão-ouro, o EWGSOP(1). Foi determinado um índice de confiança de 95% e um nível de significância de $p < 0,05$. Para toda a análise estatística foi utilizado o software GraphPrism, versão 8.0.1.

Resultados

Dos 109 participantes, 75 (68,81%) eram mulheres e 34 (31,19%) homens, sendo que, no total, 58,71% eram fisicamente ativos e 41,28% inativos. As características da amostra estão representadas na Tabela 1. A prevalência de sarcopenia nos grupos foi: no GAF, 10,70% e no GIF, 7,80%.

Tabela 1 – Características da amostra

Variáveis	GAF (n=64)	GIF (n=45)
	M±DP	M±DP
Idade (anos)	70,60 ± 7,90	71,10 ± 7,70
Peso (kg)	66,36 ± 11,44	65,92 ± 12,24
Estatura (m)	1,57 ± 0,08	1,55 ± 0,10
IMC (Kg/m ²)	26,76 ± 3,82	27,32 ± 5,42

GAF: grupo ativos fisicamente; **GIF:** inativos fisicamente grupo

O SARC-CalF demonstrou maiores médias ($p < 0,05$) para GAF e GIF (0,35 e 0,57, respectivamente). Para comparação dos grupos e métodos foi utilizado uma análise intragrupo e uma intergrupos. Na análise intragrupos comparou-se a diferença entre os métodos.

Na comparação intergrupos analisou-se a diferença dos resultados para o mesmo método. No GAF, observou-se uma diferença significativa entre o SARC-CalF e o método padrão-ouro ($p = 0,0096$). No GIF, houve diferença entre o SARC-CalF e padrão-ouro ($p = 0,0009$) e de SARC-CalF para SARC-F ($p < 0,0001$). Não houve diferença intergrupos para nenhum dos métodos aplicados ($p > 0,05$) (Figura 1).

Adicionalmente, foi calculado o nível de concordância dos métodos SARC-F e SARC-CalF com o método padrão-ouro para ambos os grupos através do método de Bland Altman.

Para o GAF na comparação do SARC-F com padrão-ouro foi encontrado um viés de 0,04 e um valor de concordância mínimo de -0,90 e máximo de 0,99. Com relação a SARC-CalF com padrão-ouro, observou-se um viés de 0,25 e um valor de concordância de -0,80 para 1,3, mínimo e máximo respectivamente.

Em relação ao GIF, na comparação do SARC-F com padrão-ouro, foi observado um viés de 0,08 com valores de concordância mínimo de -0,82 e máximo de 1,00. No que diz respeito ao SARC-CalF com o padrão-ouro, o viés foi de 0,44 e o limite mínimo e máximo de concordância foram -0,62 e 1,5, respectivamente.

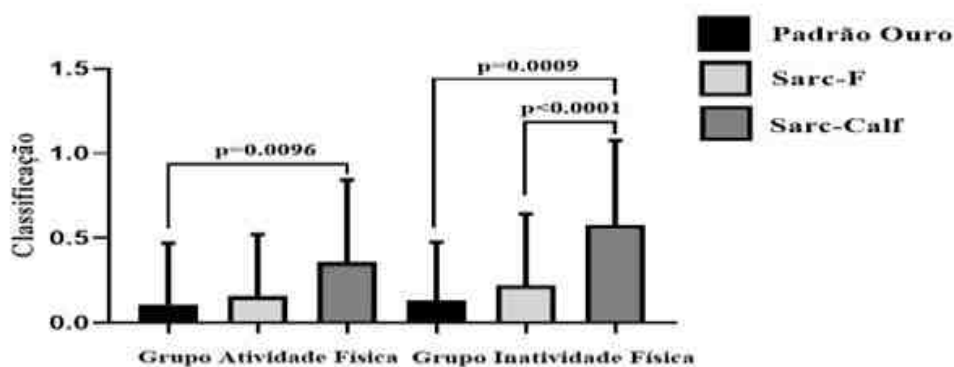


Figura 1 – Representação comparativa dos métodos aplicados para GAF e GIF.

Os resultados de concordâncias para SARC-F e SARC-CalF foram similares para ambos os grupos (GAF e GIF), porém, o SARC-F apresentou menores valores de viés e valores mínimos e máximos de concordância menos dispersos de 95%. Adicionalmente, para SARC-F os valores de viés foram próximos para GAF (0,04) e GIF (0,08) com dispersão mínima e máxima também bem próximas (-0,90-0,99 e -0,2-1,00, respectivamente). No entanto, para SARC-CalF e padrão-ouro os valores de viés para GAF e GIF foram mais dispersos (0,25 e 0,44, respectivamente) com valores de limite mínimo e máximo não tão diferentes (-0,80-1,3 e -0,62-1,5, respectivamente). Com isso, considerando o valor do viés, parece que o SARC-CalF pode ser influenciado pelo fato do indivíduo praticar alguma atividade física.

Por fim, com o objetivo de verificar a precisão dos métodos SARC-F e SARC-CalF foi plotado o cálculo da curva ROC,

Cujo resultado é expresso pela área sob a curva (*Area Under Curve: AUC*), segundo a qual, quanto maior a área sob a curva, maior precisão do diagnóstico(12) e são estimados os valores quanto à sensibilidade – possibilidade de resultados verdadeiros-positivos de uma determinada análise; e especificidade – possibilidade de resultados falsos-negativos de uma determinada análise(13).

No GAF, na análise de SARC-F com o padrão-ouro (Figura 2, Gráfico 1), foi encontrada uma AUC de 0,53 (CI95%=0,42–0,63%) com uma sensibilidade de 90,63% (CI95%=81,02–95,63%) e uma especificidade de 15,63% (CI95%=8,71–26,43%). Para SARC-CalF com padrão-ouro (Figura 2, Gráfico 2), foi encontrado um valor da AUC de 0,63 (CI95%=0,53–0,72%) com uma sensibilidade de 90,63% (CI95%=81,02–95,63%) e uma especificidade de 35,94% (CI95%=25,29–48,18%).

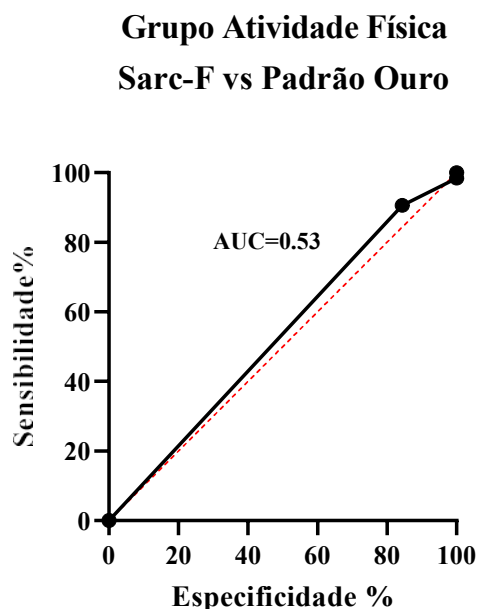


Gráfico 1 – Representação da curva ROC de SARC-F com padrão-ouro para GAF.

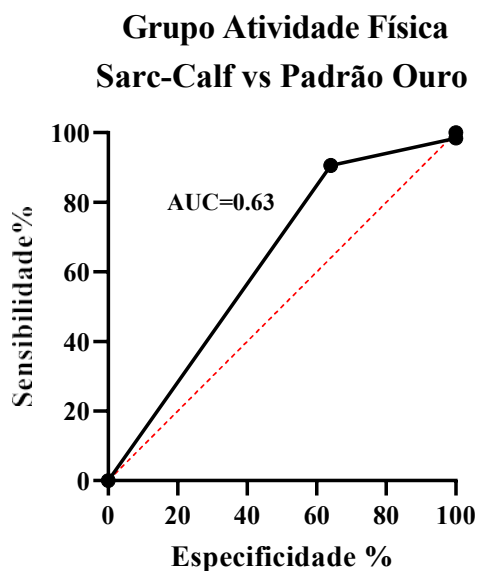


Gráfico 2 – Representação da curva ROC de SARC-CalF com padrão-ouro para GAF.

Figura 2 – Precisão dos métodos SARC-F e SARC-CalF no Grupo Ativos Fisicamente (GAF)

Com relação ao GIF, a curva ROC para SARC-F e padrão-ouro (Figura 3, Gráfico 3) apresentou um valor da AUC de 0,54 (CI95%=0,42–0,66%) com sensibilidade de 86,67% (CI95%=73,82%–93,74%) e especificidade de 22,22% (CI95%=12,54–36,27%). Para SARC-CalF com padrão-ouro (Figura 3, Gráfico 4), o valor da AUC foi de 0,72 (CI95%=0,61–0,82%) com sensibilidade de 86,67% (CI95%=73,82%–93,74%) e especificidade de 57,78% (CI95%=43,30–71,03%).

Seguindo os resultados da curva ROC, sugere-se que tanto SARC-F quanto SARC-CalF, quando comparados com o método padrão-ouro, demonstraram serem precisos devidos aos valores da AUC (0,53 a 0,72). Contudo, SARC-F demonstrou uma menor AUC para GAF e GIF, mas também menor especificidade (15,63 e 22,22%, respectivamente), o que demonstra menor chance de resultados falsos negativos. Já SARC-CalF, tanto para GAF quanto para GIF, demonstrou maior AUC (0,63-0,72%, respectivamente), conseqüentemente maior especificidade (25,94 e 57,78%, respectivamente). Entretanto, parece que

SARC-F é um método que oferece precisão para indivíduos ativos e inativos, enquanto o SARC-CalF seja mais eficiente para indivíduos ativos do que inativos.

Discussão

SARC-CalF Os principais achados do presente estudo foram que, considerando a sensibilidade e especificidade, que o SARC-F se apresentou como um método que oferece precisão na avaliação tanto para indivíduos fisicamente ativos e quanto inativos, enquanto o SARC-CalF mostrou-se mais eficiente para indivíduos fisicamente ativos em comparação com inativos.

Pagotto *et al.*(13) em uma revisão sistemática, analisaram métodos usados para estimar a prevalência de sarcopenia em idosos e observaram que os protocolos utilizados para classificar idosos sarcopênicos são manipulados de acordo com algumas características, entre essas características está a prática de atividade de física. Os autores observaram que a população que apresentou menor prevalência de sarcopenia em idosos foi

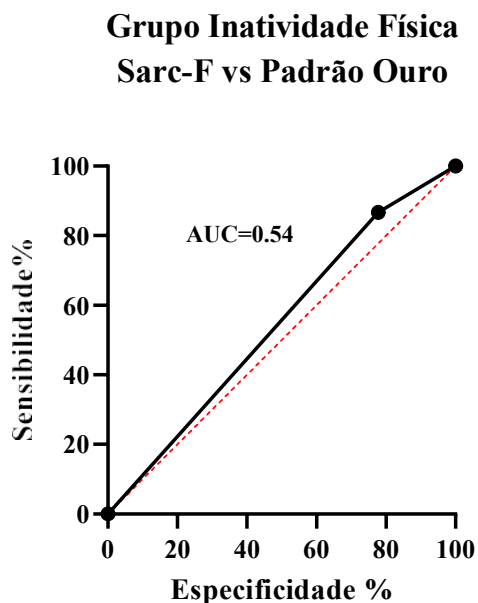


Gráfico 3 – Representação da curva ROC de SARC-F com padrão-ouro para GIF.

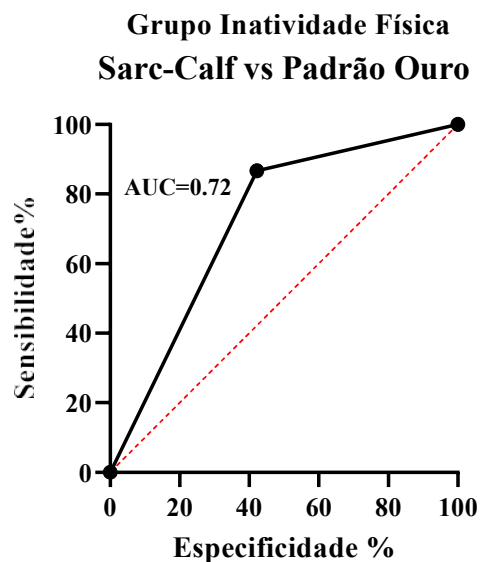


Gráfico 4 – Representação da curva ROC de SARC-CalF com padrão-ouro para GIF.

Figura 3 – Precisão dos métodos SARC-F e SARC-CalF no Grupo Inativos Fisicamente (GIF)

aquela em que havia maior aderência dos idosos a programas de atividade física e alimentação saudável. Suportando esses achados, Shafiee *et al.*(14) observaram que a sarcopenia pode ser menos prevalente nas populações asiáticas devido às diferenças no estilo de vida. Essas diferenças incluem melhor aspecto alimentar e níveis mais altos de atividade física do que as populações ocidentais, pois atuam como fatores de proteção contra a sarcopenia. É consenso que o exercício traz benefícios positivos para os idosos e que podem ser estratégia eficaz para reduzir a transição da incapacidade e da sarcopenia.

Para idosos residentes na comunidade, existem alguns estudos que comparam os valores diagnósticos dos questionários SARC-F e SARC-CalF(4,15,16), mas no conhecimento dos autores não há estudos para determinar qual delas tem eficácia superior no rastreio de sarcopenia comparando idosos ativos e inativos fisicamente.

Em resposta à sensibilidade limitada referida do SARC-F, Barbosa-Silva *et al.*(4) propôs uma expansão do questionário para rastreamento de sarcopenia, denominado SARC-CalF. Em uma análise de 179 brasileiros mais velhos (maiores que 60 anos), mostrou que o SARC-CalF tinha maior sensibilidade do que SARC-F (66,7% vs 33,3%, respectivamente) e AUC (0,736 vs 0,592, respectivamente), e especificidade comparável (82,9% vs 84,2%, respectivamente). Os critérios do EWGSOP-1 foram usados como o padrão-ouro nesta análise, assim como em nosso estudo. O SARC-CalF difere do SARC-F pela avaliação de um parâmetro adicional (circunferência da panturrilha). Essa medida está relacionada como uma medida substituta da massa muscular que, concomitante à baixa força e função muscular, representa um componente essencial da sarcopenia. Em nossa análise, SARC-CalF exibiu sensibilidade de 90,63% para o público ativo e 86,67% para inativos, especificidade de 35,94% para ativos e 57,78% para inativos e acurácia diagnóstica moderada (AUC: 0,63 ativos e 0,72

inativos). O SARC-F exibiu sensibilidade de 90,63% no grupo ativos e 86,67% para inativos, uma especificidade (15,63 ativos e 22,22% inativos) e acurácia diagnóstica baixa (AUC: 0,53 ativos e 0,54 inativos).

No estudo de Mazocco *et al.*(16) realizado com mulheres idosas brasileiras, os autores encontraram 2,1% de idosas sarcopênicas, porém, com outra avaliação de sarcopenia – EGOWSOP 2. Apesar de não avaliarem o nível de atividade física, encontraram uma excelente especificidade do SARC-F (95,4%), mas com a sensibilidade nula, enquanto o SARC-CALF teve alta sensibilidade (83,3%) e boa especificidade (79%).

A superioridade do SARC-CALF sobre o SARC-F também foi encontrada em diferentes populações como em pacientes em diálise peritoneal(17), pacientes com diabetes mellitus tipo II(18) e pacientes com dor musculoesquelética crônica(20). Kera *et al.*(19) utilizaram somente o SARC-F para identificar idosos sarcopênicos em uma comunidade do Japão e observaram que o SARC-F, quando utilizado em populações com um melhor desempenho físico, tinha uma menor taxa de sarcopênicos e com um valor de AUC mais alto nesses idosos. Esses resultados indicaram que a eficácia diagnóstica do SARC-F para sarcopenia foi aparentemente maior entre aqueles com baixa aptidão física, considerando que os idosos com melhor desempenho físico, incluindo aqueles com sintomas leves de sarcopenia, podem facilmente realizar quase todas as atividades relacionadas às limitações físicas nos cinco itens do questionário SARC-F. Encontraram ainda que para as pessoas que apresentavam baixa função física, quase todas as funções do SARC-F foram pontuadas indicando sarcopenia.

Atualmente, o número de pessoas praticantes de atividade física diminui progressivamente atingindo principalmente o público idoso. Essa realidade é bastante preocupante, pois os exercícios físicos de força, resistência, aeróbico, coordenação motora e equilíbrio aprimoram e revigoram a funcionalidade em adultos mais velhos,

consequentemente melhoram a qualidade de vida e reduz o risco de mortalidade(19).

Hassan *et al.*(20) investigaram o impacto do treinamento de resistência na sarcopenia entre idosos. Foi realizado um estudo controlado com programa de exercícios de resistência e equilíbrio duas vezes por semana por seis meses. Os pacientes foram divididos em dois grupos (grupo de exercício e grupo controle). A média de idade foi de $85,9 \pm 7,5$ anos, e a amostra foi de 21 pacientes por grupo. A sarcopenia foi medida com base no mesmo critério do nosso estudo. Dos 42 participantes recrutados, 35,7% apresentaram sarcopenia no início do estudo. Após a intervenção, a prevalência de sarcopenia aumentou no grupo controle (de 42,9% para 52,4%), enquanto no grupo de exercícios foi observado um aumento significativo na força de preensão quando comparado aos controles ($p=0,02$) e uma diminuição dentro do grupo no índice de massa corporal e aumento da força de preensão ($p \leq 0,007$).

Até o momento, as opções de tratamento a serem usadas na prática clínica para sarcopenia incluem tratamentos hormonais e suplementação nutricional com proteínas, aminoácidos, vitamina D e creatina. No entanto, o treinamento de resistência tem sido fator chave tanto no tratamento quanto na prevenção da sarcopenia, visto que tem sido associado à diminuição da hospitalização do paciente, aumentando o grau de hipertrofia e ganho de força muscular(20). Além disso, um estudo realizado com camundongos mostrou que o efeito da vitamina D na força muscular e no desempenho físico depende do nível de atividade física(1).

Pontos fortes e limitação do estudo

O estudo teve pontos fortes que enaltecem sua qualidade. É um estudo com validade ecológica, pois foi realizado no âmbito do Sistema Único de Saúde, aproximando da realidade do cotidiano profissional. Além disso, apresenta dados que auxiliando o

profissional de saúde na escolha de um método validado, de fácil aplicação e alto impacto custo efetivo.

Contudo, estudo apresenta algumas limitações que podem ser pontos a serem melhorados nas próximas. O fato de não haver rastreamento de declínio cognitivo numa análise feita também por questionários pode ter levado à problemas de interpretação por parte do idoso. Além disso, não foi utilizado um questionário validado para conhecimento da condição física do idoso. Sugere-se para as próximas pesquisas, além do citado nas limitações o uso do DEXA² para avaliar a composição corporal, sejam incluídas outras variáveis que possam influenciar o resultado da pesquisa que não puderam ser avaliadas no presente estudo, tais como a ingesta proteica dos participantes da pesquisa. Ademais, um tamanho amostral maior e análises que estratifiquem segundo sexo seriam importantes.

Conclusão

O objetivo do estudo foi investigar se SARC-CalF seria um instrumento melhor do que o SARC-F para rastreamento de sarcopenia entre idosos ativos e inativos fisicamente. Os achados deste estudo mostraram que quando comparados os questionários SARC-F e SARC-CalF em uma população de idosos ativos e não ativos, sugere-se aplicar o SARC-CalF para avaliar idosos fisicamente ativos, pois, mostrou ser mais eficaz para a avaliação neste grupo. Para grupos de idosos com indivíduos fisicamente ativos e inativos, portanto, para uma maior precisão nos resultados do exame de rastreamento de sarcopenia em idosos, tanto fisicamente ativos quanto fisicamente inativos, o método SARC-F pode ser considerado o mais apropriado.

Agradecimentos

Agradecemos a parceria do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais-

² **Nota do Editor**

DEXA (dual-energy X-ray absorptiometry) – é um equipamento para análise de composição corporal, que inclui densidade óssea. Além de estimar a composição corporal (gordura corporal e massa muscular), fornece detalhes úteis sobre o risco de osteoporose (perda óssea) e fraturas (quebras ósseas).

Campus Rio Pomba, à Secretária Municipal da Saúde e todos seus colaboradores e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Declaração de financiamento

Essa pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais e à Fapemig (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais).

Referências

1. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. 2019;48(1): 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>.
2. Vezzoli, Mrakic-Sposta, Montorsi, Porcelli, Vago, Cereda, *et al.* Moderate Intensity Resistive Training Reduces Oxidative Stress and Improves Muscle Mass and Function in Older Individuals. *Antioxidants*. 2019;8(10): 431. <https://doi.org/10.3390/antiox8100431>.
3. Marty E, Liu Y, Samuel A, Or O, Lane J. A review of sarcopenia: Enhancing awareness of an increasingly prevalent disease. *Bone*. 2017;105: 276–286. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.09.008>.
4. Barbosa-Silva TG, Menezes AMB, Bielemann RM, Malmstrom TK, Gonzalez MC, Grupo de Estudos em Composição Corporal e Nutrição (COCONUT). Enhancing SARC-F: Improving Sarcopenia Screening in the Clinical Practice. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2016;17(12): 1136–1141. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.08.004>.
5. Petermann-Rocha F, Balntzi V, Gray SR, Lara J, Ho FK, Pell JP, *et al.* Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2022;13(1): 86–99. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12783>.
6. Ko YC, Chie WC, Wu TY, Ho CY, Yu WR. A cross-sectional study about the relationship between physical activity and sarcopenia in Taiwanese older adults. *Scientific Reports*. 2021;11(1): 11488. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90869-1>.
7. Leon AS. Attenuation of Adverse Effects of Aging on Skeletal Muscle by Regular Exercise and Nutritional Support. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2016;11(1): 4–16. <https://doi.org/10.1177/1559827615589319>.
8. Alkahtani S, Aljuhani O, Alhussain M, Habib SS. Association between physical activity patterns and sarcopenia in Arab men. *Journal of International Medical Research*. 2020;48(4): 030006052091869. <https://doi.org/10.1177/0300060520918694>.
9. Yuenyongchaiwat K, Akekawatchai C. Prevalence and incidence of sarcopenia and low physical activity among community-dwelling older Thai people: a preliminary prospective cohort study 2-year follow-up. *PeerJ*. 2022;10: e13320. <https://doi.org/10.7717/peerj.13320>.
10. Malmstrom TK, Morley JE. SARC-F: A Simple Questionnaire to Rapidly Diagnose Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2013;14(8): 531–532. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.018>.
11. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, *et al.* Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*. 1998;147(8): 755–763. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009520>.
12. Ferreira JC, Patino CM. Understanding diagnostic tests. Part 3. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2018;44(1): 4–4. <https://doi.org/10.1590/s1806-37562018000000017>.
13. Pagotto V, Silveira EA. Methods, Diagnostic Criteria, Cutoff Points, and Prevalence of Sarcopenia among Older

- People. *The Scientific World Journal*. 2014;2014: 1–11. <https://doi.org/10.1155/2014/231312>.
14. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta- analysis of general population studies. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2017;16(1): 21. <https://doi.org/10.1186/s40200-017-0302-x>.
 15. Bahat G, Oren MM, Yilmaz O, Kiliş C, Aydin K, Karan MA. Comparing SARC-F with SARC-CalF to Screen Sarcopenia in Community Living Older Adults. *The Journal of nutrition, health and aging*. 2018;22(9): 1034–1038. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1072-y>.
 16. Mazocco L, Chagas P, Barbosa-Silva TG, Gonzalez MC, Schwanke CHA. Accuracy of SARC-F and SARC-CalF for sarcopenia screening in older women from southern Brazil. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*. 2020;79–80: 110955. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110955>.
 17. Lin YL, Wang CH, Tsai JP, Chen CT, Chen YH, Hung SC, *et al*. A Comparison of SARC-F, Calf Circumference, and Their Combination for Sarcopenia Screening among Patients Undergoing Peritoneal Dialysis. *Nutrients*. 2022;14(5): 923. <https://doi.org/10.3390/nu14050923>.
 18. Xu Z, Zhang P, Chen Y, Jiang J, Zhou Z, Zhu H. Comparing SARC-CalF With SARC-F for Screening Sarcopenia in Adults With Type 2 Diabetes Mellitus. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9: 803924. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.803924>.
 19. Kera T, Kawai H, Hirano H, Kojima M, Watanabe Y, Motokawa K, *et al*. Limitations of SARC-F in the diagnosis of sarcopenia in community-dwelling older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2020;87: 103959. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.103959>.
 20. Hassan BH, Hewitt J, Keogh JW, Bermeo S, Duque G, Henwood TR. Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study. *Geriatric Nursing*. 2016;37(2): 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2015.11.001>.



Review / Revisão

Post-Traumatic Stress Disorder and Psychophysiological Interactions of Brain Patterns, Exercise, and Non-Drug Treatment: An Integrative Review

Transtorno de estresse pós-traumático e interações psicofisiológicas de padrões cerebrais, exercício e tratamento não medicamentoso: uma revisão integrativa

Martins, L.

Lilian Martins

Revista de Educação Física / Journal of Physical Education (2023) 92, 2, 310-331



Review Article

Artigo de Revisão



Post-Traumatic Stress Disorder, Exercise, Cortical Patterns, Psychophysiological Interactions, and Non-Drug Treatment: An Integrative Review

Transtorno de estresse pós-traumático, exercício, padrões corticais, interações psicofisiológicas e tratamento não-medicamentoso: uma revisão integrativa

Lilian Martins^{§1} PhD

Received: January 21, 2024. Accepted on: March 15, 2024.

Published online on: March 21, 2024.

DOI: 10.37310/ref.v92i2.2964

Abstract

Introduction: Post-traumatic stress disorder (PTSD) is a prominent mental health problem in military veterans and in the general population. It can last from few months to several years, causing various disabilities to individuals suffering from the disorder. There are non-drug options that may not only contribute and may be even necessary for the full recovery of patients with PTSD.

Objective: To examine the interactions between physiological-psychophysiological and electrophysiological aspects (cortical patterns) with physical exercise, seeking possible non-pharmacological alternatives for the treatment of patients with post-traumatic stress disorder (PTSD).

Results and Discussion: Hippocampal dysfunction causes PTSD and problems in brain functioning (anxiety, depression, and cognitive impairment), as well as impairments in mitochondrial function and neuroplasticity. Physical exercise and self-regulatory neuromodulation can contribute, and even be indispensable, to the recovery of these patients.

Conclusion: Physical exercises, through induced improvement of the level of brain-derived neurotrophic factor, enhancement of mitochondrial function and induction of neuroplasticity and the rate of apoptosis in the hippocampus. Physical exercise contributes to the full recovery of patients with PTSD, and autoregulatory neuromodulation is indicated for adjuvant indication.

Key Points

- Hippocampal dysfunction caused by trauma (psychological/physical) causes PTSD and other mental health problems.
- Hippocampal dysfunction causes impairments in mitochondrial function and neuroplasticity.
- Physical exercise and self-regulatory neuromodulation can contribute to the recovery of these patients.

Keywords: exercise, brain, autonomic nervous system, Polyvagal Theory, integrative medicine.

Resumo

Introdução: O transtorno de estresse pós-traumático (TEPT) é um problema de saúde mental proemi-

[§]Corresponding author: Lilian Martins – e-mail: lilitina@gmail.com

Affiliations: ¹Brazilian Army Physical Training Research Institute (IPCFEx), Rio de Janeiro, RJ, Brazil; ²Laboratory of Brain Mapping and Sensorimotor Integration, School of Physical Education and Sports (EEFD) and Institute of Psychiatry (IPUB) of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

nente em militares veteranos e, também, na população em geral. Pode durar desde apenas alguns meses a vários anos, causando diversas incapacidades aos indivíduos que sofrem com o transtorno. Existem opções não-medicamentosas que podem, não apenas contribuir, como até mesmo serem necessárias para a recuperação integral de pacientes com TEPT.

Objetivo: Examinar as interações entre aspectos fisiológicos-psicofisiológicos e eletrofisiológicos (padrões corticais) com exercício físico, buscando possíveis alternativas não-medicamentosas para o tratamento de pacientes com transtorno de estresse pós-traumático (TEPT).

Resultados e Discussão: A disfunção do hipocampo e causa o TEPT e problemas no funcionamento cerebral (ansiedade, depressão e comprometimento cognitivo), além de prejuízos na função mitocondrial e na neuroplasticidade. O exercício físico e a neuromodulação autorregulatória podem contribuir, e até serem indispensáveis, para a recuperação desses pacientes.

Conclusão: Exercícios físicos, por meio da melhora induzida do nível do fator neurotrófico derivado do cérebro, do aprimoramento da função mitocondrial e da indução à neuroplasticidade e a taxa de apoptose no hipocampo. O exercício físico contribui para a recuperação integral de pacientes com TEPT, bem como, a neuromodulação autorregulatória está indicada para indicação coadjuvante.

Pontos Chave

- A disfunção do hipocampo causada pelo trauma (psicológico/físico) causa o TEPT e outros problemas em saúde mental.
- A disfunção do hipocampo causa prejuízos na função mitocondrial e na neuroplasticidade.
- O exercício físico e a neuromodulação autorregulatória podem contribuir para a recuperação desses pacientes.

Palavras-chave: exercício físico, sistema nervosa autônomo, Teoria Polivagal, medicina integrativa.

Post-Traumatic Stress Disorder, Exercise, Cortical Patterns, Psychophysiological Interactions, and Non-Drug Treatment: An Integrative Review

Introduction

Post-traumatic stress disorder (PTSD) is a prominent mental health problem in military veterans and the general population(1). Before considering PTSD, it is important to understand the definition of stress, which is: "the set of reactions that an organism develops when subjected to a situation that requires an effort to adapt"(2), which involve physiological reactions associated with mental decisions and, consequently, behavioral actions. Stress is marked by a state of hyperexcitability to trigger the necessary response of the individual to cope with stressful stimuli(3). The presence of chronic stress triggers psychological and physiological responses (hormonal and neuronal) that occur due to the body's search for the maintenance of the state of homeostasis. These alterations result in behavioral responses that can manifest themselves as: anxiety disorders and

depression; decreased food intake and gastrointestinal dysfunctions; decline in sexual behavior(3). According to the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*(1), the difference between acute stress disorder and PTSD is that the former resolves within one month, while to become PTSD, symptoms extend beyond one month. It can last from few months to many years(1).

According to the U.S. Department of Health and Human Services(4), the literature is well established regarding the benefits of physical activity for all aspects of human health(4), including mental health(5–9). The definition of physical activity is "any bodily movement produced by skeletal muscles that results in energy expenditure", and physical exercise is "a subset of planned,

structured and repetitive physical activity, which has as its final or intermediate objective the improvement or maintenance of physical fitness'(10). The literature shows that both the relationship between physical activity and stress and mental health are bidirectional. This means that both the level of stress can decrease the level of physical activity, and the level of physical activity can decrease the level of stress(11–13). Similarly, in relation to mental health, the level of physical activity can improve mental health, and mental health problems can also lead to a decrease in the level of physical activity(14,15). In addition to exercise, there are other non-drug options that may be necessary for the full recovery of PTSD patients.

The aim of the present study was, from an integrative medicine perspective, to examine the interactions between physiological-psychophysiological and electrophysiological aspects (cortical patterns) with physical exercise, seeking possible non-pharmacological alternatives for the treatment of patients with post-traumatic stress disorder (PTSD).

Methods

This is an integrative review study(16), with searches conducted in the PubMed and Google Scholar databases, in English or Portuguese, which included the terms: “PTSD”, “Post-traumatic stress disorder”, “exercise”, “physical activity”, “mental health”, “neurofeedback”, e “brain”; using Boolean operators “AND” e “OR”. Original studies as well as review studies were included.

Results and Discussion

Post-traumatic stress disorder (PTSD)

In the physiology of stress, all organ systems participate in physiological-psychophysiological reactions related to stress and mental health and depending on the strength of the traumatic stressor stimulus and the duration of the symptoms, the greater the consequences on the individual's health and quality of life can be. Chronic stress affects the immune system, the brain and, consequently, human behavior due to the interactions between them(17). According to Bower & Kuhlman(17), in the occurrence of a disease,

there is an overlap between symptoms and neural correlates and symptoms of depression and other psychiatric disorders. In this context, repeated immune activation or chronic inflammation can influence the development of mental health symptoms and problems, or even lead to milder changes in emotion, cognition and behavior(17), and affective states influence the state of inflammation and oxidative stress, which have detrimental effects on health(18–22).

The difference between acute stress disorder and PTSD is that the former resolves within a month, while to become PTSD, the symptoms extend beyond a month, and can last from just few months to many years(1). There is evidence that the amygdala-hippocampal region is functionally and morphologically involved in the etiology of PTSD(23). Some symptoms of PTSD are: distressing, recurrent, and involuntary intrusive memories of the traumatic event; hypervigilance state; avoidance behaviors of places and/or situations that recall the traumatic episode; emotional detachment from your feelings or other people's; negative thoughts about themselves; negative changes in cognition and mood; hyperexcitability; recurring nightmares with related content related to the traumatic event; intense (or prolonged) psychological distress and/or intense physiological reactions to exposure to internal or external signs that symbolize or resemble some aspect of the traumatic event(1). In addition, the presence of mental health comorbidities such as: depressive disorders, personality disorders, functional neurological symptoms disorder, somatic symptom disorder, eating disorders, substance-related disorders, sleep disorders, among others, is frequent. These symptoms may appear immediately after the event, but they may also appear years later and are associated with high levels of social, professional and physical disabilities(1).

Among the most frequent situations that trigger PTSD include military combat, accidents, aggressions, natural or man-made disasters(24). It is noteworthy that the military and/or emergency rescue professions are the categories with the highest prevalence in comparison with the others(1). Given these characteristics, the lifetime incidence of PTSD is expected to be high. In the United States, where there are records of population data, the relative risk of incidence of PTSD up to 75 years of age is 8.7% and the estimated prevalence at 12 months is 3.5%(1). In Brazil, only one study on the prevalence of PTSD was identified in a population sample (n=5,037), in the city of São Paulo, which was 3.7% in 12 months(25), similar to that found in the American population.

The impact of PTSD on the lives of these patients encompasses several aspects of the individual, since, in addition to the characteristic symptoms, there are changes in brain structure and function, and cognitive performance is decreased. In addition, the chances of people with PTSD developing diabetes, obesity, and metabolic syndrome are higher compared to apparently healthy people. This can be explained by the fact that the level of physical activity of these patients is reduced in comparison with their practice before PTSD(24).

Neuropsychophysiological Effects of Trauma: The Polyvagal Theory

Porges(26–28), seeking a better understanding of the neuropsychophysiology of trauma, developed the Polyvagal Theory, identifying alterations in the functioning of the *vagus* nerve in the presence of psychological symptoms resulting from a traumatic event. Porges(26–28) explains that, in humans, the subsystems of the autonomic nervous system (ANS) have a phylogenetic order linked to social communication – aspects that involve: facial expression, vocalization, listening, among others; mobilization – fight-or-flight behaviors; and immobilization – behavior of playing dead, vasovagal syncope and annulment behavior.

It is through Porges' Polyvagal Theory(28,29) that the link between the body, mind and nervous system in coping with

trauma-related symptoms can be better understood. Porges(28,29). The ANS, in mammals, provides neurophysiological substrates for adaptive behavioral strategies and, therefore, the physiological state of the individual has a limiting role on the amplitude of behavior and psychological experience(28,29). The ANS connects effective psychological experience, emotional expression, facial expressions, vocal communication, and the contingent of social behavior. Thus, there is a covariation between atypical autonomic regulation and psychiatric and behavioral disorders that involve difficulties in the appropriate regulation of the individual in their social, emotional, and communication behaviors. An imbalance in the regulation of the ANS may occur with a reduction in the activation of the myelinated (ventral) bundle of the *vagus* nerve, with an increase in the influence of the sympathetic system on the heart(28). Porges(29) also explains that traumatic experiences readjust the ANS to be trapped in defense states, which leads to changes in the respiratory rhythm, according to the author, a more sensitive marker for vulnerability to stress than heart rate(26,28), symptoms present in individuals with PTSD(1).

The vagus nerve

To understand the relationship between the functioning of the nervous system and the symptoms of PTSD, according to the Polyvagal Theory, it is important to consider its physiology. The ANS has parts in the central nervous system and the peripheral nervous system, controlling (involuntarily) the glands and smooth muscle of all internal organs (viscera). Together with the endocrine glands, the ANS participates in the regulation of important body functions without a clear involvement of the cerebral cortex. Its branches are divided into central and peripheral. The ANS innervates smooth muscle (blood vessel and organ walls), heart muscle, and glandular cells. Functionally, the

ANS is divided into the sympathetic nervous system (SNS) and the parasympathetic nervous system (PNS)(30). The functions of the PNS include decreased heart rate, relaxation of the sphincters of the gastrointestinal and urinary tracts and increased glandular and intestinal activity. The result of these processes is the storage of energy and the regulation of body functions (such as digestion and urination). On the other hand, there is the SNS, whose function is described as the "fight or flight" response, which occurs in stressful situations. Therefore, the SNS has opposite functions to the SNP. The main neurotransmitter of the SNS is acetylcholine, which acts on muscarinic receptors (located in the heart and viscera) and nicotinic receptors (located in the adrenal medulla and muscles)(30,31).

The *vagus* nerve (from the Latin *nervus vagus* = wandering nerve) is part of the PNS, being the longest and most complex cranial nerve (X) among the cranial nerves. It is a mixed nerve (with afferent and efferent fibers) with the following functions (Frame 1)(32).

The *vagus* nerve is also involved in the inflammation process, and its stimulation activates its anti-inflammatory cholinergic pathway, which, at the molecular level, is characterized by the signals communicated through the *vagus* nerve (probably with the participation of the splenic nerves), through the release of acetylcholine to negatively regulate the inflammatory actions of macrophages, which play a fundamental role in inflammation(35).

The *vagus* nerve is responsible for reducing heart rate, regulating breathing and the activity of the organs of the digestive system (resting and digesting)(33). Porges(26–28) related psychological sequelae of trauma with the respiratory rhythm and highlighted that there is a need to recover the notion of safety in the patient's environment so that the balance of the *vagus* nerve is reestablished(29). Figure 1 shows the anatomy of the *vagus* nerve and its passage in the vicinity of the hippocampal tonsil(34).

The ANS participates in brain activity and pathophysiology in the presence of PTSD through the orexin neural system(36). Orexinergic neurons originate in the lateral

hypothalamus and project widely to the main neurotransmitter systems, autonomic neurons, the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and the neural circuits related to fear(36). Orexinergic neurons release two neuropeptides (or hypocretins): orexin-A and orexin-B(37). Orexins can modulate the actions of major neurotransmitter systems, including the monoaminergic neurotransmitters serotonin, dopamine, noradrenaline and other important neurotransmitters, including histamine and acetylcholine, which affect PTSD-related behaviors(36).

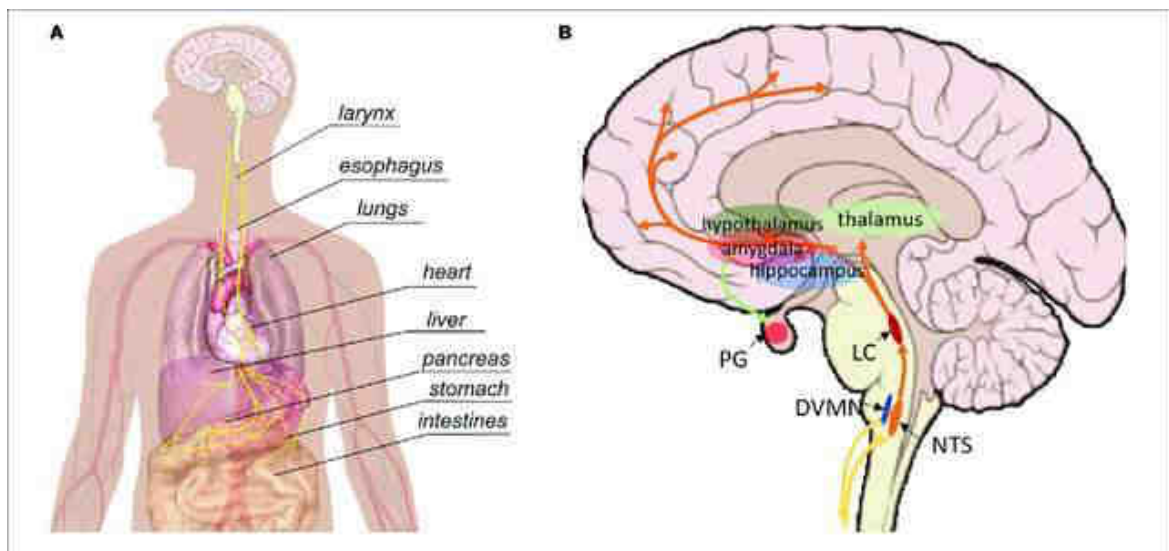
Orexin is part of a complex circuit that integrates aspects involved with energy metabolism, cardiovascular function, hormonal homeostasis and sleep-wake behaviors(37), in addition to being related to physical activity behavior. Mavanji *et al.*(38), based on an animal model, observed that the orexin-serotonin axis detects metabolic signals, including energy expenditure, and activates structures such as the motor cortex to modify behavioral outputs, such as voluntary (or spontaneous) physical activity.

In addition to being a key modulator in neurotransmitter systems, orexin plays an important role in the acquisition, expression, and extinction of fear, as well as modulating fear avoidance behaviors, and is also involved in sleep disturbances, hypervigilance, and increased startle responses and stress responses (marked physiological responses to fear/stress)(36). The authors explain that after trauma or acute stress, the basolateral amygdala transmits sensory information to the central nucleus of the amygdala and, in turn, to the hypothalamus and other subcortical and brainstem regions to promote fear and threat behaviors. Orexin plays an important role in the activation of the activity of the sympathetic nervous system and in the stress responses of the HPA axis, so that the activation of orexin prevents the extinction of fear and promotes avoidance behaviors, factors

also observed by Porges(26–28) in the study of the post-trauma

Afferents	Efferent
<ol style="list-style-type: none"> 1. General somatic afferent (sensitive) of the laryngopharynx, larynx, and tongue root 2. Special visceral afferent (gustatory) from tongue root and epiglottic lingual papillae <ul style="list-style-type: none"> • general visceral afferent (sensitive) of the thoracic and abdominal organs 	<ol style="list-style-type: none"> 1. General visceral efferent (parasympathetic) of the thoraco-abdominal organs <ul style="list-style-type: none"> • Special visceral efferent of the palatoglossus muscle of the tongue and various muscles of the soft palate, pharynx, and larynx

Frame 1 – Functions of the *vagus* nerve (cranial nerve X)(32).



Fonte: *Selective Neuromodulation of the vagus Nerve*, Fitchett *et al.*(34)

Figure 1 – *Vagus* nerve and hippocampal amygdala.

symptoms and *vagus* nerve dysregulation.

Studies investigating changes in brain physiology resulting from laboratory interventions are carried out in animal models; regarding the relationship between orexin and the *vagus* nerve, studies of this type have indicated that the expression of orexin coincides with the cerebral innervation of the *vagus* nerve, influencing respiratory activity(39) and that its presence in the prefrontal cortex may be involved in the wakefulness-promoting effects of *vagus* nerve stimulation(40).

Recent literature indicates that orexin is involved, along with the *vagus* nerve, in cardiac rhythms(41) with a modulating

effect on the immune system(42). Couvineau *et al.* Stuart *et al.*(42) discussed in their review that there is a synergistic and dynamic relationship between the nervous and immune systems, thus, orexins also have neuroprotective and immunoregulatory, i.e., anti-inflammatory, properties. The authors concluded that orexins have therapeutic potential for use in other pathologies that have an immunological component, including multiple sclerosis, Alzheimer's disease, obesity, intestinal diseases, narcolepsy, septic shock and cancers(42). In addition, for Kaplan *et al.*(36) The study of the orexinergic neural system provides a better

understanding of the important mechanisms involved in multiple behaviors related to PTSD.

Physical exercise: an integrative intervention

Physical exercise and mental health

According to the literature, physical exercise consistently contributes to reduce/prevent mental health symptoms such as anxiety and depression(5–9). The lack of consensus regarding the type of physical activity to be applied for greater mental health benefits (7–9) can be explained by the fact that the individual chooses the practice that better suits him/her. However, there is a wealth of literature regarding the benefits to mental health, which was extensively investigated by Hamer *et al.*(8,12).

In an epidemiological study conducted in Scotland, in a population sample (n=19,842), Hamer *et al.*(8) identified the dose-response effect of physical exercise on mental health: at least 20 min/week of any physical activity to obtain mental health benefits. These findings are extremely important, considering that the prevalence of adults around the world was 28% of people who did not reach the minimum standard of regular physical activity(43), a term that refers to a weekly practice of at least 150 minutes of moderate-intensity physical activity plus two days of muscle-strengthening activity, according to the current edition of the *Physical Activity Guidelines for Americans*(4). Additionally, the study by Hamer *et al.*(8) demonstrated that, in addition to the mental health benefits, with the practice of only 20 minutes/week of any physical activity, there was a greater reduction in the risk of psychological distress for greater volume and/or intensity. That is, the higher the level of physical activity, the greater the benefits for mental health. In addition, daily physical activity was associated with a lower risk of psychological distress after adjusting for age, gender, socioeconomic group, marital status, body mass index, chronic disease and smoking(8). Corroborating these findings, a recent systematic review study concluded

that physical activity is highly beneficial for improving symptoms of depression, anxiety, and distress in a wide range of adult populations, including the general population, people with diagnosed mental health disorders, and people with chronic illnesses. The recommendation was that physical activity should be a fundamental approach in the treatment of depression, anxiety and psychological distress(44).

A recent observational study conducted with 739 young adults in China observed a moderating effect of exercise intensity on the direct and indirect influence of self-concept on negative emotions(45). Self-concept affects social behaviors and physical activity modulates adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress(46).

Physical exercise, stress and vagus nerve regulation

Stress (psychological suffering) is among the causes of the development of other diseases, both physical and mental, especially when the effort to adapt is persistent (chronic stress)(2). Stress-related psychological disorders are associated with an excessive increase in inflammation and oxidative stress, which are the main causes of endothelial and metabolic dysfunction, related to cardiovascular and metabolic diseases(47) and affect the functioning of the autonomic nervous system(36,41,42). For Hamer *et al.*(8,12), such responses contribute to stimulating the immune system and explain the association of physical activity with well-being and mental health, because physical exercise improves endothelial function and arterial stiffness, reducing the signaling of inflammatory and oxidative damage in vascular tissue, in addition to promoting the increase of antioxidant enzymes and increasing the availability of nitric oxide, effects that comprehensively promote functional performance, as well as healthy aging(48). The antioxidant and anti-inflammatory responses of physical exercise, which mainly occur in adipose tissue, skeletal muscles, the immune system, and the cardiovascular system, have a modulating effect on anti-inflammatory/pro-

inflammatory cytokines(11,21). Thus, physical exercise favors the health of the endothelium, which is no longer considered only as the inner lining of blood vessels but is a complex organ that performs important functions in metabolic homeostasis(49), helping to prevent the excessive accumulation of cholesterol inside the arteries and even promoting the reduction of the thickness of the accumulated cholesterol layer. This benefit is due to the effect of the tangential frictional force of the blood inside the arteries (*shear stress*)(50). Thus, physical exercise is presented as a modulator of the physiological effects of stress(3) on the body, through the extra production of nitric oxide(11,21,51). An experimental study (n=111) found that regular physical exercise is associated with emotional resilience to acute stress in healthy adults(52).

It should also be considered that the relationship between physical exercise and stress is bidirectional. On the one hand, exercise can contribute to reducing stress by presenting, in addition to the previously mentioned benefits related to cardiovascular, metabolic and immunological health(11,12,21,47,53), which, in turn, are related to brain health, especially in the long term(54), since physical exercise at moderate and high intensities has long-lasting effects on cortical activity and mood(55), promoting stress reduction and favoring mental health(8,12).

On the other hand, high levels of stress are associated with lower levels of physical activity(11–13), probably due to decreased orexin levels(38). Therefore, stress can have a differential impact on the initiation, adherence and abandonment of exercise(13). According to Stults-Kolehmainen and Sinha(13), there is evidence that the combination of stress management programs with exercise interventions can contribute to reducing the lack of adherence to physical activity.

The importance of physical exercise in the regulation of the ANS is fundamental, as it activates it by regulating the immune system due to its anti-inflammatory

(parasympathetic and sympathetic bundles) and inflammatory (sympathetic bundle) effects(11,51). In addition, exercise training increases cardiac vagal activity, and the possible mechanisms involved include mediation via angiotensin II or nitric oxide(56).

Physical exercise combined with complementary interventions, such as dietary modification, is a necessary strategy to increase the efficacy of physical exercise in cardiovascular diseases(47) in addition to promoting the health of all other organ systems. An adequate diet reduces PNS activity, improves mitochondrial redox function, and minimizes oxidative stress, as well as chronic inflammation(47). While physical exercise promotes neuropsychobiological responses (integrated response) that promote adaptations in the immune system, in the HPA axis, which regulates the release of cortisol in the bloodstream and in the ANS(12,53). Thus, physical exercise modulates adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress(46,52).

An experimental study examined the effects of 15 minutes of exercise on the stationary bike on the plasma concentration of orexin-A and there was a significant increase in plasma orexin-A ($p < 0.01$), peaking at 30 min after the exercise session. It was the only study with such a focus found to date. It is suggested that further studies should continue this investigation.

In short, physical exercise is related to several *vagus* nerve bundles, which, therefore, may explain its influence on the health of the following systems: cardiorespiratory-vascular(11,21,56,57,57–59); immunological (3,11,12,21,60); mental health (8,11,12,21,22,59,61) – modulating the production of nitric oxide, which reduces inflammation(11,21) favoring brain and gastroenterological function (51,62). Preclinical studies on the relationship between microbiota and psychiatric illness have consistently pointed to the positive relationship between a healthy microbiota and mental health(63,64), and clinical trials have shown that physical exercise modulated the profile of the gut microbiota(65).

Physical exercise and post-traumatic stress disorder (PTSD)

A narrative review, based on 19 participating studies (nine observational and ten interventional), discussed the effects of aerobic exercise on PTSD recovery(24). The authors considered that there are barriers to the initiation of traditional treatment – psychological and/or pharmacological, which include: feeling of stigma, motivation, costs and access to treatments. The results showed that both observational and interventional studies support the notion that aerobic exercise, alone or in combination with standard treatments, promotes positive mental health benefits in individuals with PTSD, both military and civilian, of both sexes. The potential mechanisms by which aerobic exercise has the potential to attenuate PTSD symptoms are neuropsychophysiological, which include exposure and desensitization to internal arousal cues¹, enhancement of cognitive function, exercise-induced neuroplasticity², normalization of HPA axis function, and reductions in inflammatory markers(24).

A randomized clinical trial in which patients with PTSD were randomly assigned to one of two intervention groups: the traditional treatment group (psychotherapy, drug intervention, and group therapy) and the experimental group that received the traditional treatment and additionally participated in a 12-week exercise intervention that involved three resistance training sessions with 30 min/week and a pedometer-based walking program. The patients who, in addition to receiving conventional care, participated in the exercise program showed significant differences in terms of improvement in depressive symptoms, sleep quality and waist circumference(70).

A recent systematic review study gathered evidence that physical activity recovers

PTSD symptoms, decreases the frequency of intrusive thoughts related to trauma by sternum stimuli, decreases anxiety symptoms, improves social functioning, relieves the mind of worries, improves social interactions, promotes healthy coping strategies for challenging situations, decreases muscle tension. Moreover, it improves attention, harmony in life, balance, energy level, mindfulness, control of physical reactions, and reduces cognitive decline and insomnia. Through all these effects, the benefits for the individual include the physical, psychological, cognitive and social aspects, resulting in improved health and quality of life(71).

Cortical patterns

In the last decade, there has been an increase in the publication of studies on computational methods applied to medicine. The use of artificial intelligence (or *machine learning*) has promoted great advances in the field of understanding the integrated systems that involve body-mind-brain through the identification of cortical patterns and their distribution of normality. Thus, the body of evidence of the integrative relationship of brain health, mental health, and body health has been increasing. The activity patterns of cortical networks are specifically associated with the processes of attention, cognitive control, social cognition, affectivity, emotion regulation and motivation(72–74). Electroencephalography (EEG) allows us to examine cortical activity by capturing electrical signals in the scalp. The brain basically works on four frequencies: δ (delta: <4z); θ (theta: 4-8Hz); α (alpha: 8-13Hz); and β (beta: 14-22Hz)(75). Cortical patterns have been studied since 1945(76). Knowledge in neuroscience has advanced in such a way that it is known that problems in integration and communication between brain areas and structures represent an inadequate functioning of neurological

Editor's Note:

¹*Internal arousal cues*: When high arousal cues are present, as in the case of fear arousal, the dedication to presently activated thoughts, inclinations and processing strategies can be intensified, and may even affect visual acuity(66,67).

²*Neuroplasticity*: It is a continuous process that modifies existing neural networks, mediating structural and functional adaptations of synapses in response to changes in behavior, i.e., the brain's ability to create new and reorganize existing synaptic connections(68,69).

activities, resulting in a decrease in brain and psychomotor performance(73,74).

Cortical patterns in people with depression are different in comparison with apparently healthy people(77,78). Thus, cortical activity in individuals with PTSD is altered in comparison with people without the disorder(79,80). A meta-analysis study (n=69) showed that exposure to trauma is associated with an increase in the automatic amplitude of *event-related potential* (ERP³), concluding that exposure to trauma is associated with increased early processing of received stimuli and that PTSD accentuates the processing of affective stimuli and decreases the processing of non-affective stimuli(81). Such findings would indicate an impairment of cognitive function, which was corroborated in the experimental studies by Veltmeyer *et al.*(82,83).

An integrative review study on the neuropsychophysiology of PTSD brought together considerations regarding the biological aspects of endocrine rhythms and sleep disorders observing the effects on cortical activity related to this complex syndrome(79). The authors explained that the most typical endocrinological changes were decreased daytime cortisol secretion⁴ and hyperactivation of the SNS. Such alterations are related to impairment in the consolidation of emotional memories, attention, learning, vigilance and increased arousal, which explains the decrease in cognitive performance. In this context, the data collected regarding the synchrony and functional connectivity of temporal cortical activity demonstrated abnormalities in the alpha, beta and gamma frequency bands that can affect attentional and memory processes(79).

Specifically in the treatment of PTSD, training with NFBK for autoregulatory neuromodulation has been effective in improving symptoms(85).

Neuromodulation

Currently, there are different types of neuromodulations applied in recovery and rehabilitation of patients with distinct health problems/symptoms, and the techniques are divided into two categories: invasive and non-invasive(86). Among the non-invasive techniques is *neurofeedback* (NFBK), which is self-regulatory neuromodulation(72–74), also known as training with the use of BCI (*brain-computer interface*)(87).

The strategy of training by capturing physiological signals (respiratory rate, heart rate, body temperature, degree of muscle contraction), known as *biofeedback*(88,89), emerged in the 70s, with the search by scientists for training methods aimed at the self-control of emotions by athletes and the consequent focus necessary for a cognitive-psychomotor performance that favored the maximum performance of high-performance athletes. A recent systematic review examined the literature between 2012-2022 and the results showed that the use of training using the NFBK technique in athletes had a significant impact on physical fitness and sports performance(90). The authors concluded that training using the NFBK, properly planned and conducted, promoted a reduction in stress levels, increased self-control capacity for physiological factors, increased behavioral efficiency, and improved reaction speed to a stimulus(90).

Other experimental studies, also quite recent, published in 2023 and 2024, continued to corroborate the evidence of the effectiveness of self-regulatory neuromodulation among athletes. In the javelin throw (n=20), an Olympic modality, it was demonstrated that the NFBK promoted a significant improvement in the performance of the executive control network and in the ability to throw darts (psychomotor performance), related to the improvement in the cortical processes involved with attentional performance(91).

Editor's Note:

³*Event related potential* (ERP): Event-related potential (ERP) is a measurement technique performed via electroencephalography that measures direct neural responses to a specific sensory, cognitive or motor stimulus(80).

⁴Which is associated with depression and the incidence of type 2 diabetes(84).

In judo athletes (n=24)(92), the KFBK improved reaction times to visual stimuli, both in simple and complex tasks, which did not occur in the control group. In addition, the most marked improvement occurred in the reaction times of complex tasks, which, according to the authors, indicated the high effectiveness of NFBK training in improving this skill.

In professional golf athletes (n=44), a single session of NFBK *sensory-motor rhythm* (SMR) training was shown to increase SMR power and improve golf performance compared to the control group. In addition, the athletes reported less attention engagement, less conscious control of motor details and were more relaxed in the task of performing their shot, suggesting that there was less effort in performing the task with improvement in calm, stable and calm and effortless mental states during the preparation of the shot(93).

In the area of rehabilitation, a case study reported the application of NFBK in the recovery of an Olympic athlete who presented loss of self-confidence after injury, impairing his performance(94). The results showed:

"Dramatic and statistically significant changes that could not be explained by measurement error were observed in the patient" (94).

Neurofeedback training in the case examined increased the amplitude of the attention component in the anterior cingulate cortex and of beta activity on the medial prefrontal cortex. Therefore, the conclusion of the study pointed out that even few sessions of NFBK:

"in a high-performance brain can significantly activate the prefrontal cortical areas associated with increased confidence in sports performance"(94).

In addition, still in relation to injury recovery in high-performance athletes, a study examined the application of NFBK in addition to neuromuscular training in the recovery of athletes with chronic ankle instability (n=62). The results showed that

neuromuscular training combined with NFBK was significantly more effective than the isolated application of neuromuscular training. The benefits of adding NFBK to traditional treatment were that there was improvement in postural control, ankle proprioception, anxiety, and depression. The authors concluded by recommending NFBK training as an adjuvant therapy in the rehabilitation of athletes with chronic ankle instability(95).

Also in the general population, NFBK is beginning to be explored as a recovery and health promotion strategy. The technique has been used to improve cognition, treat patients with mental health symptoms (anxiety, depression, attention deficit hyperactivity disorder: ADHD, among others) and even recover from brain injuries and fibromyalgia(73,74,96–98).

An experimental study (n=80) examined the effect of NFBK on reducing the level of stress reaction by comparing various stressors in the biochemical, muscular, and psychomotor sphere in a randomized controlled trial. Training with NFBK promoted a reduction in the negative effects of exposure to stress in humans, and there were differences in the level of influence according to the stressor applied(99).

Self-regulatory neuromodulation performed through training with NFBK can promote the activation or inhibition of cortical activity in specific areas of the brain related to memory, cognition, affective states and mental health symptoms, which can, due to the bidirectional association between mental health and physical activity(14,15), lead the individual to adopt behaviors that favor their health, which involve: food intake, physical activity, sleep quality, among others. Such behaviors, in turn, will promote the health of all organ systems and favor brain health(54).

Although there is controversy regarding the efficacy of NFBK in relation to laboratory situations(100,101), there is a growing literature regarding the benefits perceived in the context of individuals' lives(87,102–104), including people in the context of high-performance sports performance(88–90,92,94,95).

Physical exercise and cortical patterns

There is ample evidence of the benefits of physical exercise for brain health and performance, such as: cognitive performance(105–107), promotion of healthy functioning of the satiety center(108) and gastrointestinal tract(109), with anti-inflammatory properties(108). The study by Schneider *et al.* (55) demonstrated that there are long-lasting effects of physical exercise on cerebral cortical activity, which may have influences on general well-being, in addition, the authors found an association between cortical activity and mood, reflecting the basic principle regarding brain patterns(77). This can be explained by the fact that physical exercise reduces inflammation in the body and favors the microbiota, which is also related to the reduction of mental health symptoms(63,64) and favorable changes in cortical activity patterns(63).

There is evidence of neuroplasticity promoted by physical exercise(68), and the literature is consistent with both observational and intervention studies that indicate that aerobic exercise, alone or in combination with standard treatments, exerts positive benefits for mental health among individuals with PTSD(24).

Exercise-induced neuroplasticity is related both to vascular circulation factors (increased tissue oxygenation) and to the marked increase in the expression of the *brain-derived neurotrophic factor (BDNF)* gene, one of the main contributors to learning processes and memory formation(110,111).

One study examined the acute effect of incremental exercise on cortical activity in patients with mental health problems and apparently healthy people. The results showed no significant differences in cortical activity responses in the alpha band between the groups, and there were differences in gamma responses in the prefrontal cortex that were significantly greater on the left side of individuals with mental health symptoms compared to healthy individuals ($p < 0.05$)(78)(78).

According to Hortobágyi *et al.*(68) Both aerobic training and resistance training can

promote neuroplasticity, but further studies investigating the dose-response pattern regarding exercise intensity are still needed for this to occur. The authors explain that this question is highly relevant because exercise-induced neuroplasticity presumably underlies improvements in motor and cognitive functions in healthy people and people with various types of neurological disorders. For Hegberg *et al.*(24) The potential mechanisms that may explain the positive impact of aerobic exercise on PTSD are psychological and neurophysiological, which favorably modify the patterns of cortical activity, improving cognition, attention, and memory.

The literature review of the study by Moriarty *et al.*(112) gathered evidence of the effects of physical exercise on cortical activity, which were:

- *A single session of aerobic exercise influenced neurophysiological pathways that promote increased post-exercise cognitive functioning (processing speed, working memory, and executive function);*
- *High-intensity exercise sessions in conjunction with low-moderate intensity exercise can contribute to performance in several cognitive constructs;*
- *A single session mind-body therapy, such as yoga, enhanced memory and processing speed;*
- *The acute effect of moderate exercise on the brain was increased dorsolateral prefrontal activation, and improved cognitive performance;*
- *The dorsolateral prefrontal cortex is responsible for cognitive control and goal-directed behavior, as well as being highly active during memory retrieval and in response to mentally strenuous tasks;*
- *The left dorsolateral prefrontal cortex has been associated with processing speed and executive function, and appears to be influenced by acute exercise;*

- *Low-moderate intensity physical exercise promotes an increase in cerebral blood flow and oxygenation, which can promote the distribution of nutrients throughout the brain and induce arousal during subsequent cognitive tests; and*
- *Both high-intensity and low-intensity aerobic exercise (including yoga) induced activation of the prefrontal cortex and improved cognitive functioning post-exercise.*

Along with the greater oxygenation of the brain promoted by physical exercise, a probable cause for the acute increase in cognitive performance is the positive regulation of BDNF(112). So, Moriarty *et al.*(112) in their experimental study conducted on physically active people, they proposed to compare the acute effects of moderate- to high-intensity exercise and low-intensity yoga exercise on prefrontal cortex oxygenation during cognitive tasks performed immediately after each exercise session, and additionally examined BDNF expression. Cortical activation in the prefrontal region was higher after moderate-intensity exercise, compared to high- and low-intensity exercise, and there was no linear correlation between cortical activation and cognitive performance. The findings of the study also pointed out that higher intensity exercise was associated with lower scores in processing speed and cognition, indicating that fatiguing exercise can be detrimental to performance in subsequent cognitive processes(112). As for serum BDNF, there was no change after an acute exercise session(112). However, there was an association between basal BDNF and processing speed. The authors argued that these results suggest that a higher resting BDNF value is possibly linked to cognitive functioning. They also explained that there is an association between the increase in the exercise metabolite lactate (an indicator of

greater metabolic stress) and an increase in plasma BDNF.

Knowledge advances every day towards a better understanding of how exercise physiology results in mental health and brain benefits. According to Seo *et al.*(113), explain that hippocampal dysfunction causes PTSD and problems in brain functioning (anxiety, depression, and cognitive impairment), in addition to impairments in mitochondrial function and neuroplasticity. Physical exercise can contribute to the recovery of these patients through induced improvement in the level of brain-derived neurotrophic factor, improvement of mitochondrial function, and induction of neuroplasticity and the rate of apoptosis in the⁵ hippocampus. Therefore, the authors concluded that exercise can be an important non-pharmacological intervention for the prevention and treatment of the pathobiology of PTSD.

Based on the theoretical model of bidirectionality of the relationship between physical activity, physical health, mental health and stress, it is plausible that the relationship between physical activity and brain activity, in an analogous way, is also bidirectional. In this sense, the physiological effects of exercise related to the *vagus* nerve may contribute to regaining its regulation. According to Porges(26–29), the functioning of the *vagus* nerve is altered in the presence of psychological trauma, leading to changes in cortical patterns and impairing the individual's psychosocial functioning. According to Porges(26–29), one of the main indicators of vulnerability to stress is the respiratory rhythm. In this sense, for recovery, activities that involve breathing exercises can be combined with relaxation exercises. The benefits of physical exercise to the endothelium are multiple for the individual, both for their physical and mental health. Physical exercise decreases inflammation and regulates energy systems, as well as promotes exposure and desensitization to

Editor's Note:

⁵*Apoptosis: A type of cell death, in which a series of molecular steps in a cell lead to its death. It is a method that the body uses to get rid of unnecessary or abnormal cells. The process of apoptosis can be blocked in cancer cells. Also called programmed cell death(114).*

internal arousal cues and neuroplasticity, improves cognitive function, and can help regulate *vagus* nerve systems, normalizing the function of the HPA axis(24). In this context, aiming at an integrative approach, physical training, together with NFBK training, can provide physical-psycho-physiological and electrophysiological benefits, which influence each other, contributing to the comprehensive recovery of patients with PTSD.

Other therapeutic approaches, in addition to physical exercise and NFBK, which may favor the recovery of patients with PTSD found during the development of this study, were the contribution of nutritional factors that, in addition to physical exercise, promote *vagus* nerve regulation, decrease inflammation and improved mood (62,115) and acupuncture(116).

Strong points and limitations of the study

The strength of the present study was to examine complex phenomena that make up the recovery of patients with PTSD, which emerges as result of psychological/physical trauma, triggering psychophysiological responses that lead to impairment in the healthy functioning of the individual.

A limitation of the study is that a systematic review methodology was not adopted with a view to developing a meta-analysis, because the theme, in addition to being new, presents high complexity in the psychophysiological interactions addressed. Thus, due to the comprehensiveness of the individual aspects involved in the processes, this is a topic that requires further clinical investigation, also indicating the relevance of the present study.

Conclusion

The present study aimed to examine the interactions between physiological-psycho-physiological and electrophysiological aspects (cortical patterns) with physical exercise, from an integrative medicine perspective, seeking possible non-pharmacological alternatives for the treatment of patients with post-traumatic stress disorder (PTSD).

The literature is consistent regarding the benefits of physical activity for patients with PTSD, improving cardiorespiratory, endocrine, vascular and electrophysiological (cortical activity) physiology. Evidence suggests that for the greatest mental and brain health benefits, the recommended intensity for physical exercise is moderate.

The set of physiological benefits induced by physical exercise indicates that it can contribute to regulating the *vagus* nerve in the recovery from trauma, acting in sectors such as heart rate regulation, the functioning of the gastrointestinal system, promoting the balance of appetite and satiety. Thus, it benefits brain health and activity, and the concomitant use of the NFBK self-regulatory neuromodulation technique can enhance the recovery speed of PTSD patients through the normalization of healthy patterns of cortical functioning.

Intervention studies that focus on self-regulatory neuromodulation along with the practice of physical exercise should be conducted, preferably in population samples, to identify the adjuvant therapies necessary to promote recovery from various types of psychological trauma, with a view to shortening the recovery time of patients with PTSD.

Conflict of interests

There is no conflict of interest in this study.

Funding statement

No funding was received for this research.

References

1. American Psychiatric Association. *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5-TR: Texto Revisado..* 5ª edição. Porto Alegre, RS: Artmed; 2023.
2. Mello Filho J, Burd M. *Psicossomática Hoje..* 2ª edição. Porto Alegre-RS: Artmed; 2010.
3. Kumar A, Chanana P. Role of Nitric Oxide in Stress-Induced Anxiety: From Pathophysiology to Therapeutic Target. *Vitamins and Hormones.* 2017;103: 147–167.
<https://doi.org/10.1016/bs.vh.2016.09.004>.

4. U.S. Department of Health and Human Services. *Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition..* 2nd ed. Washington-DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2018.
5. Peluso MAM, Guerra de Andrade LHS. Physical activity and mental health: the association between exercise and mood. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*. 2005;60(1): 61–70. <https://doi.org/10.1590/s1807-59322005000100012>.
6. Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*. 2017;32(5): 541–556. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>.
7. Kandola A, Stubbs B. Exercise and Anxiety. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2020;1228: 345–352. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_23.
8. Hamer M, Stamatakis E, Steptoe A. Dose-response relationship between physical activity and mental health: the Scottish Health Survey. *British Journal of Sports Medicine*. 2009;43(14): 1111–1114. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.046243>.
9. Carek PJ, Laibstain SE, Carek SM. Exercise for the treatment of depression and anxiety. *International Journal of Psychiatry in Medicine*. 2011;41(1): 15–28. <https://doi.org/10.2190/PM.41.1.c>.
10. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*. 1985;100(2): 126–131.
11. Daniela M, Catalina L, Ilie O, Paula M, Daniel-Andrei I, Ioana B. Effects of Exercise Training on the Autonomic Nervous System with a Focus on Anti-Inflammatory and Antioxidants Effects. *Antioxidants*. 2022;11(2): 350. <https://doi.org/10.3390/antiox11020350>.
12. Hamer M, Endrighi R, Poole L. Physical Activity, Stress Reduction, and Mood: Insight into Immunological Mechanisms. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*. 2012;934: 89–102. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-071-7_5.
13. Stults-Kolehmainen MA, Sinha R. The Effects of Stress on Physical Activity and Exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. 2014;44(1): 81–121. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0090-5>.
14. Buchan MC, Romano I, Butler A, Laxer RE, Patte KA, Leatherdale ST. Bi-directional relationships between physical activity and mental health among a large sample of Canadian youth: a sex-stratified analysis of students in the COMPASS study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2021;18(1): 132. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01201-z>.
15. Steinmo S, Hagger-Johnson G, Shahab L. Bidirectional association between mental health and physical activity in older adults: Whitehall II prospective cohort study. *Preventive Medicine*. 2014;66: 74–79. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.06.005>.
16. Souza MT de, Silva MD da, Carvalho R de. Integrative review: what is it? How to do it? *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*. 2010;8(1): 102–106. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>.
17. Bower JE, Kuhlman KR. Psychoneuroimmunology: An Introduction to Immune-to-Brain Communication and Its Implications for Clinical Psychology. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2023;19: 331–359. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-080621-045153>.
18. Chang HH, Chen PS. Inflammatory Biomarkers for Mood Disorders - A Brief Narrative Review. *Current Pharmaceutical Design*. 2020;26(2): 236–243. <https://doi.org/10.2174/1381612826666200115100726>.
19. Miller M, Fry WF. The Effect of Mirthful Laughter on the Human Cardiovascular System. *Medical hypotheses*. 2009;73(5): 636. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.02.044>.
20. Panagi L, Poole L, Hackett RA, Steptoe A. Happiness and Inflammatory Responses to Acute Stress in People With Type 2 Diabetes. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*. 2018;53(4): 309–320. <https://doi.org/10.1093/abm/kay039>.

21. Sallam N, Laher I. Exercise Modulates Oxidative Stress and Inflammation in Aging and Cardiovascular Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2015;2016: e7239639. <https://doi.org/10.1155/2016/7239639>.
22. Somani A, Singh AK, Gupta B, Nagarkoti S, Dalal PK, Dikshit M. Oxidative and Nitrosative Stress in Major Depressive Disorder: A Case Control Study. *Brain Sciences*. 2022;12(2): 144. <https://doi.org/10.3390/brainsci12020144>.
23. Adami P, König P, Vetter Z, Hausmann A, Conca A. Post-traumatic stress disorder and amygdala-hippocampotomy. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2006;113(4): 360–363. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2005.00737.x>.
24. Hegberg NJ, Hayes JP, Hayes SM. Exercise Intervention in PTSD: A Narrative Review and Rationale for Implementation. *Frontiers in Psychiatry*. 2019;10: 133. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00133>.
25. Coêlho BM, Santana GL, de Souza Dantas H, Viana MC, Andrade LH, Wang YP. Correlates and prevalence of post-traumatic stress disorders in the São Paulo metropolitan area, Brazil. *Journal of Psychiatric Research*. 2022;156: 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.09.047>.
26. Porges SW. Vagal tone: a physiologic marker of stress vulnerability. *Pediatrics*. 1992;90(3 Pt 2): 498–504.
27. Porges SW. The polyvagal perspective. *Biological Psychology*. 2007;74(2): 116–143. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.06.009>.
28. Porges S. The polyvagal theory: New insights into adaptive reactions of the autonomic nervous system. *Cleveland Clinic journal of medicine*. 2009;76(Suppl 2): S86–S90. <https://doi.org/10.3949/ccjm.76.s2.17>.
29. Porges SW. Polyvagal Theory: A Science of Safety. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 2022;16. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnint.2022.871227>
30. *Sistema nervoso autônomo*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistema-nervoso-autonomo> [Accessed 13th February 2024].
31. *Sistema nervoso parassimpático*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistema-nervoso-parassimpatico> [Accessed 13th February 2024].
32. *Nervo vago (NC X)*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/study/nervo-vago> [Accessed 14th February 2024].
33. *Nervo vago (X)*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/nervo-vago> [Accessed 13th February 2024].
34. Fitchett A, Mastitskaya S, Aristovich K. Selective Neuromodulation of the *vagus* Nerve. *Frontiers in Neuroscience*. 2021;15. <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2021.685872>
35. Giunta S, Xia S, Pelliccioni G, Olivieri F. Autonomic nervous system imbalance during aging contributes to impair endogenous anti-inflammaging strategies. *GeroScience*. 2024;46(1): 113–127. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-00947-7>.
36. Kaplan GB, Lakis GA, Zhoba H. Sleep-wake and arousal dysfunctions in post-traumatic stress disorder: Role of orexin systems. *Brain Research Bulletin*. 2022;186: 106–122. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2022.05.006>.
37. Sutcliffe JG, de Lecea L. The hypocretins: excitatory neuromodulatory peptides for multiple homeostatic systems, including sleep and feeding. *Journal of Neuroscience Research*. 2000;62(2): 161–168. [https://doi.org/10.1002/1097-4547\(20001015\)62:2<161::AID-JNR1>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/1097-4547(20001015)62:2<161::AID-JNR1>3.0.CO;2-1).
38. Mavanji V, Pomonis B, Kotz CM. Orexin, serotonin, and energy balance. *WIREs mechanisms of disease*. 2022;14(1): e1536. <https://doi.org/10.1002/wsbm.1536>.
39. Chen Y, Guo Y, Yan X, Zeng M, Chen H, Qiu D, *et al*. Orexin-A Excites Airway Vagal Preganglionic Neurons via Activation of Orexin Receptor Type 1 and Type 2 in Rats. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2019;13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2019.00478>

40. Dong XY, Feng Z. Wake-promoting effects of *vagus* nerve stimulation after traumatic brain injury: upregulation of orexin-A and orexin receptor type 1 expression in the prefrontal cortex. *Neural Regeneration Research*. 2018;13(2): 244–251. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.226395>.
41. Wohlfahrt P, Jenča D, Melenovský V, Jarolím P, Dlouhá D, Šramko M, *et al.* Attenuation of Hypocretin/Orexin Signaling Is Associated With Increased Mortality After Myocardial Infarction. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*. 2023;12(6): e028987. <https://doi.org/10.1161/JAHA.122.028987>.
42. Couvineau A, Voisin T, Nicole P, Gratio V, Abad C, Tan YV. Orexins as Novel Therapeutic Targets in Inflammatory and Neurodegenerative Diseases. *Frontiers in Endocrinology*. 2019;10: 709. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00709>.
43. World Health Organization. *Physical activity*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> [Accessed 14th February 2024].
44. Singh B, Olds T, Curtis R, Dumuid D, Virgara R, Watson A, *et al.* Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: an overview of systematic reviews. *British Journal of Sports Medicine*. 2023;57(18): 1203–1209. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106195>.
45. Zhang Q, Miao L, He L, Wang H. The Relationship between Self-Concept and Negative Emotion: A Moderated Mediation Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(16): 10377. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610377>.
46. Rimmele U, Seiler R, Marti B, Wirtz PH, Ehlert U, Heinrichs M. The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*. 2009;34(2): 190–198. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.08.023>.
47. Huang CJ, McAllister MJ, Slusher AL. The Roles of Psychological Stress, Physical Activity, and Dietary Modifications on Cardiovascular Health Implications. In: *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*. 2017. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.208>. [Accessed 5th February 2024].
48. El Assar M, Álvarez-Bustos A, Sosa P, Angulo J, Rodríguez-Mañas L. Effect of Physical Activity/Exercise on Oxidative Stress and Inflammation in Muscle and Vascular Aging. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(15): 8713. <https://doi.org/10.3390/ijms23158713>.
49. Hassan W. The Endothelium and Endothelin: Beyond Vascular Reactivity. *Annals of Saudi Medicine*. 2006;26(5): 343–345. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2006.343>.
50. Pertrini CM, Miyakawa AA, Laurindo FRM, Krieger JE. Nitric oxide regulates angiotensin-I converting enzyme under static conditions but not under shear stress. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2003;36: 1175–1178. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2003000900005>.
51. Quan N, Banks WA. Brain-immune communication pathways. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2007;21(6): 727–735. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.05.005>.
52. Childs E, de Wit H. Regular exercise is associated with emotional resilience to acute stress in healthy adults. *Frontiers in Physiology*. 2014;5: 161. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00161>.
53. Patel PN, Zwibel H. Physiology, Exercise. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482280/> [Accessed 6th February 2024].
54. Meng Q, Lin MS, Tzeng IS. Relationship Between Exercise and Alzheimer’s Disease: A Narrative Literature Review. *Frontiers in Neuroscience*. 2020;14: 131. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00131>.
55. Schneider S, Askew CD, Diehl J, Mierau A, Kleinert J, Abel T, *et al.* EEG activity and mood in health orientated runners after different exercise intensities. *Physiology & Behavior*. 2009;96(4–5): 709–716. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.01.007>.

56. Buch AN, Coote JH, Townend JN. Mortality, cardiac vagal control and physical training--what's the link? *Experimental Physiology*. 2002;87(4): 423–435. <https://doi.org/10.1111/j.1469-445x.2002.tb00055.x>.
57. Chapleau MW, Sabharwal R. Methods of assessing *vagus* nerve activity and reflexes. *Heart Failure Reviews*. 2011;16(2): 109–127. <https://doi.org/10.1007/s10741-010-9174-6>.
58. Coote JH, Bothams VF. Cardiac vagal control before, during and after exercise. *Experimental Physiology*. 2001;86(6): 811–815. <https://doi.org/10.1111/j.1469-445x.2001.tb00049.x>.
59. Pathan FKM, Pandian JS, Shaikh AI, Ahsan M, Nuhmani S, Iqbal A, *et al.* Effect of slow breathing exercise and progressive muscle relaxation technique in the individual with essential hypertension: A randomized controlled trial. *Medicine*. 2023;102(47): e35792. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035792>.
60. Ropelle ER, da Silva ASR, Cintra DE, de Moura LP, Teixeira AM, Pauli JR. Physical Exercise: A Versatile Anti-Inflammatory Tool Involved in the Control of Hypothalamic Satiety Signaling. *Exercise Immunology Review*. 2021;27: 7–23.
61. Garg P, Mendiratta A, Banga A, Bucharles A, Victoria P, Kamaraj B, *et al.* Effect of breathing exercises on blood pressure and heart rate: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology. Cardiovascular Risk and Prevention*. 2024;20: 200232. <https://doi.org/10.1016/j.ijcrp.2023.200232>.
62. Browning KN, Verheijden S, Boeckxstaens GE. The *vagus* nerve in appetite regulation, mood and intestinal inflammation. *Gastroenterology*. 2017;152(4): 730–744. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2016.10.046>.
63. Dinan TG, Cryan JF. Brain-Gut-Microbiota Axis and Mental Health. *Psychosomatic Medicine*. 2017;79(8): 920–926. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000519>.
64. Misra S, Mohanty D. Psychobiotics: A new approach for treating mental illness? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019;59(8): 1230–1236. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1399860>.
65. Motiani KK, Collado MC, Eskelinen JJ, Virtanen KA, Löyttyniemi E, SALMINEN S, *et al.* Exercise Training Modulates Gut Microbiota Profile and Improves Endotoxemia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2020;52(1): 94–104. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002112>.
66. Phelps EA, Ling S, Carrasco M. Emotion facilitates perception and potentiates the perceptual benefits of attention. *Psychological Science*. 2006;17(4): 292–299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01701.x>.
67. Storbeck J, Clore GL. Affective Arousal as Information: How Affective Arousal Influences Judgments, Learning, and Memory. *Social and personality psychology compass*. 2008;2(5): 1824–1843. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2008.00138.x>.
68. Hortobágyi T, Vetrovsky T, Balbim GM, Sorte Silva NCB, Manca A, Deriu F, *et al.* The impact of aerobic and resistance training intensity on markers of neuroplasticity in health and disease. *Ageing Research Reviews*. 2022;80: 101698. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101698>.
69. Lin TW, Tsai SF, Kuo YM. Physical Exercise Enhances Neuroplasticity and Delays Alzheimer's Disease. *Brain Plasticity*. 2018;4(1): 95–110. <https://doi.org/10.3233/BPL-180073>.
70. Rosenbaum S, Sherrington C, Tiedemann A. Exercise augmentation compared with usual care for post-traumatic stress disorder: a randomized controlled trial. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2015;131(5): 350–359. <https://doi.org/10.1111/acps.12371>.
71. Sabri S, Rashid N, Mao ZX. Physical Activity and Exercise as a Tool to Cure Anxiety and Posttraumatic Stress Disorder. *Mental Illness*. 2023;2023: e4294753. <https://doi.org/10.1155/2023/4294753>.

72. Budzynski TH, Budzynski HK, Evans JR, Abarbanel A, [eds.]. *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback: Advanced Theory and Applications..* 3rd edition. Amsterdam: Academic Press; 2009.
73. Gonçalves ÓF, Boggio PS. *Neuromodulação Autorregulatória. Princípios e Prática.* São Paulo: Pearson; 2016.
74. Mascaro L. *Para que Medicação?.* Rio de Janeiro, RJ: Elsevier; 2011.
75. Martins LCX, Russo MT, Ribeiro P. Neural Correlates of Shooting Sports Performance: A Systematic Review on Neural Efficiency Hypothesis. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education.* 2022;91(4): 350–374. <https://doi.org/10.37310/ref.v91i4.2915>.
76. Williams LM. Precision psychiatry: a neural circuit taxonomy for depression and anxiety. *The Lancet Psychiatry.* 2016;3(5): 472–480. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(15\)00579-9](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(15)00579-9).
77. Hosseinifard B, Moradi MH, Rostami R. Classifying depression patients and normal subjects using machine learning techniques and nonlinear features from EEG signal. *Computer Methods and Programs in Biomedicine.* 2013;109(3): 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2012.10.008>.
78. Robertson CV, Skein M, Wingfield G, Hunter JR, Miller TD, Hartmann TE. Acute electroencephalography responses during incremental exercise in those with mental illness. *Frontiers in Psychiatry.* 2022;13: 1049700. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.1049700>.
79. Dayan J, Rauchs G, Guillery-Girard B. Rhythms dysregulation: A new perspective for understanding PTSD? *Journal of Physiology, Paris.* 2016;110(4 Pt B): 453–460. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2017.01.004>.
80. Luck SJ. *An Introduction to the Event-Related Potential Technique..* 2nd ed. edição. Cambridge, Massachusetts: Bradford Book; 2014.
81. Miller LN, Simmons JG, Whittle S, Forbes D, Felmingham K. The impact of posttraumatic stress disorder on event-related potentials in affective and non-affective paradigms: A systematic review with meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews.* 2021;122: 120–142. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.12.027>.
82. Veltmeyer MD, Clark CR, McFarlane AC, Felmingham KL, Bryant RA, Gordon E. Integrative assessment of brain and cognitive function in post-traumatic stress disorder. *Journal of Integrative Neuroscience.* 2005;4(1): 145–159. <https://doi.org/10.1142/s0219635205000719>.
83. Veltmeyer MD, McFarlane AC, Bryant RA, Mayo T, Gordon E, Clark CR. Integrative assessment of brain function in PTSD: brain stability and working memory. *Journal of Integrative Neuroscience.* 2006;5(1): 123–138. <https://doi.org/10.1142/s0219635206001057>.
84. Joseph JJ, Golden SH. Cortisol dysregulation: the bidirectional link between stress, depression, and type 2 diabetes mellitus. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 2017;1391(1): 20–34. <https://doi.org/10.1111/nyas.13217>.
85. Hong J, Park JH. Efficacy of Neuro-Feedback Training for PTSD Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022;19(20): 13096. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013096>.
86. Evancho A, Tyler WJ, McGregor K. A review of combined neuromodulation and physical therapy interventions for enhanced neurorehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience.* 2023;17: 1151218. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1151218>.
87. LaMarca K, Gevirtz R, Lincoln AJ, Pineda JA. Brain-Computer Interface Training of mu EEG Rhythms in Intellectually Impaired Children with Autism: A Feasibility Case Series. *Applied Psychophysiology and Biofeedback.* 2023;48(2): 229–245. <https://doi.org/10.1007/s10484-022-09576-w>.

88. Dupee M, Werthner P. Managing the Stress Response: The Use of Biofeedback and Neurofeedback with Olympic Athletes. *Biofeedback*. 2011;39: 92–94. <https://doi.org/10.5298/1081-5937-39.3.02>.
89. Pinel JP, Schultz TD. Effect of antecedent muscle tension levels on motor behavior. *Medicine and Science in Sports*. 1978;10(3): 177–182.
90. Rydzik Ł, Wąsacz W, Ambroży T, Javdaneh N, Brydak K, Kopańska M. The Use of Neurofeedback in Sports Training: Systematic Review. *Brain Sciences*. 2023;13(4): 660. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040660>.
91. Kavianiipoor H, Farsi A, Bahrami A. The Effect of Neurofeedback Training on Executive Control Network of Attention and Dart-Throwing Performance in Individuals with Trait Anxiety. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2023;48(3): 379–391. <https://doi.org/10.1007/s10484-023-09587-1>.
92. Prończuk M, Trybek G, Terbalyan A, Markowski J, Pilch J, Krzysztofik M, et al. The Effects of EEG Biofeedback Training on Visual Reaction Time in Judo Athletes. *Journal of Human Kinetics*. 2023;89: 247–258. <https://doi.org/10.5114/jhk/174272>.
93. Wu JH, Chueh TY, Yu CL, Wang KP, Kao SC, Gentili RJ, et al. Effect of a single session of sensorimotor rhythm neurofeedback training on the putting performance of professional golfers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2024;34(1): e14540. <https://doi.org/10.1111/sms.14540>.
94. Graczyk M, Pąchalska M, Ziółkowski A, Mańko G, Łukaszewska B, Kochanowicz K, et al. Neurofeedback training for peak performance. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*. 2014;21(4): 871–875. <https://doi.org/10.5604/12321966.1129950>.
95. Yalfani A, Azizian M, Gholami-Borujeni B. Adding Neurofeedback Training to Neuromuscular Training for Rehabilitation of Chronic Ankle Instability: A 3-Arm Randomized Controlled Trial. *Sports Health*. 2023; 19417381231219198. <https://doi.org/10.1177/19417381231219198>.
96. Angelakis E, Lubar JF, Stathopoulou S, Kounios J. Peak alpha frequency: an electroencephalographic measure of cognitive preparedness. *Clinical Neurophysiology*. 2004;115(4): 887–897. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2003.11.034>.
97. Cabaleiro P, Cueli M, Cañamero LM, González-Castro P. A Case Study in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: An Innovative Neurofeedback-Based Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;19(1): 191. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010191>.
98. Egner T, Zech TF, Gruzeliel JH. The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2004;115(11): 2452–2460. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2004.05.033>.
99. Dornowski M, Wilczyńska D, Lachowicz M, Sokolowska I, Szot T, Urbański R, et al. The effect of EEG neurofeedback on lowering the stress reaction level depending on various stressors on the biochemical, muscular and psychomotor sphere: A preliminary randomized study. *Medicine*. 2024;103(5): e37042. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000037042>.
100. Chiasson P, Boylan MR, Elhamiasl M, Pruitt JM, Ranjan S, Riels K, et al. Effects of neurofeedback training on performance in laboratory tasks: A systematic review. *International Journal of Psychophysiology*. 2023;189: 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2023.04.005>.
101. van Son D, van der Does W, Band GPH, Putman P. EEG Theta/Beta Ratio Neurofeedback Training in Healthy Females. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2020;45(3): 195–210. <https://doi.org/10.1007/s10484-020-09472-1>.

102. Gong A, Nan W, Yin E, Jiang C, Fu Y. Efficacy, trainability, and neuroplasticity of SMR vs. alpha rhythm shooting performance neurofeedback training. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2020;14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00094>.
103. Matsuzaki Y, Nouchi R, Sakaki K, Dinet J, Kawashima R. The Effect of Cognitive Training with Neurofeedback on Cognitive Function in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare*. 2023;11(6): 843. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060843>.
104. Orndorff-Plunkett F, Singh F, Aragón OR, Pineda JA. Assessing the Effectiveness of Neurofeedback Training in the Context of Clinical and Social Neuroscience. *Brain Sciences*. 2017;7(8): 95. <https://doi.org/10.3390/brainsci7080095>.
105. Burdack J, Schöllhorn WI. Cognitive Enhancement through Differential Rope Skipping after Math Lesson. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;20(1): 205. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010205>.
106. Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Ochi G, Sakairi Y, Kato M, *et al*. Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: An fNIRS study. *NeuroImage*. 2014;98: 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.04.067>.
107. Zhang W, Zhou C, Chen A. A systematic review and meta-analysis of the effects of physical exercise on white matter integrity and cognitive function in older adults. *GeroScience*. 2023; <https://doi.org/10.1007/s11357-023-01033-8>.
108. Ropelle ER, da Silva ASR, Cintra DE, de Moura LP, Teixeira AM, Pauli JR. Physical Exercise: A Versatile Anti-Inflammatory Tool Involved in the Control of Hypothalamic Satiety Signaling. *Exercise Immunology Review*. 2021;27: 7–23.
109. Bailey BW, Muir AM, Bartholomew CL, Christensen WF, Carbine KA, Marsh H, *et al*. The impact of exercise intensity on neurophysiological indices of food-related inhibitory control and cognitive control: A randomized crossover event-related potential (ERP) study. *NeuroImage*. 2021;237: 118162. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118162>.
110. Fernández-Rodríguez R, Álvarez-Bueno C, Martínez-Ortega IA, Martínez-Vizcaíno V, Mesas AE, Notario-Pacheco B. Immediate effect of high-intensity exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy young adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*. 2022;11(3): 367–375. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.08.004>.
111. Sleiman SF, Henry J, Al-Haddad R, El Hayek L, Abou Haidar E, Stringer T, *et al*. Exercise promotes the expression of brain derived neurotrophic factor (BDNF) through the action of the ketone body β -hydroxybutyrate. *eLife*. 2016;5: e15092. <https://doi.org/10.7554/eLife.15092>.
112. Moriarty T, Bourbeau K, Bellovary B, Zuhl MN. Exercise Intensity Influences Prefrontal Cortex Oxygenation during Cognitive Testing. *Behavioral Sciences*. 2019;9(8): 83. <https://doi.org/10.3390/bs9080083>.
113. Seo JH, Park HS, Park SS, Kim CJ, Kim DH, Kim TW. Physical exercise ameliorates psychiatric disorders and cognitive dysfunctions by hippocampal mitochondrial function and neuroplasticity in post-traumatic stress disorder. *Experimental Neurology*. 2019;322: 113043. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2019.113043>.
114. National Cancer Institute. *Definition of apoptosis - NCI Dictionary of Cancer Terms* - NCI. <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/apoptosis> [Accessed 15th February 2024].
115. Baranowski BJ, Marko DM, Fenech RK, Yang AJT, MacPherson REK. Healthy brain, healthy life: a review of diet and exercise interventions to promote brain health and reduce Alzheimer’s disease risk. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2020;45(10): 1055–1065. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0910>.
116. Assouline A, Mendelsohn A, Reshef A. Memory-directed acupuncture as a neuromodulatory treatment for PTSD: Theory, clinical model and case studies. *Translational Psychiatry*. 2022;12(1): 110. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-01876-3>.



Revisão / *Review*

Transtorno de estresse pós-traumático e interações psicofisiológicas de padrões cerebrais, exercício e tratamento não medicamentoso: uma revisão integrativa

Post-Traumatic Stress Disorder and Psychophysiological Interactions of Brain Patterns, Exercise, and Non-Drug Treatment: An Integrative Review

Martins, L.

Lilian Martins

Revista de Educação Física / Journal of Physical Education (2023) 92, 2, 310-331



Revisão
Review



Transtorno de estresse pós-traumático, exercício, padrões corticais, interações psicofisiológicas e tratamento não-medicamentoso: uma revisão integrativa

Post-Traumatic Stress Disorder, Exercise, Cortical Patterns, Psychophysiological Interactions, and Non-Drug Treatment: An Integrative Review

Lilian Martins^{§1} PhD

Recebido em: 21 de janeiro de 2024. Aceito em: 15 de março de 2024.

Publicado online em: 21 de março de 2024.

DOI: 10.37310/ref.v92i2.2964

Resumo

Introdução: O transtorno de estresse pós-traumático (TEPT) é um problema de saúde mental proeminente em militares veteranos e, também, na população em geral. Pode durar desde apenas alguns meses a vários anos, causando diversas incapacidades aos indivíduos que sofrem com o transtorno. Existem opções não-medicamentosas que podem, não apenas contribuir, como até mesmo serem necessárias para a recuperação integral de pacientes com TEPT.

Objetivo: Examinar as interações entre aspectos fisiológicos-psicofisiológicos e eletrofisiológicos (padrões corticais) com exercício físico, buscando possíveis alternativas não-medicamentosas para o tratamento de pacientes com transtorno de estresse pós-traumático (TEPT).

Resultados e Discussão: A disfunção do hipocampo e causa o TEPT e problemas no funcionamento cerebral (ansiedade, depressão e comprometimento cognitivo), além de prejuízos na função mitocondrial e na neuroplasticidade. O exercício físico e a neuromodulação autorregulatória podem contribuir, e até serem indispensáveis, para a recuperação desses pacientes.

Conclusão: Exercícios físicos, por meio da melhora induzida do nível do fator neurotrófico derivado do cérebro, do aprimoramento da função mitocondrial e da indução à neuroplasticidade e a taxa de apoptose no hipocampo. O exercício físico contribui para a recuperação integral de pacientes com TEPT, bem como, a neuromodulação autorregulatória está indicada para indicação coadjuvante.

Pontos Chave

- A disfunção do hipocampo causada pelo trauma (psicológico/físico) causa o TEPT e outros problemas em saúde mental.

- A disfunção do hipocampo causa prejuízos na função mitocondrial e na neuroplasticidade.

- O exercício físico e a neuromodulação autorregulatória podem contribuir para a recuperação desses pacientes.

Palavras-chave: exercício físico, sistema nervosa autônomo, Teoria Polivagal, medicina integrativa.

[§] Autor correspondente: Lilian Martins – e-mail: lilitina@gmail.com

Afiliações: ¹Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército Brasileiro (IPCFEx), Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ²Laboratório de Mapeamento Cerebral e Integração Sensorio Motora, Escola de Educação Física e Desportos (EEFD) e Instituto de Psiquiatria (IPUB) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Abstract

Introduction: Post-traumatic stress disorder (PTSD) is a prominent mental health problem in military veterans and in the general population. It can last from just few months to several years, causing various disabilities to individuals suffering from the disorder. There are non-drug options that may not only contribute and may be even necessary for the full recovery of patients with PTSD.

Objective: To examine the interactions between physiological-psychophysiological and electrophysiological aspects (cortical patterns) with physical exercise, seeking possible non-pharmacological alternatives for the treatment of patients with post-traumatic stress disorder (PTSD).

Results and Discussion: Hippocampal dysfunction causes PTSD and problems in brain functioning (anxiety, depression, and cognitive impairment), as well as impairments in mitochondrial function and neuroplasticity. Physical exercise and self-regulatory neuromodulation can contribute, and even be indispensable, to the recovery of these patients.

Conclusion: Physical exercises, through induced improvement of the level of brain-derived neurotrophic factor, enhancement of mitochondrial function and induction of neuroplasticity and the rate of apoptosis in the hippocampus. Physical exercise contributes to the full recovery of patients with PTSD, and autoregulatory neuromodulation is indicated for adjuvant indication.

Keywords: exercise, brain, autonomic nervous system, Polyvagal Theory, integrative medicine.

Key Points

- Hippocampal dysfunction caused by trauma (psychological/physical) causes PTSD and other mental health problems.
- Hippocampal dysfunction causes impairments in mitochondrial function and neuroplasticity.
- Physical exercise and self-regulatory neuromodulation can contribute to the recovery of these patients.

Transtorno de estresse pós-traumático, exercício, padrões cerebrais, interações psicofisiológicas e tratamento não-medicamentoso: uma revisão integrativa

Introdução

O transtorno de estresse pós-traumático (TEPT) é um problema de saúde mental proeminente em militares veteranos e na população em geral(1). Antes de tratar TEPT, é importante compreender a definição de estresse que é: “o conjunto de reações que um organismo desenvolve ao ser submetido a uma situação que exige esforço de adaptação”(2), as quais envolvem reações fisiológicas associadas a decisões mentais e, conseqüentemente, ações comportamentais. O estresse é marcado por um estado de hiperexcitabilidade para desencadear a resposta necessária do indivíduo no enfrentamento aos estímulos estressantes(3). A presença de estresse crônico desencadeia respostas psicológicas e fisiológicas (hormonais e neuronais) que se dão pela busca do organismo à

manutenção do estado de homeostase. Dessas alterações, resultam as respostas comportamentais que podem se manifestar como: transtornos de ansiedade e depressão; diminuição da ingestão alimentar e disfunções gastrointestinais; declínio do comportamento sexual(3). De acordo com o *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) [Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais](1), a diferença entre o transtorno de estresse agudo e o TEPT é que o primeiro é resolvido dentro de um mês, enquanto para se configurar em TEPT os sintomas se estendem para além de um mês, podendo durar desde apenas alguns meses a muitos anos(1).

Segundo o Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos(4), os benefícios da atividade física para praticamente todos os aspectos da saúde humana são consistentes, incluindo-se para

a saúde mental(5–9). A definição de atividade física é “qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que resulte em gasto energético”, sendo que o exercício físico trata-se de “um subconjunto da atividade física planejada, estruturada e repetitiva, que tem como objetivo final ou intermediário a melhora ou manutenção da aptidão física”(10). A literatura mostra que tanto a relação de atividade física com estresse quanto com saúde mental, ambas são bidirecionais. Isto significa dizer que tanto o nível de estresse pode diminuir o nível de atividade física, quanto o nível de atividade física pode diminuir o nível de estresse(11–13). De modo semelhante, em relação à saúde mental, o nível de atividade física pode melhorar a saúde mental e, também, problemas em saúde mental podem levar à diminuição do nível de atividade física(14,15). Além do exercício, existem outras opções não-medicamentosas que podem ser necessárias para a recuperação integral de pacientes com TEPT.

O objetivo do presente estudo foi, a partir de uma visão da medicina integrativa, examinar as interações entre aspectos fisiológicos-psicofisiológicos e eletrofisiológicos (padrões corticais) com exercício físico buscando possíveis alternativas não-medicamentosas para o tratamento de pacientes com transtorno de estresse pós-traumático (TEPT).

Métodos

Estudo de revisão integrativa(16), com buscas realizadas nas bases de dados PubMed e Google Scholar, em língua inglesa ou portuguesa, que incluíram os termos: “PTSD”, “Post-traumatic stress disorder”, “exercise”, “physical activity”, “mental health”, “neurofeedback”, e “brain”; utilizando os operadores booleanos “AND” e “OR”. Foram incluídos estudos originais, bem como de revisão.

Resultados e Discussão

Transtorno de estresse pós-traumático (TEPT)

Na fisiologia do estresse todos os sistemas orgânicos estão envolvidos nas reações fisiológicas-psicofisiológicas relacionadas ao estresse e à saúde mental e dependendo da força do estímulo traumático estressor e do tempo de duração dos sintomas, maiores podem ser as consequências na saúde e na qualidade de vida do indivíduo. O estresse crônico afeta o sistema imunológico, o cérebro e, conseqüentemente, o comportamento humano devido às interações existentes entre eles(17). Para Bower & Kuhlman(17), na ocorrência de uma doença, há a sobreposição entre sintomas e correlatos neurais e os sintomas de depressão e outros transtornos psiquiátricos. Nesse contexto, a ativação imunológica repetida ou a inflamação crônica pode influenciar o desenvolvimento de sintomas e agravos em saúde mental ou, ainda, levar a alterações mais leves em emoção, cognição e comportamento(17), sendo que os estados afetivos influenciam o estado de inflamação e o estresse oxidativo, que têm efeitos deletérios à saúde(18–22).

A diferença entre o transtorno de estresse agudo e o TEPT é que o primeiro é resolvido dentro de um mês, enquanto para se configurar em TEPT, os sintomas estendem-se para além de uma mês, sendo que pode durar desde apenas alguns meses a muitos anos(1). Há evidências de que a região da amígdala-hipocampal está funcional e morfologicamente envolvida na etiologia do TEPT(23). Alguns sintomas do TEPT são: lembranças intrusivas angustiantes, recorrentes e involuntárias do evento traumático; estado de hipervigilância; comportamentos de evitação de lugares e/ou situações que relembram o episódio traumático; distanciamento emocional de seus sentimentos ou de outras pessoas; pensamentos negativos sobre si mesmos; alterações negativas na cognição e no humor; hiperexcitabilidade; pesadelos recorrentes com conteúdo relacionado relacionados ao evento traumático;

sofrimento psicológico intenso (ou prolongado) e/ou reações fisiológicas intensas ante a exposição a sinais internos ou externos que simbolizem ou se assemelhem a algum aspecto do evento traumático(1). Além disso, é frequente a presença de comorbidades em saúde mental como: transtornos depressivos, transtornos de personalidade, transtorno de sintomas neurológicos funcionais, transtorno de sintomas somáticos, transtornos alimentares, transtornos relacionados a substâncias, transtornos do sono, entre outros. Esses sintomas podem surgir imediatamente após o evento, mas podem, também, surgir anos mais tarde e associam-se a níveis elevados de incapacidades sociais, profissionais e físicas(1).

Algumas situações mais frequentes que desencadeiam o TEPT incluem combates militares, acidentes, agressões, desastres naturais ou causados pelo homem(24). Destaca-se que as profissões militares e/ou de resgate emergenciais são as categorias que apresentam maiores prevalências em comparação com as demais(1). Face a essas características, é esperado que a incidência de TEPT ao longo da vida seja alta. Nos Estados Unidos, onde há registros de dados populacionais, o risco relativo de incidência de TPET até os 75 anos de idade é de 8,7% e prevalência estimada em 12 meses de 3,5%(1). No Brasil, foi identificado apenas um estudo sobre a prevalência de TEPT em amostra populacional (n=5.037), na cidade de São Paulo, que foi de 3,7% em 12 meses(25), semelhante à encontrada na população americana.

O impacto do TEPT na vida desses pacientes abrange vários aspectos do indivíduo, pois, além dos sintomas característicos, há alterações na estrutura e na função cerebral, sendo diminuído o desempenho cognitivo. Além disso, as chances de pessoas com TEPT desenvolverem diabetes, obesidade e síndrome metabólica são maiores em comparação com pessoas aparentemente saudáveis. O pode ser explicado por que o nível de atividade física desses pacientes é reduzido em comparação com sua prática de antes do TEPT(24).

Efeitos neuropsicofisiológicos do trauma: Teoria Polivagal

Porges(26–28) buscando uma maior compreensão da neuropsicofisiologia do trauma, desenvolveu a Teoria Polivagal identificando alterações no funcionamento do nervo vago em presença de sintomas psicológicos decorrentes de evento traumático. Porges(26–28) explica que, em humanos, os subsistemas do sistema nervoso autônomo (SNA) apresentam uma ordenação filogenética vinculada a comunicação social – aspectos que envolvem: expressão facial, vocalização, escuta, entre outros; mobilização – comportamentos de lutar-ou-fugir; e imobilização – comportamento de fingir-se de morto, síncope vasovagal e anulação comportamento.

É por meio da Teoria Polivagal de Porges(28,29) que se pode melhor compreender o vínculo entre o corpo, a mente e o sistema nervoso no enfrentamento de sintomas relacionados ao trauma. Porges(28,29). O SNA, em mamíferos, fornece substratos neurofisiológicos para estratégias comportamentais adaptativas e, portanto, o estado fisiológico do indivíduo tem um papel limitador sobre a amplitude do comportamento e de experiência psicológica(28,29). O SNA conecta a efetiva experiência psicológica, a expressão emocional, as expressões faciais, a comunicação vocal e o contingente do comportamento social. Assim, há uma covariação entre a regulação autonômica atípica e desordens psiquiátricas e comportamentais que envolvem dificuldades na regulação apropriada do indivíduo em seus aspectos social, emocional, e comportamentos de comunicação. Um desequilíbrio na regulação do SNA pode ocorrer com a redução da ativação do feixe mielinizado (ventral) do nervo vago com aumento da influência do sistema simpático sobre o coração(28). Porges(29) explica, ainda, que experiências traumáticas reajustam o SNA para ficar preso em estados de defesa, o que leva a alterações no ritmo respiratório, segundo o autor, um marcador mais sensível para vulnerabilidade ao estresse do que a

frequência cardíaca(26,28), sintomas presentes nos indivíduos com TEPT(1).

O nervo vago

Para se entender a relação entre o funcionamento do sistema nervoso e os sintomas de TEPT, segundo a Teoria Polivagal, é importante considerar sua fisiologia. O SNA apresenta partes no [sistema nervoso central](#) e no [sistema nervoso periférico](#), Controlando (de forma involuntária) as glândulas e o [músculo liso](#) de todos os órgãos internos (vísceras). Em conjunto as glândulas endócrinas, o SNA participa da regulação de funções importantes do corpo sem um envolvimento claro do [córtex cerebral](#). Seus ramos dividem-se em: central e periférico. O SNA inerva a musculatura lisa (paredes dos vasos sanguíneos e dos órgãos), o músculo cardíaco e as células glandulares. Funcionalmente, o SNA divide-se no sistema nervoso simpático (SNS) e no parassimpático (SNP). (30). As funções do SNP incluem diminuição da frequência cardíaca, relaxamento dos esfíncteres dos [tratos gastrointestinal](#) e [urinário](#) e no aumento da atividade glandular e intestinal. O resultado final desses processos é o armazenamento de energia e a regulação das funções do corpo (como a digestão e a micção). Em contrapartida, está o SNS, cuja função é descrita como a resposta de "luta ou fuga", que ocorre em situações estressantes. Por conseguinte, o SNS tem funções opostas ao SNP. O principal [neurotransmissor](#) do SNS é a acetilcolina, que atua nos receptores muscarínicos (localizados no coração e nas vísceras) e nicotínicos (localizados na medula adrenal e nos músculos)(30,31).

O nervo vago (do latim *nervus vagus* = nervo que vagueia) integra o SNP, sendo o nervo craniano (X) mais longo e mais complexo dentre os nervos cranianos. É um nervo misto (com fibras aferentes e eferentes) com as seguintes funções (Quadro 1)(32).

O nervo vago é responsável por reduzir a frequência cardíaca, regular a [respiração](#) e a atividade dos órgãos do [sistema digestivo](#) (descansar e digerir)(33). Porges(26–28) relacionou sequelas psicológicas do trauma

com o ritmo respiratório e destacou que há a necessidade de se recuperar a noção de segurança no ambiente do paciente para que o equilíbrio do nervo vago se reestabeleça(29). A Figura 1 exibe a anatomia do nervo vago e sua passagem nas proximidades da amígdala-hipocampal(34).

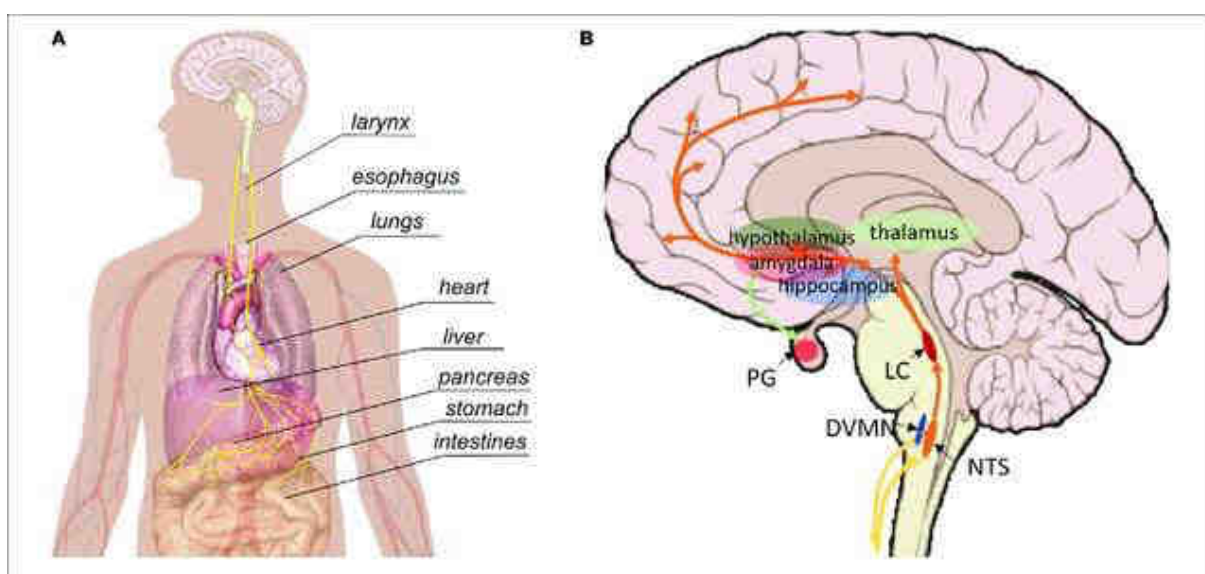
O nervo vago está envolvido, também, no processo inflamação, sendo que sua estimulação ativa sua via colinérgica anti-inflamatória que, no nível molecular, se caracteriza pelos sinais comunicados através do nervo vago (provavelmente com a participação dos nervos esplênicos), por meio da liberação de acetilcolina realizada para regular negativamente as ações inflamatórias dos macrófagos, os quais possuem papel fundamental na inflamação(35).

O SNA está envolvido com a atividade cerebral e com a fisiopatologia em presença de TEPT por meio do sistema neural da orexina(36). Os neurônios orexinérgicos originam-se no hipotálamo lateral e projetam-se amplamente para os principais sistemas de neurotransmissores, os neurônios autonômicos, o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) e os circuitos neurais relacionados ao medo(36). Os neurônios orexinérgicos liberam dois neuropeptídeos (ou hipocretinas) a orexina-A e a orexina-B(37). As orexinas podem modular as ações dos principais sistemas de neurotransmissores, incluindo os neurotransmissores monoaminérgicos serotonina, dopamina, noradrenalina e outros neurotransmissores importantes, incluindo histamina e acetilcolina, os quais afetam os comportamentos relacionados ao TEPT(36).

A orexina faz parte de um circuito complexo que integra aspectos envolvidos com metabolismo energético, função cardiovascular, homeostase hormonal e comportamentos sono-vigília(37), além de estarem relacionados ao comportamento prática de atividade física. Mavanji *et al.*(38), a partir de modelo animal, observaram que o eixo orexina-serotonina detecta sinais metabólicos, dentre eles o gasto energético e ativa estruturas como o córtex motor para modificar as saídas com-

Aferentes	Eferentes
<ul style="list-style-type: none"> • Aferente (sensitiva) somática geral da laringofaringe, laringe e raiz da língua • Aferente visceral especial (gustativa) da raiz da língua e das papilas linguais epiglóticas • aferente (sensitiva) visceral geral dos órgãos torácicos e abdominais 	<ul style="list-style-type: none"> • Eferente visceral geral (parassimpática) dos órgãos tóraco-abdominais • Eferente visceral especial do músculo palatoglosso da língua e de vários músculos do palato mole, faringe e laringe

Quadro I – Funções do nervo vago (nervo craniano X)(32).



Fonte: *Selective Neuromodulation of the Vagus Nerve*, Fitchett et al.(34)

Figura 1 – Nervo vago e amígdala hipocampal.

portamentais, como, por exemplo, a prática voluntária (ou espontânea) de atividade física. Além de ser um modulador chave nos sistemas neurotransmissores, a orexina tem papel importante em aquisição, expressão, extinção do medo, modulando também comportamentos de evitação do medo e, ainda, está envolvida em distúrbios do sono, hipervigilância e aumento das respostas de sobressalto e com as respostas ao estresse (respostas fisiológicas marcantes ao medo/estresse) (36). Os autores explicam que, após trauma ou estresse agudo, a amígdala basolateral transmite informações sensoriais para o núcleo central da amígdala e, por sua vez, para o hipotálamo e outras regiões subcorticais e do tronco cerebral para promover comportamentos de medo e

ameaça. A orexina tem um papel importante na ativação da atividade do sistema nervoso simpático e nas respostas ao estresse do eixo HPA, de modo que, a ativação da orexina impede a extinção do medo e promove comportamentos de evitação, fatores observados também por Porges(26–28) no estudo da relação entre sintomas pós-trauma e desregulação do nervo vago.

Estudos que investiguem alterações na fisiologia do cérebro decorrentes de intervenções laboratoriais são realizadas em modelos animais; sobre a relação da orexina com o nervo vago, estudos desse tipo apontaram que a expressão da orexina coincide com a inervação cerebral do nervo vago influenciando a atividade respiratória(39) e que sua presença no córtex

pré-frontal pode estar envolvida nos efeitos de promoção da vigília da estimulação do nervo vago(40).

A literatura recente aponta que a orexina está envolvida, juntamente com o nervo vago, com os ritmos cardíacos(41) apresentando efeito modulador no sistema imune(42). Couvineau *et al.*(42) discutiram em seu estudo de revisão que há uma relação sinérgica e dinâmica existente entre os sistemas nervoso e imunológico, assim, as orexinas também apresentam propriedades neuroprotetoras e imunorregulatórias, ou seja, anti-inflamatórias. Os autores concluíram que as orexinas apresentam potencial terapêutico para emprego em diversas patologias que possuem componente imunológico, incluindo como: esclerose múltipla, doença de Alzheimer, obesidade, doenças intestinais, narcolepsia, choque séptico e cânceres(42). Em adição, para Kaplan *et al.*(36), o estudo do sistema neural orexinérgico proporciona maior compreensão acerca dos mecanismos importantes envolvidos em múltiplos comportamentos relacionados ao TEPT.

Exercício físico: uma intervenção integrativa

Exercício físico e saúde mental

De acordo com a literatura, o exercício físico consistentemente contribui para diminuir/prevenir sintomas em saúde mental como ansiedade e depressão(5–9). A falta de consenso quanto ao tipo de atividade física a ser aplicada para maiores benefícios à saúde mental (7–9) pode ser explicada porque cada indivíduo escolhe a prática que melhor lhe atender. No entanto, a literatura é farta a respeito dos benefícios à saúde mental, o que foi amplamente investigado por Hamer *et al.*(8,12).

Em estudo epidemiológico conduzido na Escócia, em amostra populacional (n=19.842), Hamer *et al.*(8) identificaram o efeito dose-resposta do exercício físico na saúde mental: pelo menos 20 min/semana de qualquer atividade física para a obtenção de benefícios à saúde mental. Estes achados são extremamente importantes, tendo em vista que a prevalência de adultos, ao redor do mundo, foi de 28% de pessoas que não

atingem o padrão mínimo de atividade física regular(43), termo que se refere a uma prática semanal de pelo menos 150 minutos de atividade física de intensidade moderada mais dois dias de atividade de fortalecimento muscular, segundo a edição atual do Guia de Atividade Física para Americanos (*Physical Activity Guidelines for Americans*)(4). Adicionalmente, o estudo de Hamer *et al.*(8) demonstrou que, além de haver benefícios para a saúde mental, com prática de apenas 20min/semana de qualquer atividade física, houve maior redução de risco para sofrimento psíquico para maiores volume e/ou intensidade. Ou seja, quanto maior o nível de atividade física, maiores os benefícios para a saúde mental. Além disso, a atividade física diária foi associada a menor risco de sofrimento psíquico após ajuste para idade, sexo, grupo socioeconômico, estado civil, índice de massa corporal, doença crônica e tabagismo(8). Corroborando esses achados, estudo recente do tipo revisão de revisões sistemáticas, concluiu que a prática de atividade física é altamente benéfica para melhorar os sintomas de depressão, ansiedade e angústia em uma ampla gama de populações adultas, incluindo a população em geral, pessoas com transtornos de saúde mental diagnosticados e pessoas com doenças crônicas. A recomendação foi que a atividade física deve ser uma abordagem fundamental no tratamento de depressão, ansiedade e sofrimento psíquico(44).

Estudo observacional recente, conduzido em 739 jovens adultos universitários na China, observou efeito moderador da intensidade do exercício sobre a influência direta e indireta do autoconceito sobre as emoções negativas(45). O autoconceito afeta os comportamentos sociais e a atividade física modula a reatividade adrenal e cardiovascular ao estresse psicossocial(46).

Exercício físico, estresse e regulação do nervo vago

O estresse (sofrimento psicológico) está entre as causas do desenvolvimento de diversas doenças, tanto físicas quanto mentais, sobretudo quando o esforço de

adaptação é persistente (estresse crônico)(2). Transtornos psicológicos relacionados ao estresse estão associados a aumento excessivo da inflamação e do estresse oxidativo, os quais são as principais causas de disfunção endotelial e metabólica, relacionadas a doenças cardio-vasculares e metabólicas(47) e, ainda, afetam o funcionamento do sistema nervoso autônomo(36,41,42). Para Hamer *et al.*(8,12), tais respostas contribuem para estimular o sistema imunológico e explicam a associação de atividade física com o bem-estar e com a saúde mental, isto porque o exercício físico melhora a função endotelial e a rigidez arterial, reduzindo a sinalização de danos inflamatórios e oxidativos no tecido vascular, além de promover o aumento de enzimas antioxidantes e incrementar a disponibilidade de óxido nítrico, efeitos que promovem, de forma integral, o desempenho funcional, bem como, o envelhecimento saudável(48). As respostas antioxidantes e anti-inflamatórias do exercício físico, que ocorrem principalmente no tecido adiposo, nos músculos esqueléticos, no sistema imunológico e no sistema cardiovascular, têm efeito modulador sobre as citocinas anti-inflamatórias/pró-inflamatórias(11,21). Assim, o exercício físico favorece a saúde do endotélio, considerado não mais apenas como o revestimento interno de vasos sanguíneos, antes, trata-se de um órgão complexo que desempenha importantes funções na homeostase metabólica(49), contribuindo para prevenir o acúmulo excessivo de colesterol no interior das artérias e promove, até mesmo, a diminuição da espessura da camada de colesterol acumulada. Esse benefício deve-se ao efeito da força tangencial de atrito do sangue no interior das artérias (*shear stress*)(50). Dessa forma, o exercício físico apresenta-se como um modulador dos efeitos fisiológicos do estresse(3) sobre o organismo, por meio da produção extra de óxido nítrico(11,21,51). Um estudo experimental (n=111) encontrou que o exercício físico regular está associado a resiliência emocional ao estresse agudo em adultos saudáveis(52).

Há que se considerar, também, que a relação exercício físico-estresse é bidirecional. Por um lado, o exercício pode contribuir para diminuir o estresse apresentando, além dos benefícios referentes à saúde cardiovascular, metabólica e imunológica, previamente mencionados(11,12,21,47,53) que, por sua vez, relacionam-se à saúde do cérebro, sobretudo a longo prazo(54), pois, o exercício físico em intensidades moderada e alta tem efeitos duradouros na atividade cortical e no humor(55), promovendo redução do estresse e favorecendo a saúde mental (8,12).

Por outro lado, altos níveis de estresse associam-se a menores níveis de atividade física(11–13), provavelmente, devido à diminuição dos níveis da orexina(38). Portanto, o estresse pode ter um impacto diferencial no iniciar, na aderência e no abandono do exercício(13). De acordo com Stults-Kolehmainen e Sinha(13) há evidências de que a combinação de programas de gerenciamento de estresse com intervenções de exercícios pode contribuir para diminuir a falta de aderência à prática de atividade física.

A importância do exercício físico na regulação do SNA é fundamental, pois, ativa-o regulando o sistema imunológico devido aos efeitos anti-inflamatórios (feixes parassimpático e simpático) e inflamatórios (feixe simpático)(11,51). Além disso, o treinamento físico aumenta a atividade vagal cardíaca sendo que os possíveis mecanismos envolvidos incluem a mediação via angiotensina II ou o óxido nítrico(56).

O exercício físico conjugado com intervenções complementares, como a modificação dietética, configura-se como uma estratégia necessária para aumentar a eficácia do exercício físico de doenças cardiovasculares(47) além de promover a saúde de todos os demais sistemas orgânicos. A dieta adequada reduz a atividade do SNP, melhora a função redox mitocondrial e minimiza o estresse oxidativo, bem como a inflamação crônica(47). Enquanto o exercício físico promove respostas neuropsicobiológicas (resposta integrada) que promovem

adaptações no sistema imunológico, no eixo HPA, que regula a liberação de cortisol na corrente sanguínea e no SNA(12,53). Assim, o exercício físico modula a reatividade adrenal e cardiovascular ao estresse psicossocial(46,52).

Um estudo experimental examinou os efeitos de 15 minutos de exercício na bicicleta ergométrica sobre a concentração plasmática de orexina-A e houve um aumento significativo de orexina-A plasmática ($p < 0,01$), com pico aos 30 min após a sessão de exercício. Foi o único estudo com tal enfoque encontrado até o momento. Sugere-se que outros estudos continuem essa investigação.

Em suma, o exercício físico está relacionado a vários feixes do nervo vago o que, por conseguinte, pode explicar sua influência na saúde dos sistemas: cardiorrespiratório-vascular(11,21,56,57,57–59); imunológico (3,11,12,21,60); da saúde mental (8,11,12,21,22,59,61) – modulando a produção de óxido nítrico, que reduz a inflamação(11,21) favorecendo a função cerebral(51); e gastroenterológico(62). Estudos pré-clínicos sobre a relação entre microbiota e doença psiquiátrica apontaram consistentemente a relação positiva de uma microbiota saudável e a saúde mental(63,64), sendo que ensaio clínico apontou que o exercício físico modulou o perfil da microbiota intestinal (65).

Exercício físico e transtorno de estresse pós-traumático (TEPT)

Uma revisão narrativa, baseando-se em 19 estudos participantes (nove do tipo observacional e dez de intervenção), discutiu os efeitos do exercício aeróbico na recuperação do TEPT(24). Os autores consideraram que existem barreiras para o início do tratamento tradicional – psicológico e/ou farmacológico, que incluem: sentimento de estigma, motivação,

custos e acesso a tratamentos. Os resultados mostraram que, tanto estudos observacionais quanto de intervenção corroboram a noção de que o exercício aeróbico, isoladamente ou em combinação com tratamentos padrão, promove benefícios positivos para a saúde mental em indivíduos com TEPT, militares e civis, de ambos os sexos. Os mecanismos potenciais pelos quais o exercício aeróbico tem o potencial de atenuar os sintomas do TEPT são neuropsicofisiológicos, que incluem exposição e dessensibilização a pistas de excitação¹ interna, aprimoramento da função cognitiva, neuroplasticidade² induzida por exercício, normalização da função do eixo HPA e reduções nos marcadores inflamatórios(24).

Um ensaio clínico randomizado no qual os pacientes com TEPT foram aleatoriamente designados para um dos dois grupos de intervenção: o grupo tratamento tradicional (psicoterapia, intervenção medicamentosa e terapia em grupo) e o grupo experimento que recebeu o tratamento tradicional e, adicionalmente, participou de uma intervenção de 12 semanas de exercício que envolveu três sessões de treinamento resistido com 30 min/semana e um programa de caminhada baseado em pedômetro. Os pacientes que, além de receber cuidados convencionais, participaram do programa de exercícios, apresentaram diferenças significativas em termos de melhora nos sintomas depressivos, na qualidade do sono e na circunferência da cintura(70).

Estudo recente de revisão sistemática reuniu evidências de que a atividade física melhora os sintomas do TEPT, diminui a frequência de pensamentos intrusivos relacionados ao trauma por estímulos externos, diminuindo os sintomas de ansiedade, melhora o funcionamento social, alivia a mente de preocupações, melhora as

Nota do Editor

¹ Pistas de excitação interna: Quando pistas de alta excitação estão presentes, como no caso de excitação por medo, a dedicação a pensamentos, inclinações e estratégias de processamento presentemente ativados, pode ser intensificada, sendo que pode até afetar a acuidade visual(66,67).

² *Neuroplasticidade*: É um processo contínuo que modifica as redes neurais existentes, mediando adaptações estruturais e funcionais das sinapses em resposta a mudanças de comportamento, isto é, a capacidade do cérebro de criar novas e reorganizar conexões sinápticas existentes(68,69).

interações sociais, promove estratégias saudáveis de enfrentamento a situações desafiadoras, diminui a tensão muscular, melhora o estado de prontidão, a insônia, a harmonia na vida, o equilíbrio, o nível de energia, a atenção plena, o controle a reações físicas e reduz o declínio cognitivo. Por meio de todos esses efeitos os benefícios para o indivíduo incluem os aspectos físico, psicológico, cognitivo e social, resultando em aprimoramento da saúde e da qualidade de vida(71).

Padrões corticais

Na última década, houve um aumento nas publicações de estudos em métodos computacionais aplicados em medicina. O uso de inteligência artificial (ou *machine learning*) tem promovido grandes avanços no campo da compreensão dos sistemas integrados que envolvem corpo-mente-cérebro por meio da identificação de padrões corticais e sua distribuição de normalidade. Assim, o corpo de evidências da relação integrativa de saúde do cérebro, saúde mental e saúde do corpo tem aumentado. Os padrões de atividade das redes corticais estão associados especificamente aos processos de atenção, controle cognitivo, cognição social, afetividade, regulação das emoções e motivação(72–74). A eletroencefalografia (EEG) nos possibilita examinar a atividade cortical por meio da captação dos sinais elétricos no couro cabeludo. O cérebro funciona basicamente em quatro frequências: δ (delta: <4z); θ (teta: 4-8Hz); α (alfa: 8-13Hz); e β (beta: 14-22Hz)(75). Os padrões corticais têm sido estudados desde 1945(76). O conhecimento em neurociência avançou de forma que se sabe que problemas em integração e comunicação entre as áreas e estruturas cerebrais representa um funcionamento inadequado das atividades neurológicas resultando em diminuição do desempenho cerebral e psicomotor(73,74).

Padrões corticais em pessoas com depressão apresentam-se distintos em comparação com pessoas aparentemente saudáveis(77,78). Desse modo, a atividade cortical em indivíduos com TEPT apresenta-se alterada em comparação com pessoas sem o transtorno(79,80). Estudo de metanálise (n=69) mostrou que a exposição ao trauma se associa ao aumento da amplitude automática do potencial relacionado a evento (*event related potencial: ERP*³), concluindo que a exposição ao trauma está associada ao aumento do processamento precoce dos estímulos recebidos e que o TEPT acentua o processamento de estímulos afetivos e diminui o processamento de estímulos não afetivos(81). Tais achados indicariam um prejuízo à função cognitiva, o que foi corroborado nos estudos experimentais de Veltmeyer *et al.* (82,83).

Um estudo de revisão integrativa a respeito da neuropsicofisiologia do TEPT reuniu considerações quanto aos aspectos biológicos quanto a ritmos endócrinos e distúrbios do sono observando os efeitos sobre a atividade cortical relacionados à essa síndrome complexa(79). Os autores explicaram que as alterações endocrinológicas mais típicas foram diminuição da secreção diurna de cortisol⁴ e hiperativação do SNS. Tais alterações relacionam-se a prejuízo em consolidação de memórias emocionais, atenção, aprendizagem, vigilância e excitação aumentada, o que explica a diminuição no desempenho cognitivo. Nesse contexto, os dados levantados quanto à sincronia e conectividade funcional da atividade cortical temporal demonstraram anormalidades nas bandas de frequência alfa, beta e gama que podem afetar os processos atencionais e de memória(79).

Especificamente no tratamento de TEPT, o treinamento com NFBK para a neuromodulação autorregulatória foi eficaz para melhorar os sintomas(85).

Nota do Editor:

³*Event related potential (ERP)*: Potencial relacionado a evento (ERP) é uma técnica de medida realizada via eletroencefalografia que mensura a respostas neurais diretas a um estímulo sensorial, cognitivo ou motor específico(80).

⁴Que está associada à depressão e à incidência de diabetes tipo 2(84).

Neuromodulação

Na atualidade, existem vários tipos de neuromodulação aplicadas em recuperação, reabilitação de pacientes com distintos problemas/sintomas em saúde, sendo que as técnicas se dividem em duas categorias: invasivas e não invasivas(86). Dentre as técnicas não invasivas está o *neurofeedback* (NFBK) que se trata de neuromodulação autorregulatória(72–74), também conhecido como treinamento com utilização de BCI (*brain-computer interface*)(87).

A estratégia de treinar captando sinais fisiológicos (frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura corporal, grau de contração muscular), conhecida como *biofeedback*(88,89), surgiu na década de 70, com a busca dos cientistas por métodos de treinamento que visavam o autocontrole das emoções por parte dos atletas e o consequente foco necessário para uma atuação cognitivo-psicomotora que favorecesse o máximo desempenho de atletas de alto rendimento. Estudo recente de revisão sistemática examinou a literatura entre os anos 2012-2022 e os resultados apontaram que a utilização do treinamento utilizando a técnica do NFBK em atletas teve impacto significativo na aptidão física e no desempenho esportivo(90). Os autores concluíram que o treinamento utilizando o NFBK, adequadamente planejado e conduzido, promoveu redução dos níveis de estresse, aumento da capacidade de autocontrole de fatores fisiológicos, aumento da eficiência comportamental e melhora da velocidade de reação a um estímulo(90).

Outros estudos experimentais, também bastante recentes, publicados em 2023 e 2024, continuaram corroborando as evidências da efetividade da neuromodulação autorregulatória entre atletas. No lançamento de dardo (n=20), modalidade olímpica, foi demonstrado que o NFBK promoveu melhora significativa no desempenho da rede de controle executivo e na habilidade de lançamento de dardos (desempenho psicomotor), relacionados a melhora nos processos corticais envolvidos com desempenho atencional(91). Em atletas de judô (n=24)(92), o KFBK promoveu

melhora nos tempos de reação aos estímulos visuais, tanto em tarefas simples quanto complexas, o que não ocorreu no grupo controle. Além disso, a melhora mais acentuada se deu nos tempos de reação de tarefas complexas que, segundo os autores, indicou a alta efetividade do treinamento com NFBK no aprimoramento dessa habilidade.

Em atletas profissionais de golfe (n=44), foi demonstrado que uma única sessão de treinamento de NFBK, do ritmo sensorio-motor (*sensory-motor rhythm*: SMR) aumentou a potência SMR e melhorou o desempenho no golfe, em comparação com o grupo controle. Além disso, os atletas relataram menor engajamento de atenção, menor controle consciente dos detalhes motores e estavam mais relaxados na tarefa de realizar sua tacada, sugerindo que houve menor esforço na realização da tarefa com melhora em estados mentais tranquilo, estável e de calma e sem esforço durante a preparação da tacada(93).

Na área da reabilitação, um estudo de caso relatou a aplicação do NFBK na recuperação de um atleta olímpico que apresentava perda de autoconfiança no pós-lesão, prejudicando seu desempenho(94). Os resultados mostraram:

“Mudanças dramáticas e estatisticamente significativas que não puderam ser explicadas pelo erro de mensuração foram observadas no paciente” (94).

O treinamento de neurofeedback no caso examinado aumentou a amplitude do componente de atenção no córtex cingulado anterior e da atividade beta sobre o córtex pré-frontal medial. Assim sendo, a conclusão estudo apontou que mesmo poucas sessões de NFBK:

“em um cérebro de alto desempenho podem ativar significativamente as áreas corticais pré-frontais associadas ao aumento da confiança no desempenho esportivo”(94).

Além disso, ainda em relação a recuperação de lesões em atletas de alto rendimento, um estudo examinou a

aplicação do NFBK em adição ao treinamento neuromuscular na recuperação de atletas portadores de instabilidade crônica do tornozelo (n=62). Os resultados demonstraram que o treinamento neuromuscular conjugado com o NFBK foi significativamente mais efetivo do que a aplicação isolada do treinamento neuromuscular. Os benefícios da adição do NFBK ao tratamento tradicional observados foram que houve melhora no controle postural, na propriocepção do tornozelo, na ansiedade e na depressão. Os autores concluíram recomendando o treinamento com NFBK como terapia adjuvante na reabilitação de atletas portadores de instabilidade crônica do tornozelo(95).

Também na população em geral, o NFBK começa a ser explorado como estratégia de recuperação e promoção da saúde. A técnica tem sido empregada para aprimorar a cognição, tratar pacientes com sintomas em saúde mental (ansiedade, depressão, transtorno de déficit de atenção e hiperatividade: TDAH, entre outros) e até na recuperação de lesões no cérebro e fibromialgia(73,74,96–98).

Um estudo experimental (n=80) examinou o efeito do NFBK na redução do nível de reação ao estresse, comparando vários estressores na esfera bioquímica, muscular e psicomotora em um ensaio clínico randomizado. O treinamento com NFBK promoveu redução dos efeitos negativos da exposição ao estresse em humanos, sendo que houve diferenças no nível de influência de acordo com o estressor aplicado(99).

A neuromodulação autorregulatória realizada por meio de treinamento com NFBK pode promover a ativação ou a inibição da atividade cortical em áreas específicas do cérebro relacionadas à memória, cognição, estados afetivos e sintomas em saúde mental, o que pode, pela associação bidirecional entre saúde mental e atividade física(14,15), levar o indivíduo a adotar comportamentos que favoreçam sua saúde, os quais envolvem: ingestas alimentares, prática de atividade física, qualidade do sono, entre outros. Tais comportamentos, por sua vez, promoverão a

saúde de todos os sistemas orgânicos e favorecendo, também, a saúde cerebral(54).

Embora haja controvérsia a respeito da eficácia do NFBK em relação a situações de laboratório(100,101), a literatura é crescente a respeito dos benefícios percebidos no contexto de vida dos indivíduos(87,102–104) incluindo pessoas no contexto do desempenho esportivo de alto rendimento(88–90,92,94,95).

Exercício físico e padrões corticais

São amplas as evidências dos benefícios do exercício físico para saúde e desempenho do cérebro tais como: desempenho cognitivo(105–107), promoção do funcionamento saudável do centro de saciedade(108) e do aparelho gastrointestinal(109), apresentando propriedades anti-inflamatórias(108). O estudo de Schneider *et al.* (55) demonstrou que há efeitos duradouros do exercício físico sobre a atividade cortical cerebral, o que pode ter influências no bem-estar geral, além disso, os autores encontraram associação entre a atividade cortical e o humor, refletindo o princípio básico a respeito dos padrões cerebrais(77). Isso pode ser explicado porque o exercício físico reduz a inflamação no organismo e, também, favorece a microbiota que, também, está relacionada à diminuição de sintomas em saúde mental(63,64) e a alterações favoráveis nos padrões de atividade cortical(63).

Há evidências de neuroplasticidade promovida pelo exercício físico(68), sendo que a literatura é consistente exibindo tanto estudos observacionais quanto de intervenção que apontam que o exercício aeróbico, isoladamente ou em combinação com tratamentos padrão, exerce benefícios positivos para a saúde mental entre indivíduos com TEPT(24).

A neuroplasticidade induzida pelo exercício está relacionada tanto a fatores de circulação vascular (aumento da oxigenação dos tecidos) quanto ao aumento acentuado da expressão do gene fator neurotrófico cérebro-derivado (*brain-derived neurotrophic factor: BDNF*) um dos principais contribuintes para os processos de

aprendizagem e formação da memória(110,111).

Um estudo examinou o efeito agudo de exercício incremental sobre a atividade cortical em pacientes com problemas em saúde mental e pessoas aparentemente saudáveis. Os resultados não exibiram diferenças significativas nas respostas de atividade cortical na banda alfa entre os grupos e houve diferenças nas respostas gama no córtex pré-frontal que foram significativamente maiores no lado esquerdo dos indivíduos com sintomas em saúde mental em comparação com os saudáveis ($p < 0,05$)(78).

Segundo Hortobágyi *et al.*(68), tanto o treinamento aeróbico quanto o treinamento contra resistência podem promover a neuroplasticidade, mas, ainda são necessários mais estudos que investiguem o padrão dose-resposta quanto à intensidade do exercício para que isso ocorra. Os autores explicam que essa questão é altamente relevante porque a neuroplasticidade induzida pelo exercício está, presumivelmente, subjacente a melhorias nas funções motoras e cognitivas em pessoas saudáveis e pessoas com diversos tipos de agravos neurológicos. Para Hegberg *et al.*(24), os mecanismos potenciais que podem explicar o impacto positivo do exercício aeróbico sobre o TEPT são psicológicos e neurofisiológicos, os quais modificam favoravelmente os padrões da atividade cortical, aprimorando cognição, atenção e memória.

A revisão de literatura do estudo de Moriarty *et al.*(112) reuniram evidências dos efeitos do exercício físico sobre a atividade cortical que foram:

- *Uma única sessão de exercício aeróbico influenciou vias neurofisiológicas que promovem o aumento do funcionamento cognitivo pós-exercício(velocidade de processamento, memória de trabalho e função executiva);*
- *Sessões de exercício de alta intensidade em conjunto com exercícios de baixa-moderada intensidade podem contribuir para*

o desempenho em vários construtos cognitivos;

- *Uma única sessão terapia do tipo mente-corpo, como ioga, aprimorou a memória e a velocidade de processamento;*
- *O efeito agudo do exercício moderado no cérebro foi o aumento da ativação pré-frontal dorsolateral, e melhora o desempenho cognitivo;*
- *O córtex pré-frontal dorsolateral é responsável pelo controle cognitivo e comportamento direcionado a objetivos, além de ser altamente ativo durante a recuperação da memória e em resposta a tarefas mentalmente árduas;*
- *O córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo tem sido associado à velocidade de processamento e à função executiva, e parece ser influenciado pelo exercício agudo;*
- *Exercício físico de baixa-moderada intensidade promove um aumento no fluxo sanguíneo cerebral e na oxigenação, o que pode promover a distribuição de nutrientes por todo o cérebro e induzir a excitação durante os testes cognitivos subsequentes; e*
- *Tanto exercício aeróbico de alta intensidade quanto de baixa intensidade (inclui-se aqui a ioga) induziram a ativação do córtex pré-frontal e melhoraram o funcionamento cognitivo no pós-exercício.*

Junto com a maior oxigenação do cérebro promovida pelo exercício físico, uma possível causa para o aumento agudo no desempenho cognitivo se dá pela regulação positiva do BDNF(112). Então, Moriarty *et al.*(112) propuseram, em seu estudo experimental, conduzido em pessoas fisicamente ativas, comparar os efeitos agudos de exercícios de intensidade moderada a alta intensidade e de exercícios de ioga (baixa intensidade) sobre a oxigenação do córtex pré-frontal durante tarefas cognitivas realizadas logo após cada

sessão de exercício e, adicionalmente, examinaram a expressão de BDNF. A ativação cortical na região pré-frontal foi maior após o exercício de intensidade moderada, em comparação com alta e baixa intensidade, sendo que não houve correlação linear da ativação cortical com a desempenho cognitivo. Os achados do estudo apontaram ainda que o exercício de maior intensidade se associou a menores escores em velocidade de processamento e cognição, indicando que o exercício fatigante pode ser prejudicial ao desempenho em processos cognitivos subsequentes(112).

Quanto ao BDNF sérico, não houve alteração após uma sessão aguda de exercício(112). Mas, houve associação de BDNF basal com velocidade de processamento. Os autores discutiram que esses resultados sugerem que, possivelmente, um maior valor de repouso do BDNF esteja ligado ao funcionamento cognitivo. Explicaram também que há associação do aumento do metabólito de exercício lactato (indicador de maior estresse metabólico) com aumento do BDNF plasmático.

O conhecimento avança a cada dia no sentido de melhor compreender como a fisiologia do exercício resulta em benefícios à saúde mental e ao cérebro. Segundo Seo *et al.*(113), explicam que a disfunção do hipocampo e causa o TEPT e problemas no funcionamento cerebral (ansiedade, depressão e comprometimento cognitivo), além de prejuízos na função mitocôndria e na neuroplasticidade. O exercício físico pode contribuir para a recuperação desses pacientes por meio da melhora induzida do nível do fator neurotrófico derivado do cérebro, do aprimoramento da função mitocondrial e da indução à neuroplasticidade e a taxa de apoptose⁵ no hipocampo. Assim sendo, os autores concluíram que o exercício pode ser uma importante intervenção não farmacológica

para a prevenção e tratamento da patobiologia do TEPT.

A partir do modelo teórico de bidirecionalidade da relação entre atividade física, saúde física, saúde mental e estresse é plausível que a relação atividade física-atividade cerebral, de maneira análoga, também seja bidirecional. Nesse sentido, os efeitos fisiológicos do exercício relacionados ao nervo vago podem contribuir para recuperar sua regulação. Segundo Porges(26–29), o funcionamento do nervo vago fica alterado em presença de trauma psicológico levando a alterações nos padrões corticais e prejudicando o funcionamento psicossocial do indivíduo. Para Porges(26–29) um dos principais indicadores de vulnerabilidade ao estresse é o ritmo respiratório. Nesse sentido, para a recuperação pode-se empregar atividades que envolvam exercícios respiratórios podendo ser conjugados com exercícios de relaxamento. Os benefícios do exercício físico ao endotélio são múltiplos para o indivíduo, tanto à sua saúde física quanto à mental. O exercício físico diminui a inflamação e regula os sistemas energéticos e, ainda, promove exposição e dessensibilização a pistas de excitação interna e a neuroplasticidade, aprimora a função cognitiva e pode ajudar a regular os sistemas do nervo vago normalizando a função do eixo HPA(24). Nesse contexto, objetivando uma abordagem integrativa, o treinamento físico, em conjunto com treinamento de NFBK, podem proporcionar os benefícios físicos-psicofisiológicos e eletrofisiológicos, os quais se influenciam mutuamente, contribuindo para a recuperação integral de pacientes com TEPT.

Outras abordagens terapêuticas, além do exercício físico e do NFBK, que podem favorecer a recuperação de pacientes com TEPT encontradas durante o desenvolvimento deste estudo, foram: contribuição de fatores nutricionais que, adicionalmente ao exercício físico,

Nota do Editor

⁵*Apoptose: Um tipo de morte celular, na qual uma série de etapas moleculares em uma célula levam à sua morte. É um método que o corpo usa para se livrar de células desnecessárias ou anormais. O processo de apoptose pode ser bloqueado em células cancerosas. Também chamada de morte celular programada(114).*

promovem regulação do nervo vago, diminuição da inflamação e melhora no humor (62,115) e a acupuntura(116).

Pontos fortes e limitações do estudo

O ponto forte do presente estudo foi examinar fenômenos complexos que compõem a recuperação de pacientes com TEPT, que se apresenta em decorrência de trauma psicológico/físico desencadeando respostas psicofisiológicas que levam a prejuízo no funcionamento saudável do indivíduo.

Uma limitação do estudo é que não se adotou metodologia de revisão sistemática com vistas ao desenvolvimento de metanálise, pois, o tema, além de novo, apresenta elevada complexidade nas interações psicofisiológicas abordadas. Sendo assim, pela abrangência de aspectos do indivíduo envolvidos nos processos, trata-se de um tema que exige maior investigação clínica indicando, ainda, a relevância do presente estudo.

Conclusão

O presente estudo teve por objetivo, a partir de uma visão da medicina integrativa, examinar as interações entre aspectos fisiológicos-psicofisiológicos e eletrofisiológicos (padrões corticais) com exercício físico buscando possíveis alternativas não-medicamentosas para o tratamento de pacientes com transtorno de estresse pós-traumático (TEPT).

A literatura se mostra consistente quanto aos benefícios da atividade física para pacientes com TEPT, melhorando a fisiologia cardiorrespiratória, endócrina, vascular e eletrofisiológicas (atividade cortical). As evidências sugerem que para maiores benefícios à saúde mental e cerebral, a intensidade recomendada para o exercício físico é a moderada.

O conjunto de benefícios fisiológicos induzidos pelo exercício físico indica que pode contribuir para regular o nervo vago na recuperação do trauma, atuando em setores como regulação da frequência cardíaca, do funcionamento do sistema gastrointestinal, promovendo o equilíbrio do apetite e da saciedade. Assim, beneficia a saúde e a

atividade cerebrais, sendo que, o uso concomitante da técnica de neuromodulação autorregulatória do NFBK pode potencializar a velocidade de recuperação de pacientes com TEPT por meio da normalização dos padrões saudáveis do funcionamento cortical.

Estudos de intervenção que focalizem a neuromodulação autorregulatória junto com a prática de exercício físico devem ser conduzidos, de preferência em amostras populacionais a fim de que sejam identificadas as terapias coadjuvantes necessárias na promoção da recuperação de diversos tipos de trauma psicológico, com vistas a abreviar o tempo de recuperação dos pacientes com TEPT.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

Estudo conduzido sem financiamento

Referências

1. American Psychiatric Association. *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5-TR: Texto Revisado..* 5ª edição. Porto Alegre, RS: Artmed; 2023.
2. Mello Filho J, Burd M. *Psicossomática Hoje..* 2ª edição. Porto Alegre-RS: Artmed; 2010.
3. Kumar A, Chanana P. Role of Nitric Oxide in Stress-Induced Anxiety: From Pathophysiology to Therapeutic Target. *Vitamins and Hormones.* 2017;103: 147–167. <https://doi.org/10.1016/bs.vh.2016.09.004>.
4. U.S. Department of Health and Human Services. *Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition..* 2nd ed. Washington-DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2018.
5. Peluso MAM, Guerra de Andrade LHS. Physical activity and mental health: the association between exercise and mood. *Clinics (Sao Paulo, Brazil).* 2005;60(1): 61–70. <https://doi.org/10.1590/s1807-59322005000100012>.
6. Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews.

- Current Opinion in Cardiology*. 2017;32(5): 541–556. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>.
7. Kandola A, Stubbs B. Exercise and Anxiety. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2020;1228: 345–352. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_23.
 8. Hamer M, Stamatakis E, Steptoe A. Dose-response relationship between physical activity and mental health: the Scottish Health Survey. *British Journal of Sports Medicine*. 2009;43(14): 1111–1114. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.046243>.
 9. Carek PJ, Laibstain SE, Carek SM. Exercise for the treatment of depression and anxiety. *International Journal of Psychiatry in Medicine*. 2011;41(1): 15–28. <https://doi.org/10.2190/PM.41.1.c>.
 10. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*. 1985;100(2): 126–131.
 11. Daniela M, Catalina L, Ilie O, Paula M, Daniel-Andrei I, Ioana B. Effects of Exercise Training on the Autonomic Nervous System with a Focus on Anti-Inflammatory and Antioxidants Effects. *Antioxidants*. 2022;11(2): 350. <https://doi.org/10.3390/antiox11020350>.
 12. Hamer M, Endrighi R, Poole L. Physical Activity, Stress Reduction, and Mood: Insight into Immunological Mechanisms. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*. 2012;934: 89–102. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-071-7_5.
 13. Stults-Kolehmainen MA, Sinha R. The Effects of Stress on Physical Activity and Exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. 2014;44(1): 81–121. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0090-5>.
 14. Buchan MC, Romano I, Butler A, Laxer RE, Patte KA, Leatherdale ST. Bi-directional relationships between physical activity and mental health among a large sample of Canadian youth: a sex-stratified analysis of students in the COMPASS study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2021;18(1): 132. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01201-z>.
 15. Steinmo S, Hagger-Johnson G, Shahab L. Bidirectional association between mental health and physical activity in older adults: Whitehall II prospective cohort study. *Preventive Medicine*. 2014;66: 74–79. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.06.005>.
 16. Souza MT de, Silva MD da, Carvalho R de. Integrative review: what is it? How to do it? *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*. 2010;8(1): 102–106. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>.
 17. Bower JE, Kuhlman KR. Psychoneuroimmunology: An Introduction to Immune-to-Brain Communication and Its Implications for Clinical Psychology. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2023;19: 331–359. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-080621-045153>.
 18. Chang HH, Chen PS. Inflammatory Biomarkers for Mood Disorders - A Brief Narrative Review. *Current Pharmaceutical Design*. 2020;26(2): 236–243. <https://doi.org/10.2174/1381612826666200115100726>.
 19. Miller M, Fry WF. The Effect of Mirthful Laughter on the Human Cardiovascular System. *Medical hypotheses*. 2009;73(5): 636. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.02.044>.
 20. Panagi L, Poole L, Hackett RA, Steptoe A. Happiness and Inflammatory Responses to Acute Stress in People With Type 2 Diabetes. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*. 2018;53(4): 309–320. <https://doi.org/10.1093/abm/kay039>.
 21. Sallam N, Laher I. Exercise Modulates Oxidative Stress and Inflammation in Aging and Cardiovascular Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2015;2016: e7239639. <https://doi.org/10.1155/2016/7239639>.
 22. Somani A, Singh AK, Gupta B, Nagarkoti S, Dalal PK, Dikshit M. Oxidative and Nitrosative Stress in Major Depressive Disorder: A Case Control Study. *Brain Sciences*. 2022;12(2): 144. <https://doi.org/10.3390/brainsci12020144>.
 23. Adami P, König P, Vetter Z, Hausmann A, Conca A. Post-traumatic stress disorder and

- amygdala-hippocampectomy. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2006;113(4): 360–363. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2005.00737.x>.
24. Hegberg NJ, Hayes JP, Hayes SM. Exercise Intervention in PTSD: A Narrative Review and Rationale for Implementation. *Frontiers in Psychiatry*. 2019;10: 133. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00133>.
 25. Coêlho BM, Santana GL, de Souza Dantas H, Viana MC, Andrade LH, Wang YP. Correlates and prevalence of post-traumatic stress disorders in the São Paulo metropolitan area, Brazil. *Journal of Psychiatric Research*. 2022;156: 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.09.047>.
 26. Porges SW. Vagal tone: a physiologic marker of stress vulnerability. *Pediatrics*. 1992;90(3 Pt 2): 498–504.
 27. Porges SW. The polyvagal perspective. *Biological Psychology*. 2007;74(2): 116–143. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.06.009>.
 28. Porges S. The polyvagal theory: New insights into adaptive reactions of the autonomic nervous system. *Cleveland Clinic journal of medicine*. 2009;76(Suppl 2): S86–S90. <https://doi.org/10.3949/ccjm.76.s2.17>.
 29. Porges SW. Polyvagal Theory: A Science of Safety. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 2022;16. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnint.2022.871227>
 30. *Sistema nervoso autônomo*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistema-nervoso-autonomo> [Accessed 13th February 2024].
 31. *Sistema nervoso parassimpático*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistema-nervoso-parassimpatico> [Accessed 13th February 2024].
 32. *Nervo vago (NC X)*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/study/nervo-vago> [Accessed 14th February 2024].
 33. *Nervo vago (X)*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/nervo-vago> [Accessed 13th February 2024].
 34. Fitchett A, Mastitskaya S, Aristovich K. Selective Neuromodulation of the Vagus Nerve. *Frontiers in Neuroscience*. 2021;15. <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2021.685872>
 35. Giunta S, Xia S, Pelliccioni G, Olivieri F. Autonomic nervous system imbalance during aging contributes to impair endogenous anti-inflammaging strategies. *GeroScience*. 2024;46(1): 113–127. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-00947-7>.
 36. Kaplan GB, Lakis GA, Zhoba H. Sleep-wake and arousal dysfunctions in post-traumatic stress disorder: Role of orexin systems. *Brain Research Bulletin*. 2022;186: 106–122. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2022.05.006>.
 37. Sutcliffe JG, de Lecea L. The hypocretins: excitatory neuromodulatory peptides for multiple homeostatic systems, including sleep and feeding. *Journal of Neuroscience Research*. 2000;62(2): 161–168. [https://doi.org/10.1002/1097-4547\(20001015\)62:2<161::AID-JNR1>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/1097-4547(20001015)62:2<161::AID-JNR1>3.0.CO;2-1).
 38. Mavanji V, Pomonis B, Kotz CM. Orexin, serotonin, and energy balance. *WIREs mechanisms of disease*. 2022;14(1): e1536. <https://doi.org/10.1002/wsbm.1536>.
 39. Chen Y, Guo Y, Yan X, Zeng M, Chen H, Qiu D, *et al*. Orexin-A Excites Airway Vagal Preganglionic Neurons via Activation of Orexin Receptor Type 1 and Type 2 in Rats. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2019;13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2019.00478>
 40. Dong XY, Feng Z. Wake-promoting effects of vagus nerve stimulation after traumatic brain injury: upregulation of orexin-A and orexin receptor type 1 expression in the prefrontal cortex. *Neural Regeneration Research*. 2018;13(2): 244–251. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.226395>.
 41. Wohlfahrt P, Jenča D, Melenovský V, Jarolím P, Dlouhá D, Šramko M, *et al*. Attenuation of Hypocretin/Orexin Signaling Is Associated With Increased Mortality After Myocardial Infarction. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*. 2023;12(6): e028987. <https://doi.org/10.1161/JAHA.122.028987>.

42. Couvineau A, Voisin T, Nicole P, Gratio V, Abad C, Tan YV. Orexins as Novel Therapeutic Targets in Inflammatory and Neurodegenerative Diseases. *Frontiers in Endocrinology*. 2019;10: 709. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00709>.
43. World Health Organization. *Physical activity*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> [Accessed 14th February 2024].
44. Singh B, Olds T, Curtis R, Dumuid D, Virgara R, Watson A, *et al.* Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: an overview of systematic reviews. *British Journal of Sports Medicine*. 2023;57(18): 1203–1209. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106195>.
45. Zhang Q, Miao L, He L, Wang H. The Relationship between Self-Concept and Negative Emotion: A Moderated Mediation Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(16): 10377. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610377>.
46. Rimmele U, Seiler R, Marti B, Wirtz PH, Ehlert U, Heinrichs M. The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*. 2009;34(2): 190–198. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.08.023>.
47. Huang CJ, McAllister MJ, Slusher AL. The Roles of Psychological Stress, Physical Activity, and Dietary Modifications on Cardiovascular Health Implications. In: *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*. 2017. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.208>. [Accessed 5th February 2024].
48. El Assar M, Álvarez-Bustos A, Sosa P, Angulo J, Rodríguez-Mañas L. Effect of Physical Activity/Exercise on Oxidative Stress and Inflammation in Muscle and Vascular Aging. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(15): 8713. <https://doi.org/10.3390/ijms23158713>.
49. Hassan W. The Endothelium and Endothelin: Beyond Vascular Reactivity. *Annals of Saudi Medicine*. 2006;26(5): 343–345. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2006.343>.
50. Pertrini CM, Miyakawa AA, Laurindo FRM, Krieger JE. Nitric oxide regulates angiotensin-I converting enzyme under static conditions but not under shear stress. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2003;36: 1175–1178. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2003000900005>.
51. Quan N, Banks WA. Brain-immune communication pathways. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2007;21(6): 727–735. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.05.005>.
52. Childs E, de Wit H. Regular exercise is associated with emotional resilience to acute stress in healthy adults. *Frontiers in Physiology*. 2014;5: 161. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00161>.
53. Patel PN, Zwibel H. Physiology, Exercise. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482280/> [Accessed 6th February 2024].
54. Meng Q, Lin MS, Tzeng IS. Relationship Between Exercise and Alzheimer’s Disease: A Narrative Literature Review. *Frontiers in Neuroscience*. 2020;14: 131. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00131>.
55. Schneider S, Askew CD, Diehl J, Mierau A, Kleinert J, Abel T, *et al.* EEG activity and mood in health orientated runners after different exercise intensities. *Physiology & Behavior*. 2009;96(4–5): 709–716. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2009.01.007>.
56. Buch AN, Coote JH, Townend JN. Mortality, cardiac vagal control and physical training--what’s the link? *Experimental Physiology*. 2002;87(4): 423–435. <https://doi.org/10.1111/j.1469-445x.2002.tb00055.x>.
57. Chapleau MW, Sabharwal R. Methods of assessing vagus nerve activity and reflexes. *Heart Failure Reviews*. 2011;16(2): 109–127. <https://doi.org/10.1007/s10741-010-9174-6>.
58. Coote JH, Bothams VF. Cardiac vagal control before, during and after exercise. *Experimental Physiology*. 2001;86(6): 811–815. <https://doi.org/10.1111/j.1469-445x.2001.tb00049.x>.
59. Pathan FKM, Pandian JS, Shaikh AI, Ahsan M, Nuhmani S, Iqbal A, *et al.* Effect of slow breathing exercise and progressive muscle

- relaxation technique in the individual with essential hypertension: A randomized controlled trial. *Medicine*. 2023;102(47): e35792. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035792>.
60. Ropelle ER, da Silva ASR, Cintra DE, de Moura LP, Teixeira AM, Pauli JR. Physical Exercise: A Versatile Anti-Inflammatory Tool Involved in the Control of Hypothalamic Satiety Signaling. *Exercise Immunology Review*. 2021;27: 7–23.
 61. Garg P, Mendiratta A, Banga A, Bucharles A, Victoria P, Kamaraj B, *et al.* Effect of breathing exercises on blood pressure and heart rate: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology. Cardiovascular Risk and Prevention*. 2024;20: 200232. <https://doi.org/10.1016/j.ijcrp.2023.200232>.
 62. Browning KN, Verheijden S, Boeckxstaens GE. The vagus nerve in appetite regulation, mood and intestinal inflammation. *Gastroenterology*. 2017;152(4): 730–744. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2016.10.046>.
 63. Dinan TG, Cryan JF. Brain-Gut-Microbiota Axis and Mental Health. *Psychosomatic Medicine*. 2017;79(8): 920–926. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000519>.
 64. Misra S, Mohanty D. Psychobiotics: A new approach for treating mental illness? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019;59(8): 1230–1236. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1399860>.
 65. Motiani KK, Collado MC, Eskelinen JJ, Virtanen KA, Löyttyniemi E, SALMINEN S, *et al.* Exercise Training Modulates Gut Microbiota Profile and Improves Endotoxemia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2020;52(1): 94–104. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002112>.
 66. Phelps EA, Ling S, Carrasco M. Emotion facilitates perception and potentiates the perceptual benefits of attention. *Psychological Science*. 2006;17(4): 292–299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01701.x>.
 67. Storbeck J, Clore GL. Affective Arousal as Information: How Affective Arousal Influences Judgments, Learning, and Memory. *Social and personality psychology compass*. 2008;2(5): 1824–1843. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2008.00138.x>.
 68. Hortobágyi T, Vetrovsky T, Balbim GM, Sorte Silva NCB, Manca A, Deriu F, *et al.* The impact of aerobic and resistance training intensity on markers of neuroplasticity in health and disease. *Ageing Research Reviews*. 2022;80: 101698. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101698>.
 69. Lin TW, Tsai SF, Kuo YM. Physical Exercise Enhances Neuroplasticity and Delays Alzheimer’s Disease. *Brain Plasticity*. 2018;4(1): 95–110. <https://doi.org/10.3233/BPL-180073>.
 70. Rosenbaum S, Sherrington C, Tiedemann A. Exercise augmentation compared with usual care for post-traumatic stress disorder: a randomized controlled trial. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2015;131(5): 350–359. <https://doi.org/10.1111/acps.12371>.
 71. Sabri S, Rashid N, Mao ZX. Physical Activity and Exercise as a Tool to Cure Anxiety and Posttraumatic Stress Disorder. *Mental Illness*. 2023;2023: e4294753. <https://doi.org/10.1155/2023/4294753>.
 72. Budzynski TH, Budzynski HK, Evans JR, Abarbanel A, [eds.]. *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback: Advanced Theory and Applications*. 3rd edition. Amsterdam: Academic Press; 2009.
 73. Gonçalves ÓF, Boggio PS. *Neuromodulação Autorregulatória. Princípios e Prática*. São Paulo: Pearson; 2016.
 74. Mascaro L. *Para que Medicação?*. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier; 2011.
 75. Martins LCX, Russo MT, Ribeiro P. Neural Correlates of Shooting Sports Performance: A Systematic Review on Neural Efficiency Hypothesis. *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*. 2022;91(4): 350–374. <https://doi.org/10.37310/ref.v91i4.2915>.
 76. Williams LM. Precision psychiatry: a neural circuit taxonomy for depression and anxiety. *The Lancet Psychiatry*. 2016;3(5): 472–480. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(15\)00579-9](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(15)00579-9).

77. Hosseinifard B, Moradi MH, Rostami R. Classifying depression patients and normal subjects using machine learning techniques and nonlinear features from EEG signal. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2013;109(3): 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2012.10.008>.
78. Robertson CV, Skein M, Wingfield G, Hunter JR, Miller TD, Hartmann TE. Acute electroencephalography responses during incremental exercise in those with mental illness. *Frontiers in Psychiatry*. 2022;13: 1049700. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.1049700>.
79. Dayan J, Rauchs G, Guillery-Girard B. Rhythms dysregulation: A new perspective for understanding PTSD? *Journal of Physiology, Paris*. 2016;110(4 Pt B): 453–460. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2017.01.004>.
80. Luck SJ. *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. 2nd ed. edição. Cambridge, Massachusetts: Bradford Book; 2014.
81. Miller LN, Simmons JG, Whittle S, Forbes D, Felmingham K. The impact of posttraumatic stress disorder on event-related potentials in affective and non-affective paradigms: A systematic review with meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2021;122: 120–142. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.12.027>.
82. Veltmeyer MD, Clark CR, McFarlane AC, Felmingham KL, Bryant RA, Gordon E. Integrative assessment of brain and cognitive function in post-traumatic stress disorder. *Journal of Integrative Neuroscience*. 2005;4(1): 145–159. <https://doi.org/10.1142/s0219635205000719>.
83. Veltmeyer MD, McFarlane AC, Bryant RA, Mayo T, Gordon E, Clark CR. Integrative assessment of brain function in PTSD: brain stability and working memory. *Journal of Integrative Neuroscience*. 2006;5(1): 123–138. <https://doi.org/10.1142/s0219635206001057>.
84. Joseph JJ, Golden SH. Cortisol dysregulation: the bidirectional link between stress, depression, and type 2 diabetes mellitus. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2017;1391(1): 20–34. <https://doi.org/10.1111/nyas.13217>.
85. Hong J, Park JH. Efficacy of Neuro-Feedback Training for PTSD Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(20): 13096. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013096>.
86. Evancho A, Tyler WJ, McGregor K. A review of combined neuromodulation and physical therapy interventions for enhanced neurorehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2023;17: 1151218. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1151218>.
87. LaMarca K, Gevirtz R, Lincoln AJ, Pineda JA. Brain-Computer Interface Training of mu EEG Rhythms in Intellectually Impaired Children with Autism: A Feasibility Case Series. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2023;48(2): 229–245. <https://doi.org/10.1007/s10484-022-09576-w>.
88. Dupee M, Werthner P. Managing the Stress Response: The Use of Biofeedback and Neurofeedback with Olympic Athletes. *Biofeedback*. 2011;39: 92–94. <https://doi.org/10.5298/1081-5937-39.3.02>.
89. Pinel JP, Schultz TD. Effect of antecedent muscle tension levels on motor behavior. *Medicine and Science in Sports*. 1978;10(3): 177–182.
90. Rydzik Ł, Wąsacz W, Ambroży T, Javdaneh N, Brydak K, Kopańska M. The Use of Neurofeedback in Sports Training: Systematic Review. *Brain Sciences*. 2023;13(4): 660. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040660>.
91. Kavianiipoor H, Farsi A, Bahrami A. The Effect of Neurofeedback Training on Executive Control Network of Attention and Dart-Throwing Performance in Individuals with Trait Anxiety. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2023;48(3): 379–391. <https://doi.org/10.1007/s10484-023-09587-1>.
92. Prończuk M, Trybek G, Terbalyan A, Markowski J, Pilch J, Krzysztofik M, et al. The Effects of EEG Biofeedback Training on Visual Reaction Time in Judo Athletes.

- Journal of Human Kinetics*. 2023;89: 247–258. <https://doi.org/10.5114/jhk/174272>.
93. Wu JH, Chueh TY, Yu CL, Wang KP, Kao SC, Gentili RJ, *et al.* Effect of a single session of sensorimotor rhythm neurofeedback training on the putting performance of professional golfers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2024;34(1): e14540. <https://doi.org/10.1111/sms.14540>.
 94. Graczyk M, Paçhalska M, Ziółkowski A, Mańko G, Łukaszewska B, Kochanowicz K, *et al.* Neurofeedback training for peak performance. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*. 2014;21(4): 871–875. <https://doi.org/10.5604/12321966.1129950>.
 95. Yalfani A, Azizian M, Gholami-Borujeni B. Adding Neurofeedback Training to Neuromuscular Training for Rehabilitation of Chronic Ankle Instability: A 3-Arm Randomized Controlled Trial. *Sports Health*. 2023; 19417381231219198. <https://doi.org/10.1177/19417381231219198>.
 96. Angelakis E, Lubar JF, Stathopoulou S, Kounios J. Peak alpha frequency: an electroencephalographic measure of cognitive preparedness. *Clinical Neurophysiology*. 2004;115(4): 887–897. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2003.11.034>.
 97. Cabaleiro P, Cueli M, Cañamero LM, González-Castro P. A Case Study in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: An Innovative Neurofeedback-Based Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;19(1): 191. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010191>.
 98. Egner T, Zech TF, Gruzelier JH. The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2004;115(11): 2452–2460. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2004.05.033>.
 99. Dornowski M, Wilczyńska D, Lachowicz M, Sokolowska I, Szot T, Urbański R, *et al.* The effect of EEG neurofeedback on lowering the stress reaction level depending on various stressors on the biochemical, muscular and psychomotor sphere: A preliminary randomized study. *Medicine*. 2024;103(5): e37042. <https://doi.org/10.1097/MD.000000000000037042>.
 100. Chiasson P, Boylan MR, Elhamiasl M, Pruitt JM, Ranjan S, Riels K, *et al.* Effects of neurofeedback training on performance in laboratory tasks: A systematic review. *International Journal of Psychophysiology*. 2023;189: 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2023.04.005>.
 101. van Son D, van der Does W, Band GPH, Putman P. EEG Theta/Beta Ratio Neurofeedback Training in Healthy Females. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2020;45(3): 195–210. <https://doi.org/10.1007/s10484-020-09472-1>.
 102. Gong A, Nan W, Yin E, Jiang C, Fu Y. Efficacy, trainability, and neuroplasticity of SMR vs. alpha rhythm shooting performance neurofeedback training. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2020;14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00094>.
 103. Matsuzaki Y, Nouchi R, Sakaki K, Dinet J, Kawashima R. The Effect of Cognitive Training with Neurofeedback on Cognitive Function in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare*. 2023;11(6): 843. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060843>.
 104. Orndorff-Plunkett F, Singh F, Aragón OR, Pineda JA. Assessing the Effectiveness of Neurofeedback Training in the Context of Clinical and Social Neuroscience. *Brain Sciences*. 2017;7(8): 95. <https://doi.org/10.3390/brainsci7080095>.
 105. Burdack J, Schöllhorn WI. Cognitive Enhancement through Differential Rope Skipping after Math Lesson. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;20(1): 205. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010205>.
 106. Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Ochi G, Sakairi Y, Kato M, *et al.* Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: An fNIRS study. *NeuroImage*. 2014;98: 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.04.067>.

107. Zhang W, Zhou C, Chen A. A systematic review and meta-analysis of the effects of physical exercise on white matter integrity and cognitive function in older adults. *GeroScience*. 2023; <https://doi.org/10.1007/s11357-023-01033-8>.
108. Ropelle ER, da Silva ASR, Cintra DE, de Moura LP, Teixeira AM, Pauli JR. Physical Exercise: A Versatile Anti-Inflammatory Tool Involved in the Control of Hypothalamic Satiety Signaling. *Exercise Immunology Review*. 2021;27: 7–23.
109. Bailey BW, Muir AM, Bartholomew CL, Christensen WF, Carbine KA, Marsh H, *et al*. The impact of exercise intensity on neurophysiological indices of food-related inhibitory control and cognitive control: A randomized crossover event-related potential (ERP) study. *NeuroImage*. 2021;237: 118162. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118162>.
110. Fernández-Rodríguez R, Álvarez-Bueno C, Martínez-Ortega IA, Martínez-Vizcaíno V, Mesas AE, Notario-Pacheco B. Immediate effect of high-intensity exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy young adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*. 2022;11(3): 367–375. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.08.004>.
111. Sleiman SF, Henry J, Al-Haddad R, El Hayek L, Abou Haidar E, Stringer T, *et al*. Exercise promotes the expression of brain derived neurotrophic factor (BDNF) through the action of the ketone body β -hydroxybutyrate. *eLife*. 2016;5: e15092. <https://doi.org/10.7554/eLife.15092>.
112. Moriarty T, Bourbeau K, Bellovary B, Zuhl MN. Exercise Intensity Influences Prefrontal Cortex Oxygenation during Cognitive Testing. *Behavioral Sciences*. 2019;9(8): 83. <https://doi.org/10.3390/bs9080083>.
113. Seo JH, Park HS, Park SS, Kim CJ, Kim DH, Kim TW. Physical exercise ameliorates psychiatric disorders and cognitive dysfunctions by hippocampal mitochondrial function and neuroplasticity in post-traumatic stress disorder. *Experimental Neurology*. 2019;322: 113043. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2019.113043>.
114. National Cancer Institute. *Definition of apoptosis - NCI Dictionary of Cancer Terms - NCI*. <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/apoptosis> [Accessed 15th February 2024].
115. Baranowski BJ, Marko DM, Fenech RK, Yang AJT, MacPherson REK. Healthy brain, healthy life: a review of diet and exercise interventions to promote brain health and reduce Alzheimer’s disease risk. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2020;45(10): 1055–1065. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0910>.
116. Assouline A, Mendelsohn A, Reshef A. Memory-directed acupuncture as a neuromodulatory treatment for PTSD: Theory, clinical model and case studies. *Translational Psychiatry*. 2022;12(1): 110. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-01876-3>.

Normas para Publicação

A *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* utiliza o portal de submissão em Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER) para submissão e avaliação por pares dos artigos científicos. Por favor, leia cuidadosamente todas as *Instruções aos Autores* antes de apresentar seu artigo. Estas instruções também estão disponíveis online em: <https://www.revistadeeducacaofisica.com/instru-aut>

Instruções gerais

Os estudos publicados pela *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* são artigos originais, de revisão, estudos de caso, breves relatos e comentários, este último a convite. Os estudos de interesse são aqueles que enfoquem a atividade física e sua relação com a saúde e aspectos metodológicos relacionados ao treinamento físico de alta intensidade, bem como estudos epidemiológicos que procurem identificar associações com a ocorrência de lesões e doenças no esporte e os que apliquem neurociência ao treinamento físico. Confira o Escopo.

Depois de ler cuidadosamente as Instruções aos Autores, insira seu manuscrito no respectivo Modelo/*Template*, bem como as informações sobre os autores, e demais informações obrigatórias, na Página Título e, então, submeta seu artigo acessando o sistema eletrônico.

A *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* considera todos os manuscritos para avaliação desde que a condição originalidade de publicação seja atendida; isto é, que não se trate de duplicação de nenhum outro trabalho publicado anteriormente, ainda que do próprio autor.

Ao submeter o manuscrito para a *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* o autor infere declaração tácita de que o trabalho não está sob consideração ou avaliação de pares, nem se encontra aceito para publicação ou no prelo e nem foi publicado em outro lugar.

O manuscrito a ser submetido não pode conter nada que seja abusivo, difamatório, obsceno, fraudulento ou ilegal.

Por favor, observe que a *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* utiliza a plataforma verificadora de plágio <http://plagiarisma.net/> para avaliar o conteúdo dos manuscritos quanto à

originalidade do material escrito. Ao enviar o seu manuscrito para a *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education*, você concorda que essa avaliação pode vir a ser aplicada em seu trabalho em qualquer momento do processo de revisão por pares e de produção.

Qualquer autor que não respeite as condições acima será responsabilizado pelos custos que forem impostos à *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* por seu manuscrito, o qual será rejeitado ou retirado dos registros. É fundamental conferir a seção [Ética e Boas Práticas em Pesquisa](#).

Preparação do Manuscrito

Os manuscritos são aceitos em português e, também, em inglês. No caso de submissão em língua inglesa, caso a língua materna do autor não seja o inglês, durante os procedimentos de submissão eletrônica, será necessário anexar, em documentos suplementares, o comprovante da revisão do trabalho quanto ao idioma, por um revisor nativo inglês. Este padrão de exigência, está em consonância à *praxis* realizada por periódicos de alta qualidade e visa assegurar a correção idiomática, para que os trabalhos publicados pela *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* sejam amplamente reconhecidos no meio científico internacional.

Um artigo original típico não poderá exceder 4.000 palavras não incluindo referências, tabelas, figuras e legendas. Trabalhos que excederem esta quantidade de palavras deverão, antes da submissão, ser revisados criticamente em relação ao comprimento. A contagem de palavras do artigo deverá constar na Página Título. Artigos que excederem em muito a esta quantidade de palavras deverão ser acompanhados de carta-justificativa ao editor a fim de solicitar excepcionalidade para a publicação. Para citações literais curtas, utilize aspas, citações

literais longas (mais de duas linhas) estas devem ser em parágrafo destacado e recuado. Notas de rodapé não devem ser usadas.

Por favor, considere que a inclusão de um autor se justifica quando este contribuiu sob o ponto de vista intelectual para sua realização. Assim, um autor deverá ter participado da concepção e planejamento do trabalho, bem como da interpretação das evidências e/ou da redação e/ou revisão das versões preliminares. Todos os autores deverão ter aprovado a versão final. Por conseguinte, participar de procedimentos de coleta e catalogação de dados não constituem critérios para autoria. Para estas e outras pessoas que tenham contribuído para a realização do trabalho, poderá ser feita menção especial na seção Agradecimentos (Ver e baixar o Modelo/Template).

Considera-se a quantidade de 6 (seis) um número aceitável de autores. No caso de um número maior de autores, deverá ser enviada uma carta explicativa ao Editor descrevendo a participação de cada um no trabalho.

Nota importante: *É imprescindível que TODOS OS COAUTORES sejam incluídos no sistema por ocasião da Submissão*, o que não é possível a posteriori. Confira atentamente sua submissão antes de concluí-la.

Para todos os manuscritos linguagem não discriminatória, é obrigatória.

Tabelas, equações ou arquivos de imagem deverão ser incorporados ao texto, no local apropriado.

Durante o processo de submissão, o autor correspondente deverá declarar que o manuscrito em tela não foi previamente publicado (excetuando-se o formato Resumo/Abstract), e que o mesmo não se encontra sob apreciação de outro periódico, nem será submetido a outro jornal até que a decisão editorial final seja proferida.

Os manuscritos devem ser compilados na seguinte ordem:

1. Página Título (inserida em documentos suplementares)
2. Resumo
3. Palavras-chave
4. Corpo do texto
5. Agradecimentos
6. Declaração de conflito de interesses

7. Declaração de financiamento
8. Referências
9. Apêndices (conforme o caso)

Estatísticas

As análises estatísticas devem estar contidas na seção Métodos e devem explicar os métodos utilizados no estudo.

Diretrizes para relato de pesquisa científica

Os autores são incentivados a utilizar as diretrizes para relatórios de pesquisa relevantes para o tipo de estudo fornecidas pela Rede EQUATOR (mais detalhes abaixo). Isso garante que o autor fornecerá informações suficientes para que editores, revisores e leitores possam compreender como foi realizada a pesquisa; e para julgar se os resultados são susceptíveis de confiabilidade.

As principais listas de checagem a serem seguidas, correspondentes aos tipos de estudo, são as seguintes:

- Ensaio clínico randomizado controlado (ECR): *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT). Tais estudos deverão ter sido registrados em base de dados conforme as recomendações SCIELO e LILACS confira:

<http://espacio.bvsalud.org/boletim.php?articulo=05100440200730> . O número de registro deverá constar ao final do Resumo / Abstract.

- Revisões sistemáticas e meta-análises: diretrizes e orientações: PRISMA.

- Estudos observacionais em epidemiologia: *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE).

- Qualidade de pesquisas via Web: *Improving the Quality of Web Surveys: The Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys* (CHERRIES).

Ilustração de capa

Solicita-se aos autores que enviem uma ilustração de capa (colorida) que reflita a pesquisa científica em tela para compor a versão eletrônica do artigo e possivelmente a capa do volume em que for publicado. Não é item obrigatório e é sem custo adicional, assim, os autores são encorajados enviar esta imagem representativa de seu trabalho. Esta imagem deverá ter uma resolução de 1200 dpi.

Modelos

Recomenda-se fortemente a utilização do Modelo (*template*) formatado. Formate seu artigo inserindo-o no respectivo documento modelo de seu tipo de estudo.

Lista de checagem pré-submissão

A fim de reduzir a possibilidade de o seu manuscrito vir a ser devolvido, confira:

Informações sobre o(s) autor(es):

- Você forneceu detalhes de todos os seus coautores?
- As informações inseridas no Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER) são as mesmas constantes na Página título manuscrito?

Manuscrito comprimento e formatação:

- Você verificou se o seu manuscrito não excede as quantidades limite para a contagem de palavras, número de tabelas e / ou figuras, e número de referências?
- Conferiu se o seu resumo está no formato correto?
 - Todas as seções estão em espaço duplo?
 - Você inseriu os números de linha contínuos na margem esquerda?
 - Você inseriu números de página no rodapé à direita?
 - A página título foi devidamente elaborada e anexada separadamente em Documentos Suplementares?

Tabelas:

- Você já incorporou todas as tabelas no texto principal?
- Todas as tabelas foram citadas no texto?
- Você forneceu títulos e legendas adequados?
- Tabelas longas foram enviadas como apêndices?

Figuras:

- As figuras foram preparadas (preferencialmente em cores) e com a resolução apropriada?
 - Foram fornecidas em formato aceitável e são de qualidade suficiente?
 - Você inseriu todas as figuras no texto (em locais apropriados)?
 - Todas as figuras foram citadas no texto?
 - Você forneceu legendas apropriadas para as figuras?

Referências:

- Todas as referências foram citadas no texto?

- Citações e referências foram inseridas de seguindo o estilo *Vancouver of Imperial College of London*?

Documentos Suplementares e apêndices:

- Os documentos suplementares foram fornecidos em formato aceitável?
- Foram citados no texto principal?

Declarações:

- Você incluiu as declarações necessárias em matéria de contribuição, interesses, compartilhamento de dados e aprovação ética?

Listas de checagem para a descrição de pesquisa científica:

- Você seguiu as diretrizes apropriadas para o relato de seu tipo de estudo?
- Você forneceu os três Pontos-Chave em destaque de seu trabalho (na Página Título)?

Permissões:

- Você já obteve do detentor dos direitos de voltar a usar qualquer material publicado anteriormente?
- A fonte foi devidamente citada?

Revisores:

- Você forneceu os nomes dos colaboradores preferenciais e não preferenciais?

Manuscritos revisados:

- Você já forneceu tanto uma cópia marcada quanto uma cópia limpa do seu manuscrito?
- Você forneceu uma carta ao Editor respondendo ponto por ponto as questões e comentários do revisor e do editor? (Baixe no site o *Formulário de Avaliação* utilizado pelos revisores).

Itens obrigatórios na submissão:

1. Página de título

Deverá conter:

- Título completo com, no máximo, 150 caracteres com espaços
- Título resumido com, no máximo, 75 caracteres com espaços
- Contagem de palavras do Resumo
- Contagem de palavras do Corpo do texto
- Citar 3 (três) pontos de destaque referentes aos resultados do estudo em contribuição ao conhecimento
 - Nomes completos, titulação, e-mails dos autores e afiliações dos autores
 - Palavras-chave (até cinco) para fins de indexação
 - Indicação do autor correspondente

- Contatos: endereço postal, números de telefone do autor correspondente
- Financiamento e instituições patrocinadoras (se for o caso)
- Declaração de Conflito de Interesses

Por favor, note que o endereço de e-mail do autor correspondente será normalmente exibido no artigo impresso (PDF) e no artigo online. Baixe o Modelo (*template*) da *Página Título*.

Para preservar o anonimato durante o processo de revisão por pares, a *Página Título* deverá ser submetida em Documentos Suplementares.

A importância do título do trabalho

O título e resumo que você fornece são muito importantes para os mecanismos de busca na internet; diversos dos quais indexam apenas estas duas partes do seu artigo. Seu título do artigo deve ser conciso, preciso e informativo. Leia mais em *Otimizando a visibilidade do seu artigo na internet*.

2. Resumo

Para todos os tipos de artigo, o resumo não deve exceder 250 palavras e deve sintetizar o trabalho, dando uma clara indicação das conclusões nele contidas. Deve ser estruturado, com as seções: Introdução, Métodos, Resultados e Conclusão. Artigos de Revisão apresentarão as seções: Introdução, Discussão e Conclusão. Os Modelos devem ser utilizados.

Artigos em língua portuguesa obrigatoriamente deverão apresentar o Resumo em ambas as línguas: português (Resumo) e inglês (Abstract). Em nenhum caso ultrapassando a contagem de palavras limite.

3. Palavras-chave

O manuscrito deve ter de 3 a 5 palavras-chave. É de fundamental importância que os autores, revisores e editores empreguem todos os esforços para garantir que os artigos sejam encontrados online, com rapidez e precisão e, de preferência, dentro das três principais palavras-chave indicadas. Nesse contexto, a utilização adequada das palavras-chave é de fundamental importância. Por favor, para escolha suas palavras-chave consultando os Descritores em Ciências da Saúde da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e/ou o *Mesh Terms*. Deve-se ter todo o cuidado para escolher as palavras-chave porque o uso de palavras-chave adequadas ajuda a

umentar as possibilidades do artigo vir a ser localizado e, por conseguinte, citado; há forte correlação entre resultados exibidos online e subseqüente citações em artigos de periódicos (leia mais sobre isso em *Otimizando a visibilidade do seu artigo na internet*). Os mecanismos de busca na Internet são os principais pontos de partida. Os alunos estão cada vez mais propensos a iniciar sua pesquisa usando Google Acadêmico™, em vez começar por pontos de partida tradicionais como bibliotecas físicas e/ou periódicos impressos. Os termos das palavras-chave podem ser diferentes do texto real usado no título e no resumo, mas devem refletir com precisão do que se trata o artigo.

4. Corpo do texto

Os textos deverão ser produzidos em formato Word 2003 ou mais recente, utilizando fonte tipo Times New Roman, tamanho 12 pontos, com margem de 3 cm do lado esquerdo, em espaço duplo. O texto poderá conter títulos e subtítulos, margeados à esquerda. Os títulos deverão ser em negrito e apenas com a primeira letra maiúscula. Subtítulos deverão ser destacados apenas em itálico. Se necessário, o segundo nível de subtítulo, deverá ser apenas sublinhado. Devem ser evitados níveis excedentes a estes. Por favor, baixe o Modelo (*template*) referente ao seu tipo de artigo, e insira seu trabalho no formato específico.

As seções que estruturam obrigatoriamente os diferentes tipos de artigos devem ser consultadas na seção Tipos de Artigos.

Todos os demais detalhes devem ser consultados na seção Estilo e formatação.

5. Agradecimentos

Agradecimentos especiais. Os homenageados devem consentir em ser mencionados.

6. Declaração de conflito de interesses

Seção obrigatória no artigo. Declarar se existe algum tipo de conflito de interesses entre autores e/ou instituições quanto à publicação do artigo. Seção obrigatória a figurar após o corpo do texto (utilize os Modelos).

7. Declaração de financiamentos

Seção obrigatória do artigo. Declarar a instituição patrocinadora do estudo. Seção obrigatória a figurar antes das referências (utilize os Modelos).

8. Referências

Mantenha suas referências atualizadas verificando estudos mais recentes no tema e, também, faça uma busca em nossos arquivos, se faça a citação. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências citadas e devem ser conferidas antes de se submeter o manuscrito. O número máximo de citações é de 40 referências; excetuando-se artigos de revisão. Os autores deverão respeitar este limite. A *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* utiliza o estilo de referências bibliográficas *Vancouver - Imperial College London* (veja os exemplos abaixo). O estilo está disponível no gerenciador de referências gratuito *Zotero*, que funciona diretamente no Mozilla Firefox. Primeiro deve-se instalar o aplicativo, instalar o plugin para seu editor de texto e depois baixar o respectivo estilo. Note que os títulos dos periódicos e livros são apresentados em itálico e o DOI (veja abaixo), se disponível, deve ser incluído.

Citações no texto

Ao fazer uma citação no texto, caso haja mais de um autor, use a expressão "et al." após o nome do primeiro autor. As referências devem ser numeradas sequencialmente conforme forem surgindo ao longo do texto. As referências citadas em figuras ou tabelas (ou em suas legendas e suas notas de rodapé) devem ser numeradas entre parênteses, de acordo com o local no texto onde essa tabela ou figura, na primeira vez em que for citada. Os números de referência no texto devem ser inseridos imediatamente após a palavra (sem espaçamento entre as palavras) antes da pontuação, por exemplo: "(...) outro(6)", e não "(...) outro (6)". Onde houver mais de uma citação, estas devem ser separadas por vírgula, por exemplo: (1,4,39). Para as sequências de números consecutivos, dar o primeiro e o último número da sequência separadas por um hífen, por exemplo, (22-25). Caso se trate de um livro, as páginas deverão ser referidas.

A lista de referências

As referências devem ser numeradas consecutivamente na ordem em que são mencionadas no texto. Somente os trabalhos publicados ou no prelo devem ser incluídos na lista de referências. Comunicações pessoais ou dados não publicados devem ser citados entre parênteses no texto com o nome(s) da(s) fonte(s) e o ano.

Na lista de referências, caso uma citação refira-se a mais de 3 autores, listar os 6 primeiros e adicionar "et al.". Utilize um espaço apenas entre palavras até ao ano e, em seguida, sem espaços. O título da revista deve estar em itálico e abreviado de acordo com o estilo do Medline. Se o jornal não está listado no Medline, então ele deve ser escrito por extenso.

Por favor, note que, se as referências não estiverem de acordo com as normas, o manuscrito pode ser devolvido para as devidas correções, antes de ser remetido ao editor para entrar no processo de revisão.

Exemplos de citação na lista:

Artigos de periódicos

1. Dunn M. Understanding athlete wellbeing: The views of national sporting and player associations. *Journal of Science and Medicine in Sport*. [Online] 2014;18: e132–e133. Available from: doi:10.1016/j.jsams.2014.11.118

2. Bize R, Johnson JA, Plotnikoff RC. Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Preventive Medicine*. [Online] 2007;45(6): 401–415. Available from: doi:10.1016/j.ypmed.2007.07.017.

Livros

1. Åstrand P-O. *Textbook of work physiology*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2003.

2. Kenney WL, Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. 5th ed. Champaign, IL - USA: Human Kinetics; 2012. 642 p.

Citações eletrônicas

Websites são referenciados por URL e data de acesso. Esta última, muito importante, pois os sites podem ser atualizados e as URLs podem mudar. A data de "acessado em" pode ser posterior à data de aceitação do artigo.

Artigos de periódicos eletrônicos

1. Bentley DJ, Cox GR, Green D, Laursen PB. Maximising performance in triathlon: applied physiological and nutritional aspects of elite and non-elite competitions. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*. [Online] 2008;11(4): 407–416. Available from: doi:10.1016/j.jsams.2007.07.010

Digital Object Identifier (DOI)

A DOI é uma rede que foi criada para identificar uma propriedade intelectual em

ambiente on-line. É particularmente útil para os artigos que são publicados on-line antes de aparecer na mídia impressa e que, portanto, ainda não tenham recebido os números tradicionais volume, número e páginas referências. Assim, o DOI é um identificador permanente de todas as versões de um manuscrito, seja ela crua ou prova editada, on-line ou na impressão. É requerida a inclusão do DOI na lista de referências sempre que houver.

9. Apêndices

Tabela muito extensas, figuras e outros arquivos podem ser anexados ao artigo como apêndices, em arquivos separados, conforme o caso.

Estilo e formatação

1. Estilo de redação

O texto deve ser elaborado em estilo científico, sucinto e de fácil leitura (leia mais em *Estilo científico de redação*). São desejáveis: um título informativo, um resumo conciso e uma introdução bem escrita. Os autores devem evitar o uso excessivo da voz passiva e empregar desnecessariamente abreviaturas produzidas dentro do próprio texto. Tal será aceito no caso de abreviatura que se refere à(s) variável (eis) objeto de estudo. As considerações quanto aos aspectos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos devem constar ao final da seção Métodos (use os modelos/*templates*). As figuras e tabelas devem ser utilizadas para aumentar a clareza do artigo. Por favor, considere, em todos os momentos, que seus leitores não serão todos especialistas em sua disciplina.

2. Idioma

O manuscrito deve ser em português do Brasil ou em inglês. Este último pode ser britânico ou americano, todavia, o texto deverá ser padronizado não se admitindo mistura de idiomas. Todos os artigos deverão apresentar o Resumo em português e o Abstract em inglês.

Autores cuja língua nativa não seja o inglês deverão submeter seu trabalho à revisão/tradução prévia de um revisor nativo e enviar em documentos suplementares o certificado da respectiva tradução, assegurando a correção textual e a qualidade da produção, a fim de garantir credibilidade internacional aos conteúdos apresentados.

Alguns exemplos de sites que oferecem esse tipo de serviço são *Elsevier Language Services* e *Edanz Editing*. Existem, ainda,

diversos outros sites que oferecem esses serviços; nenhum dos quais de responsabilidade desta revista, sendo que a responsabilidade de revisão textual idiomática é encargo dos respectivos autores. Recomenda-se aos autores que revisem seus trabalhos após a tradução/revisão idiomática, pois, muitas vezes, podem ocorrer erros contextuais referentes às especificidades de cada área.

Destaca-se que artigos em língua inglesa ganham maior visibilidade no meio acadêmico científico internacional, portanto, a produção científica neste formato é fortemente encorajada.

3. Formatação textual

O texto deve ser processado no formato Word, com fonte do tipo Times New Roman, 12 pontos, em espaço duplo, com margem de três centímetros (3 cm) no lado esquerdo, com cabeçalhos e rodapés seguindo o formato contido nos modelos (*templates*). Note, por exemplo, que o único elemento no rodapé é o número de página que deve ser localizado ao final da página, à direita. Os números das linhas deverão ser inseridos no documento principal (configura-se no Word, no menu <Layout da Página>). Não utilize notas de rodapé, a menos que sejam absolutamente necessárias. O manuscrito deverá ter a seguinte estrutura: Introdução, Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões, sendo aceitos subtítulos. Para elaboração de artigos consulte a seção Tipos de artigo e para formatar seu artigo de acordo com o respectivo modelo, baixe-o (download) em Modelos (*templates*).

Os autores devem fazer todos os esforços para assegurar que os manuscritos sejam apresentados da forma mais concisa possível. Idealmente, o corpo principal do texto não deve exceder 4.000 palavras, excluindo-se as referências. Manuscritos mais longos podem ser aceitos a critério do respectivo Editor de Seção, a quem os autores deverão enviar em Documentos Suplementares carta-justificativa que deverá acompanhar textos com volume excedente de palavras. Consulte no item Tipos de artigos a quantidade de palavras para cada tipo.

O estilo da redação científica caracteriza-se fundamentalmente por clareza, simplicidade e correção gramatical. A clareza na redação é obtida quando as ideias são

apresentadas sem ambiguidade, o que garante a univocidade (característica do que só pode ser interpretado de uma única forma); a clareza está relacionada com o domínio de conhecimento que se tem de determinado assunto. Para mais detalhes sobre o Estilo científico de redação (clique aqui).

Tipos de artigos

Leia as instruções que se seguem e, em seguida, baixe o respectivo Modelo (*template*) para seu trabalho. A contagem de palavras não inclui o Abstract, nem Tabelas e Referências.

- Artigos Originais

Os artigos originais conterão no máximo 4.000 palavras, e terão a seguinte estrutura: Introdução, Métodos, Resultados, Discussão e Conclusão.

- Artigos de Revisão

Os artigos de revisão poderão ser do tipo revisão sistemática com metanálise, revisão sistemática sem metanálise ou revisão integrativa e revisão narrativa. Conterão no máximo 6.000 palavras e, conforme o caso, terão a seguinte estrutura: Introdução, Métodos, Resultados e Discussão, e Conclusão. A seção Resultados e Discussão compõe-se de uma integração dos resultados com a discussão dos achados. Consulte o artigo Revisão sistemática x revisão narrativa (1) para maior compreensão.

1. Rother ET. Systematic literature review X narrative review. Acta Paulista de Enfermagem. [Online] 2007;20(2): v – vi. Available from: doi:10.1590/S0103-21002007000200001 [Accessed: 31st March 2015]

- Estudo de Caso e Breve Relato

Os estudos de caso e breves relatos conterão no máximo 2.500 palavras, e terão a seguinte estrutura: Introdução, Métodos, Resultados, Discussão e Conclusão.

- Comentários

Comentários e Resenhas de artigos são publicados a convite do editor-chefe da **Revista de Educação Física / Journal of Physical Education**. Este tipo de artigo apresenta a análise de cientistas e outros especialistas sobre temas pertinentes ao escopo revista. Devem conter no máximo 1.200 palavras e o resumo. Comentários poderão ser submetidos à revisão por pares, a critério do Editor.

Outros tipos de artigos em Gestão Desportiva

- Notas de Pesquisa

Notas de pesquisa artigos relatam teste de desenvolvimento de projeto e análise de dados, não contêm mais que 4.000 palavras, e têm a seguinte estrutura: Introdução, Métodos, Resultados e Discussão, e Conclusão.

- Resenha de Livro

Revisões de livros referem-se àqueles fora de edição (Fora da Imprensa), contêm não mais que 6.000 palavras, e têm a seguinte estrutura: Introdução, Desenvolvimento e Conclusão.

Em Aspectos Históricos da Educação Física

- Historiografia, Pesquisa Histórica e Memória

Historiografia, pesquisa histórica e memória são tipos de artigos que não contêm mais de 6.000 palavras, e têm a seguinte estrutura: Introdução, Métodos, Resultados e Discussão.

Modelos (templates)

Junto às seções principais componentes do manuscrito, devem figurar as seções Pontos Fortes e Limitações do Estudo, Declaração de Conflito de Interesse e Declaração de Financiamento, sendo seções obrigatórias.

IMPORTANTE: Artigos fora da formatação, estipulada nestas instruções, poderão ser imediatamente excluídos da consideração para publicação.

Tabelas e figuras

As tabelas e as figuras (preferencialmente coloridas) devem ser incluídas no texto do manuscrito e numeradas com algarismos arábicos em ordem sequencial (ex.: Tabela 1, Tabela 2, e assim por diante). Os títulos das tabelas devem precedê-las, enquanto que as legendas das figuras devem ser inseridas abaixo delas. Os detalhes das especificações para as figuras estão explicadas em detalhes a seguir.

Tabelas

As tabelas devem ser autoexplicativas, com título informativo posicionado acima da tabela, claro e conciso. Maiores detalhes podem ser colocados em legendas. As unidades de linha e coluna devem ser sem linhas verticais ou horizontais, à exceção da linha com cabeçalhos dos dados (títulos de colunas), do corpo principal da tabela, e ao final do corpo da tabela. Confira os Modelos.

Figuras

Cada figura deverá ser enviada em duas versões. A versão colorida deverá ser inserida normalmente no texto com as respectivas legendas das figuras (abaixo da figura). Adicionalmente, em Documentos Suplementares, deverá ser enviada a versão em preto e branco, cujo arquivo deverá ser nomeado com a sigla "pb" ao final (Exemplo: "Fig1 pb.jpg"), ambas versões (no texto - colorida e em documentos suplementares - em preto e branco) deverão ter resolução mínima de 300 dpi. Fotografias, desenhos e mais de um gráfico, em uma mesma figura, devem ser referidos como Figura 1, Figura 2 e assim por diante. Devem ser numerados na ordem em que aparecerem no texto. Diagramas e desenhos devem ter formato digital (.jpg ou .jpeg).

Para a versão impressa da revista, o padrão das figuras é preto e branco. Portanto, por favor, produza suas figuras e imagens em preto e branco da melhor forma possível (confira a resolução e o formato de seus arquivos) para que ilustre e informe adequadamente ao leitor do que se trata.

Por favor, assegure-se que a resolução de cada arquivo está dentro do estabelecido. O total de Figuras e/ou Tabelas de um manuscrito não excederá a quantidade de 4 (quatro). Para artigos estudo de caso, breve relato e comentário esta quantidade é de no máximo 2 (duas).

Adicionalmente, encorajamos os autores a enviarem imagens (fotografias) ilustrativas do trabalho de pesquisa a que se refere o artigo. Veja o item Ilustração da Capa.

Considerações sobre ética em pesquisa envolvendo seres humanos

A *Revista de Educação Física / Journal of Physical Education* aceita apenas trabalhos que tenham sido conduzidos em conformidade com os mais altos padrões de ética e de proteção dos participantes. Os princípios norteadores constam da Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, publicada em 12 de dezembro de 2012, a qual abrange princípios mundiais sobre o tema incluindo a Declaração de Helsinque, os quais oferecem maior proteção tanto aos voluntários quanto aos pesquisadores na condução de pesquisas científicas envolvendo seres humanos ou informações sobre estes. Todo o trabalho experimental envolvendo

seres humanos deverá estar em conformidade com os requisitos estipulados e, conforme o caso, com as leis do país em que o trabalho foi realizado. O manuscrito deve conter uma declaração de que o estudo foi aprovado por um comitê de ética reconhecido ou por um conselho de revisão. Ainda que o objeto de estudo seja informações de domínio público, como em dados estatísticos populacionais ou outra, a aprovação ética formal deverá ser obtida para confirmar que houve a devida consideração das questões relacionadas à ética. Da mesma forma, no caso de análises de dados retrospectivas, tais como aqueles produzidos por meio de dados de monitoramento de longo prazo de atletas ou de outras categorias profissionais em que sejam realizados testes de aptidão física, a aprovação quanto à ética envolvendo seres humanos deverá ser obtida.

A declaração sobre a aprovação ética deve ser feita ao final da seção Métodos e o número de registro da aprovação obtida, caso haja um, deverá ser incluído.

Avaliação por pares (duplo cego)

O processo de análise e apreciação dos artigos é realizado por especialistas (mestres e doutores) das diversas áreas do conhecimento integrantes do escopo da revista, com o anonimato dos autores e dos pareceristas ("avaliação duplo cega"). Assim, o manuscrito não deve incluir nenhuma informação que identifique claramente os autores ou suas afiliações, as quais constarão somente na página título que é enviada separadamente ao artigo. Por favor, certifique-se de remover das propriedades do seu documento Word itens que identifiquem os autores.

As informações sobre os autores e autor correspondente deverão ser enviadas em arquivo à parte intitulado Página Título. Consulte o Modelo (*Template*) disponível.

Termos e nomenclaturas

Termos e nomenclaturas devem respeitar o Sistema Internacional para símbolos, unidades e abreviaturas.

Os cientistas têm buscado aumentar a comparabilidade dos estudos e, também, a confiabilidade. Nesse contexto, os termos e constructos a serem utilizados pelos autores devem preferencialmente valer-se daqueles já existentes e bem estabelecidos na literatura. Os autores devem considerar os termos

constantes no **Guia para Atividades Físicas do Centro de Controle de Doenças dos Estados Unidos** (1), no qual os cientistas buscaram padronizar conceitos e terminologias. Alguns exemplos de conceitos e definições constantes no Guia mencionado são:

- Atividade física:
- Atividade física regular
- Exercício
- Esporte
- Exercício aeróbico

Além disso, para mensurar o nível de atividade física, a literatura sugere que sejam utilizados instrumentos já existentes, que utilizam com padronização do gasto calórico em METs (equivalente metabólico) pelo Compendio de Atividades Físicas de Ainsworth et al. (2). Os mais utilizados são o Questionário de Baecke (3) e o International Physical Activity Questionnaire – IPAQ (4).

Referências:

1. Department of Health and Human Services D. Physical activity guidelines for Americans. *Okla Nurse*. 2009;53(4): 25.

2. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000;32(9 Suppl): S498–S504.

3. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1982;36: 936–942.

4. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and science in sports and exercise*. [Online] 2003;35(8): 1381–1395. Available from: doi:10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB [Accessed: 5th July 2012]

Reprodução de material com direitos autorais protegidos (copyright)

Se seu artigo contém qualquer material, por exemplo, texto, figuras, tabelas, ilustração ou vídeos que já foram publicados em outros lugares, é necessário obter permissão do detentor do direito autoral (copyright) para reutilizá-los; pode ser o editor ao invés do autor. Nesse caso, devem ser incluídas as declarações de permissão nas

legendas. Cabe ao autor para a obtenção de todas as permissões antes da publicação e é o único responsável por quaisquer taxas que o titular do direito de autor venha a cobrar para reutilização.

A reprodução de pequenos trechos de texto, em sua forma literal, exceto os de poesia e letras de músicas, pode ser possível sem a permissão formal dos autores desde que devidamente citados os trabalhos e destacados entre aspas.

Submissão eletrônica de artigos

A submissão de artigos científicos para a **Revista de Educação Física / Journal of Physical Education** do Centro de Capacitação Física do Exército é feita exclusivamente pelo Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER). Novos usuários devem primeiro cadastrar-se no sistema. Uma vez conectado (“logado”) no site, as submissões devem ser feitas por meio do centro para o Autor.

Na submissão, os autores devem selecionar a seção relevante em relação ao seu artigo.

Os autores devem manter uma cópia de todos os materiais enviados para consulta posterior. Os trabalhos submetidos à Revista serão arbitrados anonimamente por especialistas reconhecidos na matéria; pelo menos dois desses árbitros estarão envolvidos neste processo. Em caso de avaliações conflitantes, o Editor de Seção normalmente buscará uma avaliação mais independente. Como o Jornal opera uma política de revisão por pares anônima, por favor, assegure-se de que foram retiradas das propriedades de seu manuscrito as informações de identificação do autor. Se você estiver enviando um manuscrito revisado e tiver usado o controle de alterações, por favor, certifique-se de que todos os comentários são anônimos, a fim de garantir o seu anonimato. No decorrer do processo de avaliação, por favor, destaque suas alterações de texto utilizando a cor de fonte vermelha.

Durante a submissão, os autores são obrigados a indicar três possíveis revisores experientes para seu trabalho, os quais poderão ou não ser requisitados; não devem ter sido informados de que foram nomeados nem podem ser membros de instituições dos autores. A nomeação do revisor fica a critério do Editor de Seção e, pelo menos um dos árbitros envolvidos na revisão do artigo, será independente das indicações.

Os manuscritos podem ser apresentados em formato .doc ou .docx. Todas as versões do trabalho serão guardadas durante o processo de avaliação.

Em caso de submissão inadequada, ou seja, que não atenda as normas de publicação da Revista, os autores terão 30 dias para reeditar sua submissão, após o que, o manuscrito será sumariamente arquivado.

Declaração de cessão de direitos autorais

Para garantir a integridade, difusão e proteção contra violação de direitos autorais dos artigos publicados, durante o processo de submissão do artigo, você será solicitado a atribuir-nos, através de um acordo de publicação, o direito autoral em seu artigo. Assim, todo material publicado torna-se propriedade da **Revista de Educação Física / Journal of Physical Education** que passa a reservar os direitos autorais. Desta forma, nenhum material publicado por esta revista poderá ser reproduzido sem a permissão desta por escrito.

Todas as declarações publicadas nos artigos são de inteira responsabilidade dos autores, o autor correspondente (responsável pela submissão do artigo) ao marcar o aceite da cessão dos direitos autorais, responsabiliza-se pelos demais autores.

Decisões editoriais

Aceito: Esta decisão implica que o artigo poderá ainda passar por ajustes textuais, com a colaboração do Corpo Editorial, a fim de que o relato científico apresente-se da melhor qualidade.

Revisões requeridas: Esta definição implica que pequenos ajustes ainda são necessários para que o artigo avance até o aceite.

Submeter a nova rodada: Esta definição implica que o artigo necessita ser amplamente editado a fim de que uma avaliação mais aprofundada seja realizada por parte dos revisores. Comumente esta decisão é tomada em casos nos quais o artigo possui mérito devido ao desenho experimental mas precisa avançar bastante na redação a fim de efetivamente transmitir com qualidade os achados do estudo.

Rejeitar: Esta decisão é adotada para os estudos os quais os revisores não verificam inovações suficientes no desenho

experimental ou na justificativa de sua realização. A tomada desta decisão não impede uma nova submissão do artigo uma vez que os autores consigam contemplar os questionamentos dos revisores por meio de uma carta respondendo a todos os questionamentos apontados pelos revisores e pelo editor de seção. No caso de uma nova submissão, o artigo é considerado como uma nova submissão.

Durante o processo Editorial, caso se faça necessário, os editores poderão solicitar revisões textuais que tornem a produção clara e concisa, visando a mais elevada qualidade científica.

Política de acesso ao artigo

A **Revista de Educação Física / Journal of Physical Education** não cobra taxas para submissão nem para publicação de artigos, sendo que a política de acesso da Revista é livre e os textos podem ser utilizados em citações, desde que devidamente referenciados, de acordo com a licença *Creative Commons*.

<http://www.revistadeeducacaoofisica.com/>

Indexações

- **LATINDEX – *Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal***
- **Portal LivRe!**
- **Portal Periódicos CAPES**
- **Sumários.org**
- **DIADORIM – Diretório de Políticas Editoriais das Revistas Científicas Brasileiras**
- **IRESIE**
- **CiteFactor**
- **DOAJ**



SBB
BRAZILIAN SOCIETY
OF BIOMECHANICS



CiteFactor
Academic Scientific Journals

DOAJ

♡ SUPPORT ▾

SEARCH ▾

DOCUMENTATION ▾

ABOUT ▾

Revista de Educação Física Journal of Physical Education

☎ 0102-8464 (PRINT) / 2447-8946 (ONLINE)

Apoio:



EXÉRCITO BRASILEIRO

Braço Forte – Mão Amiga



**Centro de Capacitação Física do Exército
(CCFEx)**



<http://www.revistadeeducacaofisica.com/>