

REVISTA DE

EDUCAÇÃO FÍSICA

Journal of Physical Education

Desde 1932

v. 87 n. 1 (mar 2018)



Destaques:

- Padrões de aptidão física e qualidade de vida de bombeiros militares

[Patterns of Physical Fitness and Quality of Life in Military Firefighters]

- Modulação genética da miostatina e do gene ACTN3 em hipertrofia e força muscular: uma revisão Integrativa

[Genetic Modulation of Myostatin and Actn3 Gene in Muscular Hypertrophy and Force: an Integrative Review]

EXÉRCITO BRASILEIRO

CORPO EDITORIAL

Editor-Chefe Honorário

General de Brigada Jorge Antonio Smicelato, Chefe do Centro de Capacitação Física do Exército

Coordenador Geral

Tenente Coronel Luciano Vieira (MS), Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército

Editor-Chefe

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

Editor-Chefe-Adjunto

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

Conselho Editorial

Profa. Dra. Adriane Mara de Souza Muniz

Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), Brasil

Prof. Dr. Aldair José de Oliveira

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

Coronel Alfredo de Andrade Bottino (Esp)

Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), Brasil

Profa. Dra. Cíntia Mussi Alvim Stocchero

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

Profa. Dra. Cláudia de Mello Meirelles

Escola de Educação Física do Exército

Tenente Coronel Eduardo Borba Neves (Dr)

Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), Brasil

Profa. Dra. Maria Cláudia Pereira

Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), Brasil

Maj Marco Antonio Muniz Lippert

Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), Brasil

Coronel R/1 Mauro Guaraldo Secco (MS)

Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), Brasil

Tenente-Coronel Renato Souza Pinto Soeiro (MS)

Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), Brasil

Prof. Dr. Rafael Guimarães Botelho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Brasil

Corpo Consultivo

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

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

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

Prof. Dr. Rafael Guimarães Botelho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

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

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

Prof. Dr. Guilherme Rosa, Grupo de Pesquisas em Exercício Físico e Promoção da Saúde - Universidade Castelo Branco - UCB/RJ, Brasil

Major (MS) Samir Ezequiel da Rosa, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), Brasil

Prof. MS Guilherme Bagni, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP/Rio Claro, Brasil

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

Prof. MS. Michel Moraes Gonçalves, Brasil

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

Sra. MS Michela de Souza Cotian, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), Brasil

Prof. MS Marco Antonio Muniz Lippert, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), 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), Brasil

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

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

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

Major Felipe Keese Diogo Campos (MS) Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), Brasil.

Grupo de Trabalho Especial para Inserção dos Números Antigos

Coordenadora

Maj Ana Clara da Silva Fonseca - Chefe da Seção de Projetos do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército

Membros do Grupo de Trabalho

Cap João Guilherme Clós do Nascimento; Cap Andrea Rocha e Silva; 1º Ten Paula Fernandez Ferreira; e 2º Ten Grace Silva.

Apoio da Seção de Informática

Maj Ricardo Montenegro Cunha, Centro de Capacitação Física do Exército

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.

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](#), 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 2014

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.

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

EDITORIAL

Vencendo mais um grande desafio, chegamos à publicação da Edição de Março de 2018 (Volume 87, número 1). Agradecemos a todos os colaboradores: do Conselho Editorial, do Corpo Consultivo e, principalmente, aos nossos Autores, que contribuem com seu valioso trabalho de pesquisa, buscando contribuir para agregar conhecimento na ciência Educação Física e áreas correlatas, com a colaboração de todo o *Corpo Editorial* (Conselho Editorial e Corpo Consultivo), sem a qual, a publicação não seria possível.

Nesta edição apresentamos três artigos originais, sendo um estudo de caso e dois artigos de revisão. Em tempos modernos e de constantes novidades em busca de uma prática de atividade física atraente e motivadora, surge o *CrossFit@* que foi examinado, em estudo observacional, quanto aos efeitos agudos de uma sessão sobre as variáveis hemodinâmicas. Outro estudo original, avaliou a relação entre aptidão física e qualidade de vida em bombeiros militares. Temas muito importantes relacionados à saúde. O estudo de caso, analisou a capacidade aeróbica de jogadores de futebol de alto rendimento segundo posição de jogo. O estudo focalizou a Seleção Brasileira Militar de Futebol. Tanto este, quanto os artigos de revisão sistemática, trataram de temas relacionados ao esporte de alto rendimento, que envolvem planejamento e periodização de treinamento, além de aspectos como individualidade biológica e genética. Nesse sentido, um dos artigos de revisão examinou a modulação genética em relação a hipertrofia e força musculares. Finalmente, apresentamos uma revisão sobre a síndrome de *overtraining* (excesso de treinamento) e o que a literatura recente apresenta em relação a sintomas e prevenção.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Lilian Martins – Profa. PhD

SUMÁRIO
v 87 n 1 (2018)

Atividade Física e Saúde

- Original** 260
Padrões de aptidão física e qualidade de vida de bombeiros militares
Patterns of Physical Fitness and Quality of Life in Military Firefighters
Adilson Clerio Martins de Oliveira Júnior, Francisco Zacron Werneck, Renato Melo Ferreira,
Everton Rocha Soares, Emerson Filipino Coelho

Fisiologia do Exercício

- Original** 271
Efeito agudo de uma sessão de *CrossFit*® sobre as variáveis hemodinâmicas e a percepção de esforço de adultos treinados
Acute Effect of a CrossFit® Session on the Haemodynamic Variables and Exertion Perception of Trained Adults
Lucas Alencar, Ravini de Souza Sodré, Guilherme Rosa

- Revisão** 279
Modulação genética da miostatina e do gene ACTN3 em hipertrofia e força muscular: uma revisão Integrativa
Genetic Modulation of Myostatin and Actn3 Gene in Muscular Hypertrophy and Force: an Integrative Review
Márcia Cristiane Araújo, Andréia de Sousa Costa, Cristien Martins Frota, Antonio Carlos Leal Cortez, Antonio Carlos Gomes, Herbert Gustavo Simões

- Estudo de Caso** 319
Capacidade cardiopulmonar de jogadores de diferentes posições da Seleção Brasileira Militar de futebol: perfil da equipe no início da temporada
Cardiopulmonary Capacity of the Brazilian Army Soccer Team in Different Playing Positions: Early Season Profile
André Helou, Danielli Mello, Jose Mauro Malheiros Maia Junior, Míriam Raquel Meira Mainenti

Psicofisiologia do Exercício

- Revisão** 293
Síndrome de *overtraining* – sintomas e prevenção: uma revisão sistemática
Overtraining Syndrome – Symptoms and Prevention: a Systematic Review
Felipe Soares Alvarenga de Macedo, Lilian Cristina Xavier Martins



Artigo Original

Original Article

Padrões de aptidão física e qualidade de vida de bombeiros militares

Patterns of Physical Fitness and Quality of Life in Military Firefighters

Adilson Clerio Martins de Oliveira Júnior¹; Francisco Zacron Werneck¹ PhD; Renato Melo Ferreira¹ PhD; Everton Rocha Soares¹ PhD; Emerson Filipino Coelho^{§1} PhD

Recebido em: 24 de novembro de 2017. Aceito em: 26 dia de fevereiro 2018.
Publicado online em: 29 de março de 2018.

Resumo

Introdução: As atividades operacionais desempenhadas pelo bombeiro militar são de alta intensidade, exigindo adequada aptidão física. Nesse contexto, investigar a prática de atividade física em relação ao desempenho físico é importante. Além disso, poucos estudos focalizaram a qualidade de vida desses militares.

Objetivo: Investigar a relação entre o nível de atividade física habitual, a aptidão física e a qualidade de vida de bombeiros militares.

Métodos: Estudo de corte transversal, descritivo e correlacional. A amostra foi composta por 30 bombeiros militares de uma corporação de Minas Gerais. A aptidão física foi avaliada por meio do Teste de Avaliação Física (TAF), aplicado pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), no ano de 2016. A avaliação do nível de atividade física habitual foi realizada utilizando-se o questionário de Baecke. A qualidade de vida foi avaliada pelo SF-36. A normalidade da distribuição dos dados foi testada pelo teste de Shapiro Wilk. A relação entre as variáveis foi testada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas com nível de confiança de 95%.

Resultados: Houve correlação significativa ($p \leq 0,05$) do nível de atividade física com aptidão física ($r=0,41$) e com os seguintes aspectos da qualidade de vida: capacidade funcional ($r=0,35$), vitalidade ($r=0,35$), aspectos sociais ($r=0,37$) e saúde mental ($r=0,63$). Aptidão física mostrou-se associada com o escore psicológico da qualidade de vida ($r=0,37$).

Conclusão: Maiores níveis de atividade física habitual estavam associados a maior aptidão física em bombeiros militares. Além disso, nível de atividade física habitual apresentou correlação mais forte com qualidade de vida do que aptidão física.

Palavras-chave: militares, aptidão física, qualidade de vida.

Abstract

Introduction: The operational activities performed by the military firefighter are of high intensity requiring adequate physical fitness. In this context, to investigate physical activity practice regarding physical performance is important. In addition, few studies have explored the quality of life of these military personnel.

Objective: To examine the association of habitual physical activity level, physical fitness and quality of life in a military fire company.

Pontos-Chave Destaque

- Bombeiros militares mais ativos fisicamente apresentam maior aptidão física.
- A atividade física habitual e a aptidão física relacionam-se positivamente com a qualidade de vida de bombeiros militares.
- Nível de atividade física habitual apresentou correlação mais forte com qualidade de vida do que aptidão física, sobretudo em relação a dimensão psicológica.

§ Autor correspondente: Emerson Filipino Coelho – emersoncoelho@hotmail.com

Afiliações: ¹Laboratório de Estudos e Pesquisa do Exercício e Esporte (LABESPEE), Centro Desportivo, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Methods: Cross-sectional, descriptive and correlational study. The sample consisted of 30 military firefighters from a Minas Gerais corporation. Physical fitness was assessed with the Physical Fitness Test (PFT), applied by the Military Fire Brigade of Minas Gerais (MFBMG) in 2016. The assessment of the habitual level of physical activity was performed using the Baecke questionnaire. Quality of life was assessed by SF-36. The normality of the data distribution was tested by the Shapiro Wilk test. Correlation was tested by the Pearson correlation coefficient. All analyzes with a 95% confidence level.

Results: There was a significant correlation ($P < 0.05$) of habitual physical activity level with physical fitness ($r = 0.41$) and with the following domains of quality of life: functional capacity ($r = 0.35$), vitality ($r = 0.35$), social aspects ($r = 0.37$) and mental health ($r = 0.63$). Performance in PFT was associated with a psychological quality of life score ($r = 0.37$).

Conclusion: Higher levels of habitual physical activity were associated with greater physical fitness in military firefighters. Furthermore, level of habitual physical activity showed stronger correlation with quality of life than physical fitness.

Keywords: military personnel, physical aptitude, quality of life.

Keypoints

- More physically active military firefighters presented greater physical fitness.
- Habitual physical activity and physical fitness were positively related to the quality of life of military firefighters.
- Habitual physical activity showed higher correlation with the quality of life than physical fitness specially in relation to the psychological dimension.

Padrões de aptidão física e qualidade de vida de bombeiros militares

Introdução

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) tem como missão coordenar e executar ações de defesa civil, prevenção, perícia e combate a incêndio. Além disso, é responsável por realizar buscas e salvamentos nas mais variadas situações e estabelecer normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe(1). Nesse contexto, o bombeiro precisa apresentar uma boa aptidão física, pois as atividades operacionais desempenhadas por ele são classificadas como de alta intensidade(2).

Resistência aeróbica, força muscular e agilidade são componentes da aptidão física(3) importantes para o desempenho de tarefas como subir e descer escadas, transportar materiais pesados, retirar vítimas de locais em que há algum tipo de perigo e realizar deslocamentos em velocidade(4).

Os militares da ativa do CBMMG, independente da área de atuação, faixa etária e sexo, são submetidos anualmente ao Teste de Avaliação Física (TAF). O TAF é composto por uma bateria de cinco testes, pontuando de 0 a 10 pontos e sendo o escore final a média aritmética dos cinco testes. Para ser

considerado apto no TAF anual, o bombeiro militar necessita de uma média de no mínimo 60%, sendo que em cada teste o militar deve alcançar o mínimo de 30% da pontuação total, observando a tabela de referência adaptada pelo CBMMG(5).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a qualidade de vida é definida como a percepção do indivíduo em relação a sua vida, no contexto da cultura e sistema de valor onde vive, e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações(6). Trata-se de um conceito amplo que se refere a uma avaliação subjetiva feita pelo próprio indivíduo a respeito de si mesmo, que induz dimensões positivas e negativas, e é incorporado num contexto cultural, social e ambiental. A OMS identifica seis domínios gerais que descrevem os principais aspectos da qualidade de vida: físico, psicológico, nível de independência, relações sociais, meio ambiente e crenças pessoais (6).

Alguns trabalhos investigaram isoladamente a aptidão física e a qualidade de vida de bombeiros militares(3,7-9), mas faz-se necessário investigar a correlação entre essas variáveis. Silveira (10), ao investigar níveis da aptidão física e a correlação entre índice de

capacidade de trabalho e qualidade de vida de bombeiros militares de diferentes faixas etárias, sugeriu haver uma relação estreita e positiva entre a aptidão física e a qualidade de vida. A mesma relação foi sugerida, também, por estudo de revisão indicando consistência dessa associação(11).

Partindo desses pressupostos, considerando os aspectos físico, mental e social como integrantes da qualidade de vida, e a peculiaridade do trabalho do bombeiro militar, esse estudo objetivou investigar a relação de nível de atividade física habitual com a aptidão física e de ambos com qualidade de vida em bombeiros militares. A hipótese do estudo é de que o nível de atividade física relaciona-se positivamente com a aptidão física e que ambas se relacionam positivamente com a qualidade de vida.

Métodos

O presente estudo, do tipo transversal, descritivo e correlacional(12), foi realizado com bombeiros militares de um batalhão de Bombeiros Militares de Minas Gerais.

A amostra foi composta por 30 bombeiros militares que representam o setor operacional, ou seja, que trabalham em atendimento a ocorrências, e que realizaram o TAF sem nenhuma restrição no ano de 2016. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto, CAAE: 56308416.8.0000.5150, sob parecer de aprovação 1.969.477.

Variáveis

As variáveis desfecho foram aptidão física (resistência aeróbica, resistência de força abdominal e de membros superiores, e habilidade natatória) e qualidade de vida. A variável explicativa foi nível de atividade física.

Medidas antropométricas e idade foram examinadas como variáveis explicativas de aptidão física.

Aptidão física

Os testes para avaliar a aptidão física foram aplicados em dois dias, conforme rege a resolução interna do CBMMG. No primeiro dia, foram realizados os testes de resistência aeróbica (corrida ou natação) e de resistência de força muscular abdominal. No segundo dia,

foram aplicados os testes de resistência de força muscular de membros superiores, agilidade e de natação 75 metros (habilidade natatória). Para obtenção dos escores de aptidão física, foi utilizada a média aritmética do resultado dos 5 testes que compõem o TAF e que foram aplicados pelo CBMMG no ano de 2016, observando a tabela de referência adaptada pela corporação(5).

Capacidade aeróbica

A capacidade aeróbica foi avaliada pelo teste de corrida/caminhada de 2.400 metros(13), que tem por objetivo medir indiretamente, a partir de corrida e/ou caminhada, a resistência aeróbica, devendo o avaliado percorrer a distância de 2.400 m, no menor tempo possível, não podendo durante o percurso, parar totalmente. O valor de VO₂máx (ml/ kg/ min) para este teste foi obtido pela equação (13):

$$VO_2\text{máx} = \frac{(2400 \times 60 \times 0,2) + 3,5}{T}$$

Onde t = tempo (min).

Aos militares que optaram por não fazer o teste de corrida/caminhada de 2.400 m, para se avaliar a capacidade aeróbica, foi aplicado o teste alternativo, previsto no TAF do Corpo de Bombeiros, realizado na modalidade de natação. O teste consiste em nadar 12 minutos contínuos, percorrendo a maior distância possível em nado livre.

Resistência de Força Muscular Abdominal

O teste de resistência de força muscular abdominal tem por objetivo medir indiretamente a resistência de força muscular abdominal, por meio da realização do maior número possível de flexões abdominais em um minuto.

Resistência de Força Muscular de Membros Superiores

O teste de resistência de força muscular de membros superiores tem por objetivo medir indiretamente a resistência de força muscular dos membros superiores, em 04 (quatro) pontos de apoio sobre o solo, através da realização do maior número de repetições possíveis no exercício flexão de braços em um minuto.

Agilidade

O teste utilizado para avaliar a agilidade foi o **Shuttle Run** (distância 9,14 m), cujo objetivo é medir a habilidade de correr com mudança de direção do corpo.

Habilidade natatória

O teste para avaliar a habilidade natatória tem por objetivo verificar a capacidade natatória do bombeiro militar em percorrer uma distância de 75 metros em nado livre, devendo realizar o percurso em menor tempo possível.

Qualidade de vida

Para se medir o nível de qualidade de vida foi utilizada a versão traduzida do questionário SF-36 (*Medical Outcomes Study 36 – Item Short-Form Health Survey*)(14). O SF-36 é um instrumento genérico de avaliação da qualidade de vida, composto por 36 itens, distribuídos em oito escalas ou dimensões: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. As respostas são apresentadas em escala Likert e o escore final varia de 0 a 100 pontos, sendo que quanto maior o escore corresponde a melhor qualidade de vida. O escore físico de qualidade de vida é calculado pela média das seguintes escalas: capacidade funcional, aspectos físicos, dor e estado geral de saúde, e o escore psicológico, pelas escalas: vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental(14).

Atividade física

Aplicou-se ainda o questionário de Baecke, na sua versão traduzida e validada para o português, que mensura níveis de atividade física habitual(15). O questionário consta de 16 questões, compreendendo três componentes de atividade física nos últimos 12 meses: atividades físicas ocupacionais, exercícios físicos praticados durante o tempo de lazer e atividades físicas durante o tempo de lazer e locomoção, excluindo exercícios físicos. Quanto maior a soma dos escores, maior o nível de atividade física habitual.

Antropometria

Foram mensuradas massa corporal e estatura, e calculado o índice de massa corporal (IMC) para levantar as medidas

antropométricas. Para massa corporal foi utilizada uma balança modelo *SmartPro*, e foi realizada uma medida estando o avaliado em posição ortostática sobre a balança, vestindo apenas calção e camiseta. Para a medida da estatura foi utilizada uma fita métrica com precisão de 1 milímetro, fixada em uma parede. O avaliado permaneceu com a cabeça orientada no plano de Frankfurt e a medida realizada no ponto mais alto da cabeça(13).

Análise Estatística

A análise descritiva dos dados foi realizada através da média e desvio-padrão. O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado para avaliar a correlação das variáveis de exposição com os desfechos. Todas as análises foram feitas no IBM SPSS V24 (IBM Corp., Armonk, NY), sendo adotado o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

Foram avaliados nove subtenentes/sargentos e 21 cabos/soldados, voluntários para participar do estudo, compondo cerca de 90% do efetivo da companhia.

A Tabela 1 exhibe as características da amostra e os resultados em qualidade de vida. Os 30 militares avaliados eram homens, com idade média 31,4 ($\pm 8,8$), sendo o mais jovem com 20 anos e o mais velho com 52 anos. A média encontrada para a estatura foi de 176 cm ($\pm 5,2$), e para massa corporal foi encontrada uma média de 77,3 kg ($\pm 8,8$). A média do IMC foi de 24,9 ($\pm 2,4$).

Na Tabela 2 podem ser observados os resultados no TAF. Todos os bombeiros militares foram considerados aptos no TAF com pontuação geral média de 9,2 pontos em 10 possíveis. A média necessária para aprovação no TAF anual é igual a seis (6,0).

Na análise de correlações (Tabela 3), foi observada uma correlação positiva e significativa entre o desempenho no TAF vs. escore psicológico da qualidade de vida, sugerindo que quanto maior o desempenho no teste de aptidão física, melhores são os escores dos componentes psicológicos da qualidade de vida ($r=0,37$; $p=0,04$; $n=30$). O coeficiente de determinação indica que 13,7% da variância nos escores do componente psicológico de QV

poderiam ser explicados pela aptidão física dos bombeiros militares. Observou-se também uma correlação positiva e significativa entre o nível de atividade física vs. desempenho no TAF, sugerindo que quanto mais ativos os

bombeiros militares, melhor a aptidão física ($r=0,41$; $p=0,02$; $n=30$). Neste caso, 16% da variabilidade no TAF poderiam ser explicados

Tabela 1 – Características da amostra e resultados em qualidade de vida segundo dimensões

Característica/Resultados	Média (± DP)	Mínimo Máximo
<i>Característica</i>		
Idade (anos)	31,4 (± 8,8)	20,0 – 52,0
Massa corporal (kg)	77,3 (± 8,8)	58,0 – 94,2
Estatura (cm)	176,0 (± 5,2)	165,0 – 185,0
IMC (kg/ m ²)	24,9 (± 2,4)	20,6 – 29,7
Nível de atividade física	9,7 (± 1,4)	5,5 – 12,2
VO ₂ máx (ml/ kg/ min)	45,9 (± 6,3)	32,3 – 56,5
<i>Qualidade de vida</i>		
Capacidade funcional	72,6 (± 2,9)	65,0 – 75,0
Aspectos físicos	80,0 (± 27,4)	0,0 – 100,0
Dor	70,5 (± 24,4)	10,0 – 100,0
Saúde geral	77,1 (± 13,8)	52,0 – 100,0
Vitalidade	66,6 (± 18,0)	25,0 – 90,0
Aspectos sociais	80,8 (± 21,7)	25,0 – 100,0
Aspectos emocionais	77,7 (± 34,3)	0,0 – 100,0
Saúde mental	76,5 (± 18,9)	40,0 – 100,0
Domínios físicos	75,1 (± 12,0)	43,2 – 93,8
Domínios psicológicos	75,4 (± 19,0)	35,8 – 96,2

DP: desvio padrão; IMC: Índice de Massa Corporal; VO₂máx: Consumo máximo de oxigênio.

Tabela 2 – Aptidão Física em bombeiros militares de Minas Gerais (n = 30)

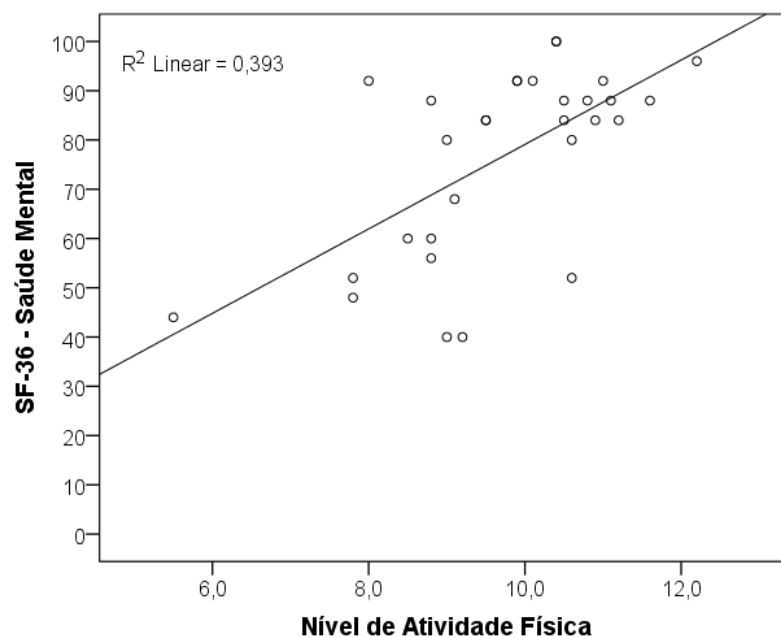
Teste	Resultado Média ± DP)	Mínimo	Máximo
<i>Capacidade aeróbica (2400m corrida)^a</i>			
Tempo (min)	10,6 (±1,6)	8,5	14,9
Pontuação	8,9 (±1,4)	5,5	10,0
<i>Resistência aeróbica (12min Natação)^b</i>			
Distância (m)	516,0 (±83,0)	425,0	587,0
Pontuação	8,5 (±0,9)	7,5	9,0
<i>Resistência de força muscular abdominal</i>			
Repetições	46,1 (±9,1)	28,0	67,0
Pontuação	9,9 (±0,4)	8,0	10,0
<i>Habilidade natatória</i>			
Tempo (min)	1,31 (±03)	1,0	2,5
Pontuação	9,3 (±1,3)	4,0	10,0
<i>Resistência de força muscular de membros superiores</i>			
Repetições	39,3 (±8,5)	23,0	55,0
Pontuação	10,0 (±0,0)	10,0	10,0
Aptidão física (score total)	9,2 (±0,6)	7,9	10,0

DP: desvio padrão; Pontuação: de 0 a 10 pontos; ^an=27; ^bn=3

Tabela 3 – Correlação de nível de atividade física, idade e Índice de Massa Corporal com qualidade de vida em bombeiros militares (n = 30)

Variáveis	Desempenho - TAF		Nível de atividade física	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Idade	0,25	0,18	-0,26	0,16
Índice de Massa Corporal	-0,22	0,24	-0,28	0,14
Nível de atividade física	0,41	0,02	-	-
<i>Qualidade de vida</i>				
Capacidade funcional	0,14	0,48	0,35	0,05
Aspectos físicos	-0,02	0,92	0,02	0,93
Dor	0,18	0,34	0,21	0,26
Estado geral de saúde	-0,08	0,67	0,04	0,82
Vitalidade	0,29	0,12	0,35	0,05
Aspectos sociais	0,33	0,07	0,37	0,05
Aspectos emocionais	0,30	0,11	-0,04	0,84
Saúde mental	0,29	0,12	0,63	<0,001
Escore físico	0,06	0,74	0,15	0,43
Escore psicológico	0,37	0,04	0,33	0,08

r: coeficiente de correlação de Pearson; *P*: p-valor de Pearson.

**Figura 1** – Gráfico de dispersão entre o nível de atividade física e a saúde mental, avaliada pelo SF-36 em bombeiros militares (*correlação estatisticamente significante, $p < 0,001$).

pelo nível de atividade física dos bombeiros militares. Por fim, verificou-se que quanto mais ativos os bombeiros militares, melhores apresentaram-se a capacidade funcional, a vitalidade, os aspectos sociais e a saúde mental relacionada a qualidade de vida. Cerca de 40% da variância do domínio saúde mental poderiam ser explicados pelo nível de atividade física, sendo a maior correlação encontrada (Figura 1).

Discussão

O objetivo do presente estudo foi investigar a aptidão física e a qualidade de vida em uma corporação de bombeiros militares e explorar os fatores relacionados: nível de atividade física, estado nutricional e idade. Os resultados mostraram correlação significativa de escore psicológico da qualidade de vida e de nível de atividade física com aptidão física. Nível de atividade física também estava linearmente associado com capacidade funcional, vitalidade, aspectos sociais e saúde mental.

As maiores médias encontradas para a qualidade de vida foram para os domínios: aspectos físicos e aspectos sociais, enquanto as menores médias foram para os domínios: dor e vitalidade. Valores semelhantes a estes foram encontrados no estudo de Vidotti et al. (23), que avaliou a qualidade de vida de 30 bombeiros militares do interior de São Paulo. Os resultados semelhantes nesses estudos podem se justificar pela organização do trabalho e pelas atividades laborais dos bombeiros militares, que se caracterizam por grandes exigências físicas durante o atendimento às ocorrências, podendo gerar dor, fadiga e exaustão durante ou após as suas atividades (24). Houve correlação positiva e significativa de nível de atividade física com saúde mental ($r=0,63$; $p<0,001$). A correlação de nível de atividade física com capacidade funcional, vitalidade, aspectos sociais foi limítrofe ($p=0,05$).

Não houve correlação significativa de aptidão física com a maioria dos domínios de qualidade de vida. O único domínio com o qual estava relacionada foi com o psicológico, que considera os domínios vitalidade, aspectos emocionais, aspectos sociais e saúde mental.

Os achados do presente estudo mostraram que bombeiros militares fisicamente mais

ativos apresentaram melhor desempenho no teste de aptidão física. Além disso, tanto os bombeiros militares com maior nível de atividade física, quanto aqueles com melhores desempenhos no TAF tendem a ter uma melhor qualidade de vida principalmente ao considerar a dimensão psicológica. Neste sentido Scheffer et al. (29) a partir de uma revisão bibliográfica, defende que há uma relação entre a atividade física, aptidão física e a qualidade de vida relacionada a saúde, e que elas se influenciam mutuamente. Os autores ainda concluíram que a atividade física regular pode impactar em benefícios como a melhora da auto-estima, do auto conceito da imagem corporal, funções cognitivas, socialização, diminuição do estresse e da ansiedade.

O exercício físico regular pode contribuir positivamente, diminuindo os níveis de estresse, que estão relacionados com quadros de ansiedade e depressão(30). Nunomura et al.(30) mensuraram o nível de estresse de adultos, de ambos os sexos, antes e após 12 meses de atividades físicas programadas que envolviam força, flexibilidade, equilíbrio, coordenação e atividades aeróbias. Após o programa, houve melhora dos parâmetros negativos relacionados aos sintomas de estresse, mal estar, cansaço e problemas crônicos de saúde. Embora esses dados apresentem os benefícios do exercício físico sobre a saúde psicológica, os estudos nessa área ainda são contraditórios (31).

Há um declínio natural das capacidades físicas durante o processo de envelhecimento, em que ocorrem reduções em $VO_2máx$, força, resistência muscular, velocidade e agilidade(3). No presente estudo, porém, não houve correlação entre idade e desempenho no TAF. É importante ressaltar que o cálculo da pontuação quanto ao desempenho no TAF do CBMMG leva em consideração a idade do avaliado, o que pode explicar esses resultados(5). Adicionalmente, não houve correlação significativa entre idade vs. nível de atividade física, o que corrobora com o estudo de Silveira (10), realizado com bombeiros militares do estado de Santa Catarina.

A estimativa do consumo máximo de oxigênio ($VO_2máx$), a partir do teste de resistência aeróbica de 2400 m, demonstrou uma média de 45,9 ml/ kg/ min (Tabela 1).

Outros dois estudos que examinaram a correlação do nível de aptidão física com capacidade para o trabalho em bombeiros militares do nordeste do Brasil e do estado do Rio de Janeiro, encontraram valores similares para a estimativa do VO_2 máx, 39,0 e 46,0 ml/kg/ min respectivamente (20,21).

Farinatti(2) ao apresentar o compêndio de intensidade e gasto calórico de atividades laborais, desportivas e de lazer, afirma que, as atividades de bombeiros militares apresentam uma intensidade que pode chegar a 12 MET's (Equivalente Metabólico da Tarefa), equivalente a um consumo de oxigênio de 42ml/kg/min. Essa elevada intensidade se justifica pois em algumas ocorrências, os bombeiros militares necessitam utilizar equipamentos de proteção individual, que podem pesar entre 22 a 27 kg (22). Portanto, as atividades de resgate e combate ao fogo, por exemplo, exigem elevado esforço e para realizá-las adequadamente, sem gerar fadiga excessiva, o bombeiro precisa ter uma adequada aptidão física. No presente estudo, em média o VO_2 máx dos bombeiros foi de 45,9 ml/kg/min, variando de 32 a 56ml/kg/min. Isto implica que para o bombeiro com melhor aptidão aeróbica da amostra, um esforço máximo em ação de 12 METs corresponderia a 75% do seu VO_2 máx (METmáx da tarefa / VO_2 máx do indivíduo). Este bombeiro conseguiria realizar as atividades por alguns minutos. Já para o bombeiro com VO_2 máx de 32ml/kg/min, a mesma tarefa exigiria 131% da sua aptidão aeróbica, de modo que não conseguiria suportar a tarefa por muito tempo.

Entretanto, a aptidão física não se resume apenas à capacidade aeróbica. Nessa perspectiva, observou-se que a média do escore de aptidão física, calculada segundo a metodologia do TAF foi de 9,2 pontos podendo ser considerada alta para uma escala de 0 a 10, o que sugere que os militares avaliados no estudo estão com o condicionamento físico acima do exigido pela corporação no TAF anual que é de 6 pontos.

Houve correlação positiva e significativa de nível de atividade física com aptidão física, mostrando que bombeiros militares fisicamente mais ativos tiveram desempenho melhor no TAF. Este resultado corrobora com vários estudos que apontam para os benefícios

da prática de exercícios físicos na melhora de capacidades físicas, como potência aeróbia e força muscular(25,26,27,28).

Não houve, no presente estudo, correlação significativa de aptidão física com os domínios relacionados ao escore físico. Uma possível explicação para isso reside no fato de que a exigência de padrões de desempenho físico existente na corporação, padroniza os resultados, eliminando possíveis maiores diferenças na amostra, sendo que, de acordo com a literatura, aptidão física relaciona-se positivamente com o domínio físico da qualidade de vida(11). Além disso, pode haver limitações quanto aos testes componentes do TAF aplicados pelo CBMMG(33). Lima et al.(33) consideraram necessários estudos para adequações dos índices, pontuações, faixas etárias e exercícios, às exigências ocupacionais específicas dos bombeiros.

Quanto ao estado nutricional, nenhum dos avaliados foi considerado obeso. Foram observados valores de IMC entre 20,6 e 29,7 kg, sendo que 50% dos militares foram classificados com peso normal e os outros 50% com sobrepeso(16). O sobrepeso requer atenção, sendo um indicador positivo para doenças crônico degenerativas (17). Resultados diferentes foram encontrados em outros dois estudos com bombeiros militares com caráter amostral semelhante, nos quais foi utilizado o IMC para classificação de composição corporal estando 20% da amostra classificada como obesa (18,19). A prática de exercícios deve ser continuamente estimulada na corporação e os critérios para classificação da aptidão física devem ser constantemente atualizados.

Pontos fortes e limitações do estudo

Este foi um dos poucos estudos a examinar a aptidão física e a qualidade de vida de bombeiros militares, no Brasil, evidenciando a contribuição para o conhecimento. Foi observado que a percepção de qualidade de vida dos bombeiros militares não depende da sua aptidão física, mas sim do quanto se é ativo nas atividades físicas habituais.

Dentre as limitações do estudo está que o desenho transversal do estudo não permite o estabelecimento de relação de causa e efeito entre o nível de atividade física com a aptidão

física e destes com a qualidade de vida. Além disso, os resultados aplicam-se apenas a homens.

Conclusão

Conclui-se que maior nível de atividade física habitual está associado com maior aptidão física em bombeiros militares. Além disso, o nível de atividade física habitual apresentou correlação mais forte com a qualidade de vida destes militares do que a aptidão física, sobretudo em relação aos aspectos psicológicos. Estes resultados corroboram a importância da adoção de um estilo de vida fisicamente ativo, visando a melhoria da qualidade de vida. Recomendam-se estudos com maior tamanho amostral, investigando outros possíveis fatores intervenientes na percepção de qualidade de vida, assim como o efeito de intervenções que possam melhorá-la.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Ouro Preto e ao Corpo de Bombeiros de Ouro Preto.

Declaração de conflito de interesses

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

Declaração de financiamento

Não houve nenhum financiamento ou patrocínio no presente estudo.

Referências

1. Minas Gerais. Constituição (1989). *Constituição do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Assembléia Legislativa, 1989.*
2. Farinatti PTV. Apresentação de uma Versão em Português do Compêndio de Atividades Físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em Fisiologia do Exercício. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício.* 2003; 2: 177-208.
3. Nahas MV. *Atividade física, saúde e qualidade de vida.* 2.ed. Londrina: Midiograf; 2001.
4. Boldori R. *Aptidão física e sua relação com a capacidade de trabalho dos bombeiros militares do estado de Santa Catarina.* (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.
5. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Resolução n 114 de 31 de dezembro de 2003. *Dispõe sobre o Teste de Avaliação Física a ser aplicado ao pessoal do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.*
6. Organización Mundial de la Salud. *Promoción de la salud: glosario.* Genebra: OMS; 1998.
7. Dalquano CH, Junior NN, Castilho MM. Efeito do treinamento físico sobre o processo de envelhecimento e o nível de aptidão física de bombeiros. *Revista da Educação Física/UEM.* 2003; 14(1): 47–52.
8. Baptista MN, Morais PR, Carmo NC, Souza GO, Cunha AF. Avaliação de depressão, síndrome de Burnout e qualidade de vida em bombeiros. *Psicologia Argumento.* 2005; 23(42): 47-54.
9. Marconato RS, Monteiro MI, Marconato RS, Monteiro MI. Pain, health perception and sleep: impact on the quality of life of firefighters/rescue professionals. *Revista Latinoamericana de Enfermagem.* 2015; 23(6): 991–9.
10. Silveira JLG. *Aptidão Física, Índice Capacidade de Trabalho e Qualidade de Vida de Bombeiros de Diferentes Faixas Etárias em Florianópolis - SC.* (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: Universidade de Federal de Santa Catarina; 1998.
11. Araújo DSMS de, Araújo CGS de. Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2000; 6(5): 194–203.
12. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Métodos de pesquisa em atividade física.* 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
13. Fernandes Filho J. *A Prática da Avaliação Física.* 2.ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
14. Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W, Meinão I, Quaresma MR. Brazilian-Portuguese version of the SF-36: a reliable and valid quality of life outcome measure.

- Revista Brasileira de Reumatologia*. 1999; 39(3): 143-150.
15. Florindo AA, Latorre MRDO. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2003; 9(3): 129-35.
 16. World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva: World Health Organization; 2000.
 17. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz de Reabilitação Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Maio de 2005; 84(5): 431-40.
 18. Rodrigues L, Nicolato MFM, Vilela MRSP. Estudo da prevalência dos critérios clínicos para a síndrome metabólica em bombeiros militares de um batalhão da Região Centro-Sul de Belo Horizonte. *e-Scientia*. 2012; 5(1): 31-38.
 19. Canabarro LK, Rombaldi AJ. Risco de sobrepeso e obesidade em soldados do corpo de bombeiros. *Pensar a Prática* [internet] 2010; 13(3). Disponível em: doi: 10.5216/rpp.v13i3.10169.
 20. Souza TF, Ferreira WM, dos Santos SFS, Fonseca AS. Capacidade para o trabalho e aptidão física em bombeiros militares. *Revista de Saúde e Pesquisa*. 2012; 5(2): 310-8.
 21. Marcelino C, Simão R, Guimarães R, Salles BF, Spinetti J. Correlação entre as capacidades físicas básicas e o índice de capacidade de trabalho em bombeiros do estado do Rio de Janeiro. *Revista de Educação Física*. 2009; 144(1): 36-44
 22. De Carli AG, Oliveira RS. Efeito do uso dos equipamentos de proteção individual e respiratória sobre o vo₂ máx. dos integrantes do 16º grupamento de bombeiros da polícia militar do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2012; 6(35): 501-505.
 23. Vidotti HGM, Coelho VHM, Bertoncetto D, Walsh IAP de. Qualidade de vida e capacidade para o trabalho de bombeiros. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2015; 22(3): 231-8.
 24. Mourão PJM, Gonçalves FJM. A Avaliação da Resistência: Efeitos da aplicação de um programa de treino na aptidão cárdio-respiratória numa corporação de bombeiros profissionais. *Motricidade*. 2008; 4(4): 05-11.
 25. Davini R, Nunes CV. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2003; 7(3): 201-7.
 26. American College of Sports Medicine. A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 1998; 4(3): 96-106.
 27. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Nakamura FY, Pina FLC, Oliveira AR de. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005; 11(4): 224-8.
 28. Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. 2000; 5(2): 60-76.
 29. Scheffer MLC, Pilatti LA, Kovaleski JL. Qualidade Vida e Atividade Física na Literatura. *Espacios*. 2015; 36(03): 7.
 30. Nunomura M, Teixeira LAC, Caruso MRF. Nível de estresse em adultos após 12 meses de prática regular da atividade física. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. 2004; 3(3): 125-134.
 31. Werneck FZ, Filho MGB, Ribeiro LCS. Efeitos do exercício físico sobre os estados de humor: uma revisão. *Revista Brasileira de Psicologia do Esporte e do Exercício*. 2006; 0: 22-54.

32. Perez AJ. Efeitos de diferentes modelos de periodização do treinamento aeróbio sobre parâmetros cardiovasculares, metabólicos e composição corporal de bombeiros militares. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 2013; 27(3):363–76.
33. Lima SPR, Navarro F, Viana VAR. O teste de aptidão física para os bombeiros Militares da ativa, sem restrições médicas, do corpo de bombeiros militar do Distrito Federal. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2008; 2(8): 158-176.



Artigo Original

Original Article

Efeito agudo de uma sessão de CrossFit® sobre as variáveis hemodinâmicas e a percepção de esforço de adultos treinados

Accute Effect of a CrossFit® Session on the Haemodynamic Variables and Exertion Perception of Trained Adults

Lucas Alencar¹ Esp; Ravini de Souza Sodré² Esp; Guilherme Rosa^{§1,2} PhD

Recebido em: 27 de outubro de 2017. Aceito em: 14 de dezembro de 2014.
Publicado online em: 29 de março de 2018.

Resumo

Introdução: O aumento no número de praticantes de CrossFit® com distintas características e níveis de treinamento torna importante a investigação acerca das respostas fisiológicas à modalidade.

Objetivo: Verificar o efeito de uma sessão de treinamento de CrossFit® sobre as variáveis hemodinâmicas e a percepção de esforço de indivíduos treinados.

Métodos: Doze homens (32,75 ± 2,67 anos), praticantes apenas de CrossFit®, tiveram sua percepção de esforço (PE) e suas variáveis hemodinâmicas frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), e pressão arterial diastólica (PAD) aferidas antes e imediatamente após uma sessão de treinamento. O duplo produto foi calculado nos mesmos momentos através da multiplicação da FC pela PAS. A sessão de treinamento, padronizada pela modalidade, foi composta por exercícios de mobilidade articular, levantamento olímpico, treinamento de força e ginástica realizados no menor tempo possível. Utilizou-se a estatística descritiva, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e o teste *t* de Student pareado com alfa de 0,05.

Resultados: Observou-se aumento significativo ($p=0,0001$) das variáveis FC, PAS e DP em comparação com o repouso, sem alterações ($p=0,86$) para a PAD. Quanto à percepção de esforço após a sessão de treinamento, observou-se valores de $9,5 \pm 0,67$ na escala OMNI-RES.

Conclusão: Uma sessão de CrossFit® com as características do presente estudo provocou elevação das variáveis hemodinâmicas e da percepção de esforço após a sessão de treinamento, exceto para a PAD. Tais dados apontam a elevada demanda cardiovascular na modalidade.

Palavras-chave: exercício físico, hemodinâmica, pressão arterial.

Abstract

Introduction: The increase in the number of CrossFit® practitioners with different characteristics and levels of training makes important to investigate physiological responses to the modality.

Objective: To verify the effect of a CrossFit® training session on the hemodynamics variables and subjective perceived exertion of trained adults.

Pontos-Chave Destaque

- O presente estudo demonstrou aumento significativo nos níveis de FC, PAS e DP após a sessão de CrossFit®.
- A percepção de esforço dos voluntários atingiu valores de $9,5 \pm 0,67$ na escala OMNI-RES (0-10) após o treinamento.
- A elevação nos valores das variáveis investigadas aponta elevada demanda física da modalidade.

§ Autor correspondente: Guilherme Rosa – e-mail: grfitness@hotmail.com

Afiliações: ¹Universidade Castelo Branco (UCB/RJ); ²Grupo de Pesquisas em Exercício Físico e Promoção da Saúde, Faculdade de Educação Física da Universidade Castelo Branco (UCB/RJ).

Methods: Twelve men (32.75 ± 2.67 years old), who only practiced CrossFit®, had their perceived exertion (PE) and their haemodynamic variables heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), and diastolic blood pressure (DBP) assessed before and immediately after a training session. The double product (DP) was calculated at the same moments by multiplying the HR by the SBP. The training session, standardized by the modality, was composed of exercises of joint mobility, Olympic weightlifting, strength training and gymnastics performed in the shortest time as possible. Descriptive statistics, the Shapiro-Wilk normality test, and paired Student's t-test with alpha of 0.05 were used.

Results: there was a significant increase ($p = 0.0001$) in HR, SBP and DP compared to rest, without alterations ($p = 0.86$) for DBP. Regarding the perceived exertion after the training session, values of 9.5 ± 0.67 were observed on the OMNI-RES scale.

Conclusion: a CrossFit® session with the characteristics of the present study caused an increase on the hemodynamics variables and perceived exertion after the training session, except for DBP. These data point to the high cardiovascular demand of the modality.

Keypoints

- The present study presented a significant increase in HR, SBP and DP levels after the CrossFit® session.
- The subjective perceived exertion of volunteers reached 9.5 ± 0.67 on the OMNI-RES scale (0-10) after training.
- The increase of the values of the investigated variables indicates high physical demand of the modality.

Keywords: physical exercise, hemodynamics, arterial pressure.

Efeitos de uma sessão de CrossFit® sobre as variáveis hemodinâmicas e a percepção de esforço de adultos treinados

Introdução

A prática de atividade física está bem estabelecida na literatura como um dos pilares para um estilo de vida saudável, com o desenvolvimento da aptidão física observado como primordial para a qualidade de vida e saúde dos praticantes(1-3). Alguns programas de treinamento são utilizados como estímulos ao aprimoramento da aptidão física, seja através de movimentos prioritariamente dependentes do sistema cardiorrespiratório, ou mesmo de exercícios resistidos, realizados através de contrações voluntárias da musculatura esquelética contra uma resistência externa(4,5).

O método CrossFit®, desenvolvido em 1995, por Greg Glassman(6), caracteriza-se por exercícios de movimentos funcionais baseados em três classes: levantamento de peso (cargas externas), ginástica (movimentos com peso corporal) e exercícios aeróbicos(6). A modalidade busca desenvolver força, flexibilidade, resistências cardiorrespiratória e muscular, agilidade, equilíbrio, coordenação, potência e velocidade, que colaboram para a

desempenho físico(7), prometendo trabalhar de forma equilibrada e global as capacidades físicas atribuídas à alta intensidade, que proporciona elevado gasto calórico, uma vez que os exercícios são curtos, intensos e variados constantemente(8,9).

Desde seu surgimento, a modalidade apresenta um número considerável de adeptos por ser abrangente nas características dos participantes, atendendo indivíduos saudáveis, obesos e atletas(10), em aproximadamente 13 mil “Boxes de CrossFit®” espalhados pelo mundo.

Para aprimorar a aptidão física e a saúde, a intensidade recomendada para a atividade física em indivíduos adultos deve ser de moderada a vigorosa(11). Os exercícios do CrossFit®, os quais exigem níveis mais elevados de aptidão aeróbica e anaeróbia associam-se a um maior desempenho cardiovascular(12). Estudos prévios examinaram as respostas hemodinâmicas de exercícios cardiovasculares e resistidos (13,14). A elevação dos valores das variáveis hemodinâmicas resulta da atuação dos sistemas de regulação fisiológica do aparelho

circulatório. Grande parte desse efeito, é provocado pela elevação da frequência cardíaca, que pode atingir um valor três vezes maior que o normal. Além disso, sinais nervosos simpáticos exercem um efeito importante, aumentando a força contrátil do músculo cardíaco, o que também aumenta a capacidade do coração de bombear maiores volumes de sangue. Durante a estimulação simpática intensa, o coração pode bombear cerca de duas vezes mais sangue que nas condições normais, o que contribui ainda mais para a elevação aguda da pressão arterial(15).

A percepção subjetiva de esforço (PSE) pode ser avaliada por escalas e está diretamente ligada ao conceito de intensidade do exercício, podendo ser definida como desconforto ou fadiga muscular que são apresentados durante a prática do exercício físico aeróbico e de força(16). Nesse contexto, a PSE apresenta-se como um indicador de fadiga em sessões de exercícios contra resistência, apesar de, mais frequentemente, ser utilizada como indicador de intensidade do esforço em atividades predominantemente aeróbicas(17).

Face à escassez de investigações sobre o comportamento fisiológico em resposta ao CrossFit® e da percepção de esforço durante uma sessão desse método de exercício ressalta-se a relevância do presente estudo. Além disso, o aumento no número de praticantes com características distintas, bem como diferentes níveis de treinamento físico, torna importante a obtenção de informações acerca das respostas fisiológicas à modalidade para que as prescrições de treinamento sejam eficientes e seguras.

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo de uma sessão de CrossFit® sobre as variáveis hemodinâmicas e descrever a percepção subjetiva de esforço em indivíduos treinados.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

Estudo observacional seccional, de amostra por conveniência, para o qual foram convidados a participar aproximadamente 35 alunos de CrossFit® de uma academia no Rio de Janeiro.

Os critérios de inclusão foram: 1) Participar das sessões de treinamento há pelo menos seis meses; 2) Apresentar frequência semanal mínima de três vezes na semana; e 3) Responder negativamente ao questionário de estratificação de risco cardíaco da *American Heart Association – AHA*(18). Os critérios de exclusão foram: 1) Apresentar qualquer tipo de lesão ósteo-mio-articular que pudesse interferir na participação no estudo e 2) Praticar outra modalidade de atividade física além do CrossFit®.

Aspectos éticos

O presente estudo atendeu as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, sobre pesquisas envolvendo seres humanos. O projeto foi submetido ao comitê de ética em pesquisa do Hospital Naval Marcílio Dias, e aprovado sob número de protocolo 1581498/2016.

Variáveis de estudo

As variáveis dependentes do estudo foram as hemodinâmicas: frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) e a percepção subjetiva de Esforço (PSE). A variável independente foi a realização de uma sessão de CrossFit®. As medidas antropométricas massa corporal total (MCT) e estatura (Est) foram realizadas para descrever a amostra.

Procedimento de coleta de dados

O presente estudo foi realizado em dois momentos. Na primeira visita foram realizadas a avaliação antropométrica e da composição corporal, bem como a aplicação do questionário de estratificação de risco da AHA.

Na segunda visita os participantes foram submetidos a uma sessão de exercício seguindo os modelos de uma rotina de treinamento de CrossFit®. Tanto os valores das variáveis hemodinâmicas, como aqueles referentes à PSE foram obtidos antes do início da sessão após o voluntário permanecer em repouso na posição de decúbito dorsal por 10 minutos, e imediatamente após a sessão de treinamento.

Medidas antropométricas

Foram aferidas as medidas de MCT (kg) e Est (m) utilizando-se uma balança mecânica

com estadiômetro acoplado da marca Fillizola®, com precisão de 100 g e capacidade de 150 kg. Com base nos resultados, foram calculados o Índice de Massa Corporal (IMC) por meio da razão entre a MCT e o quadrado da Est.

O percentual de gordura corporal (% G) foi estimado pela equação de Siri(18) e do protocolo de Jackson e Pollock (18) para estimativa da densidade corporal por meio da avaliação de 7 dobras cutâneas, utilizando o compasso da marca Cescorf®. As medidas antropométricas seguiram os procedimentos recomendados pela International Society for Advance of *Kinanthropometry* – ISAK(19), e foram aferidas pelo mesmo avaliador devidamente treinado para este fim.

Sessão de CrossFit®

Para avaliar a evolução do desempenho na sessão de CrossFit®, utilizou-se o modelo WOD (*workout of the day* – treino do dia) protocolado *For Time* (menor tempo possível) (9). A sessão de treinamento foi composta pelos seguintes blocos de trabalho: a) Mobilidade articular – nas regiões superior e inferior do corpo, com intensidade leve, realizando 5 movimentos para os membros superiores e 5 para os membros inferiores, com uma duração de 20s em cada movimento; b) Levantamento olímpico – no qual foram realizadas técnicas do movimento de arranco somente com a barra ou bastão, realizando 5 séries de 3 repetições com um intervalo de 30s entre as séries; c) Treino de força – com 3 séries do máximo de repetições do agachamento, com a barra pelas costas, com intensidades de 75%, 80% e 85% da 1RM (1RM: teste de uma repetição com carga máxima; cada participante possuía registro do teste previamente realizado), com no máximo 2 min de intervalo entre as séries; e d) Ginástica – realizada durante 5 min, com os seguintes exercícios: progressão de “*bar muscle up*” (movimento de subida na barra fixa); “*Fran*” (21 *thruster*, 21 *pull ups*, 15 *thruster*, 15 *pull ups*, 9 *thruster*, 9 *pull ups*). *Thruster* é um exercício combinado de agachamento com a barra pela frente, com desenvolvimento frontal. *Pull ups* são puxadas na barra fixa executando pêndulos para facilitar no movimento.

Variáveis hemodinâmicas

A aferição dos valores das variáveis hemodinâmicas (desfechos primários) frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD), foi realizada utilizando-se esfigmomanômetro eletrônico modelo HEM-7113 da marca OMRON(20). Os valores do duplo produto (DP) foram obtidos através da multiplicação dos valores da FC pelos valores da PAS(3). A obtenção dos níveis das variáveis se deu antes do início e imediatamente após a sessão de treinamento.

Percepção de esforço

A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi estimada escala OMNI-RES, construída para avaliar percepção de esforço em exercício de resistência(21). A escala varia entre 0 e 10, com 0 sendo equivalente a “extremamente fácil” e 10 equivalente a “extremamente difícil” e foi aplicada antes e imediatamente após a sessão de exercício.

Análise estatística

Foi realizada a estatística descritiva utilizando-se medidas de tendência central e de dispersão. A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Para avaliar se houve diferenças entre as avaliações inicial e final nas variáveis desfecho, utilizou-se o teste *t* de Student pareado com nível de confiança de 95%.

Resultados

Depois de aplicados os critérios de exclusão, restaram para participar do estudo 12 voluntários do sexo masculino, com média de idade de 32,75±2,67 anos, com IMC médio de 27,66±3,12 e %G médio de 20,86±6,43, todos praticantes experientes de CrossFit®. A Tabela 1 apresenta as características antropométricas e de composição corporal da amostra.

Quanto à percepção subjetiva de esforço após a sessão de treinamento pela escala OMNI-RES, observou-se média e desvio padrão de 9,5 ± 0,67, mediana de 10,0, quartil 25% de 9,0, e quartil 75% de 10,0.

Os resultados referentes às variáveis hemodinâmicas nos momentos antes da sessão de treinamento (Pré) e imediatamente após a sessão de treinamento (Pós)

apresentam-se na Tabela 2. Observa-se que, após a sessão de treinamento, houve aumento significativo ($p=0,0001$) das variáveis FC, PAS e DP em comparação com o repouso. A

PAD não demonstrou alteração significativa ($p=0,86$) após a sessão de treinamento.

Tabela 1 – Características antropométricas e de composição corporal dos voluntários

Característica	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo	P
Idade	32,75	2,67	30,00	37,00	0,09
MCT (kg)	85,89	7,18	75,00	97,00	0,45
Est(m)	1,77	0,05	1,67	1,86	0,39
IMC	27,66	3,12	23,67	34,42	0,18
%G	20,86	6,43	11,27	29,95	0,34

MC: massa corporal; Est: estatura; IMC: índice de massa corporal; %G: percentual de gordura; DesvPad: desvio padrão; P: p-valor resultado do teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*.

Tabela 2 – Variáveis hemodinâmicas

Variável		Média	DesvPad	Mínimo	Máximo	SW(p-valor)
FC(bpm)	Pré	64,92	7,23	53	79	0,48
	Pós	163,17 [#]	12,22	145	183	0,48
PAS(bpm)	Pré	128,00	9,33	114	140	0,76
	Pós	169,25 [#]	18,07	137	201	0,93
PAD(bpm)	Pré	70,08	6,22	60	82	0,71
	Pós	70,58	6,88	61	81	0,45
Duplo Produto (DP)	Pré	8273,78	1308,96	6435	10902	0,87
	Pós	27632,92 [#]	3807,22	10902	35577	0,63

SW: Teste de normalidade de Shapiro-Wilk; #: diferença significativa ($p<0,05$) em comparação ao momento Pré.

Discussão

Os principais achados do presente estudo foram a elevação das variáveis hemodinâmicas e da percepção subjetiva de esforço após a sessão de treinamento, exceto para a PAD. Tais dados apontam a elevada demanda cardiovascular do CrossFit®, similar à outras modalidades de exercício investigadas em distintos experimentos.

Figueiredo et al.(22) observaram aumento significativo das variáveis hemodinâmicas FC, PAS, PAD e DP em indivíduos do sexo masculino após a realização de uma sessão de treinamento de força composta por três séries do exercício cadeira extensora realizado com intensidade de 80% de 1RM, independentemente do período de intervalo

entre as séries de 1 ou 3 minutos. A despeito intervenção do presente estudo ter sido composta por uma sessão de treinamento mais volumosa em relação ao número de exercícios realizados e em intensidades mais variadas, também foi observado aumento nas variáveis hemodinâmicas FC, PAS e DP, exceto PAD.

Em concordância, Abad et al.(23), ao comparar as respostas hemodinâmicas e autonômicas após uma sessão de exercício aeróbico e com uma sessão de exercício resistido, em jovens saudáveis, observaram que os exercícios aeróbicos proporcionaram aumento significativo em PAS, FC e DP com manutenção da PAD. Enquanto, os exercícios resistidos provocaram aumento significativo de todas as variáveis investigadas. Tais achados assemelham-se aos obtidos na presente investigação. Uma explicação

plausível para o que foi observado seria que o exercício resistido realizado em alta intensidade e de forma dinâmica, provoca aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial(24), principalmente na PAS devido ao estímulo mecânico dos músculos(25), porém a PAD tende a manter seus níveis durante o exercício aeróbio por motivo de vasodilatação e a redução da resistência vascular periférica(26).

Bittencourt et al.(27), também apresentaram resultados semelhantes aos do presente estudo. Os autores observaram que, após uma sessão de treinamento contra-resistência para membros inferiores, houve elevação significativa das variáveis FC, PAS e DP em comparação com o momento repouso. Apesar das possíveis diferenças metodológicas entre o treinamento de força e o CrossFit®, o comportamento das variáveis hemodinâmicas foi o mesmo. Provavelmente o efeito do exercício físico sobre os mecanismos fisiológicos de controle das variáveis hemodinâmicas explicaria tais similaridades.

Oliveira et al.(28) avaliaram as respostas hemodinâmicas em mulheres após treinamento de força composto por 3 séries sucessivas realizadas no exercício *Leg Press* horizontal (extensão de coxa) em diferentes intensidades (60% e 80% de 10 Repetições Máximas). Foi observado aumento significativo nos valores das variáveis hemodinâmicas após a 3ª série em comparação ao repouso independentemente da intensidade utilizada, exceto para os níveis de PAD. Esse comportamento hemodinâmico, também foi observado na presente investigação: houve aumento nas variáveis FC, PAS e DP, sem alterações significativas quanto à PAD.

As variações hemodinâmicas produzidas por uma sessão de CrossFit® podem favorecer a saúde do sistema cardiovascular, pois a força tangencial exercida pelo contato entre o sangue e as paredes arteriais, conhecida como *shear stress*, parece atuar sobre o controle da produção e a liberação de diversos fatores vasoativos, como o óxido nítrico, a prostaciclina, o fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF), e o fator de crescimento de fibroblastos (FGF)(29).

Quanto à PSE, na presente investigação foram observados valores elevados de PSE após a sessão de treinamento em comparação com o repouso. Tais achados estão de acordo com os dados disponíveis na literatura, apontando que maiores cargas produzem maiores PSE, mesmo quando volumes ou número de repetições diferenciados são utilizados, apresentando altas e significativas correlações entre a PSE e diferentes cargas. Esforços máximos causam uma PSE similar, independentemente do número de repetições. E ainda, quanto maior a carga utilizada, menor a variabilidade da PSE entre os participantes(29).

Pontos fortes e limitações do estudo

Um ponto forte do estudo foi que, face à escassez de investigações realizadas na modalidade CrossFit® com a população brasileira quanto ao efeito agudo de uma sessão sobre as variações hemodinâmicas, observou-se que a modalidade pode exercer efeitos significativos sobre as mesmas.

Se por um lado, uma das limitações do estudo foi o tamanho amostral, limitando o poder de generalização dos achados, e restringindo-se a indivíduos do sexo masculino e com cerca de 32 anos de idade, por outro lado, estes achados são importantes, especificamente, para indivíduos com este perfil.

Conclusão

Uma sessão de CrossFit® com as características prescritas no presente estudo foi capaz de provocar elevação das variáveis hemodinâmicas FC, PAS, e DP, além da percepção subjetiva de esforço após a sessão de treinamento. Tais dados apontam a elevada demanda cardiovascular da modalidade.

Declaração de conflito de interesses

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

Declaração de financiamento

Pesquisa sem financiamento.

Referências

1. ACSM. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and

- neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011; 43(7): 1334-59.
2. Moreira SB, Tubino MJG. *Metodologia Científica do Treinamento Desportivo*. 13ª ed. São Paulo: Shape; 2003.
 3. Wilmore JH, Costill DL. *Controle cardiovascular durante o exercício. Fisiologia do esporte e do exercício*. 2a ed. São Paulo: Manole, 2003.
 4. Hollmann W, Hettinger TH. *Medicina do esporte*. São Paulo: Manole, 1983.
 5. Fleck S, Kraemer W. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 3.ed. São Paulo: Artmed, 2006.
 6. Glassman G. Metabolic Conditioning. *The CrossFit Journal Articles*. 2003; 10:1-4.
 7. Smith MM, Sommer AJ, Starkoff BE, Devor ST: Crossfit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013; 24(2):100-105.
 8. Tibana RA, Almeida LM, Prestes J. CrossFit® riscos ou benefícios? O que sabemos até o momento?. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2015; 23(1):182-185.
 9. Manske GS, Romano F. Medicalização, controle dos corpos e Crossfit: uma análise do site CrossFit Brasil. *Textura*. 2015;(33):139-159.
 10. Tafuri S, Notarnicola A, Monno A, Ferretti F, Moretti B. CrossFit athletes exhibit high symmetry of fundamental movement patterns. A cross-sectional study. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2016; 17 (2): 238-245.
 11. ACSM. *Guidelines For Exercise Testing and Prescription*. 10th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2017.
 12. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biol Sport*. 2015 Dec; 32(4): 315–320.
 13. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004; 24 (4):674-88.
 14. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão, CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Revista Paulista de Educação Física*. 2004; 18:21-31.
 15. Guyton A, Hall J. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.
 16. Tiggemann CL, Pinto RS, Kruel LF. A percepção de esforço no treinamento de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2010; 16(4):301-309.
 17. Silva NS, Monteiro WD, Farinatti PD. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres jovens e idosas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2009 Jun;15(3):219-23.
 18. ACSM. *Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde*. 3ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
 19. Marfell-Jones T, Stewart A, Carter L. *International standards for anthropometric assessment*. ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, South Africa; 2006.
 20. Umashankar DN, Srinath N, Mahesh JPD. Comparison of Mercury Sphygmomanometer with Oscillometric Digital Blood Pressure Device. *Indian Journal of Stomatology*. 2017; 8(1): 6-10.
 21. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2003;35(2):333-41.
 22. Figueiredo T, Aguiar OA, Fortes ARS, Dias I, Souza RA, Simão R, Miranda H.

Respostas cardiovasculares agudas ao treinamento de força utilizando diferentes intervalos entre séries. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. SP, 2011;5(25):69-74.

23. Abad CCC, Silva RS, Mostarda C, Silva ICM, Irigoyen MC. Efeito do exercício aeróbico e resistido no controle autonômico e nas variáveis hemodinâmicas de jovens saudáveis. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. SP, 2010; 24(4):535-44.
24. Forjaz CLM, Rezk, CC, Melo CM, Santos DA, Teixeira L, Nery SS, et al. Exercício resistido para o paciente hipertenso: indicação ou contra-indicação. *Revista Brasileira de Hipertensão*. 2003;10(2):119-24.
25. Forjaz CLM, Tinucci T. A medida da pressão arterial no exercício. *Revista Brasileira de Hipertensão*. 2000; 7(1):79-87.
26. Polito, M.D.; Farinatti, P.T.V. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2003; 9(1): 1-9
27. Bittencourt PF, Sad S, Pereira R, Machado M. Efeitos do Exercício Contra Resistência em Diferentes Intensidades nas Variações Hemodinâmicas de Adultos Jovens. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2008; 27 (1): 55-64.
28. Oliveira MF, Silva GMS, Navarro AC. Exercício de força e respostas cardiovasculares em mulheres jovens. Um estudo do efeito somativo de séries consecutivas realizadas em diferentes intensidades (60 % e 80% de 10 repetições). *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. SP,2008;2(9):296-305.
29. 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(9): 1175-1178.



Revisão

Review

Modulação genética da miostatina e do gene ACTN3 em hipertrofia e força muscular: uma revisão integrativa

Genetic Modulation of Myostatin and Actn3 Gene in Muscular Hypertrophy and Force: an Integrative Review

Márcia Cristiane Araújo^{1,2} PhD; Andréia de Sousa Costa²; Cristien Martins Frota²; Antonio Carlos Leal Cortez^{3,4} MS; Antonio Carlos Gomes⁴ PhD; Herbert Gustavo Simões¹ PhD

Recebido em: 03 de julho de 2017. Aceito em: 30 de outubro de 2017.
Publicado online em: 29 de março de 2018.

Resumo

Introdução: A análise dos diversos fatores genéticos, principalmente os relacionados aos polimorfismos de DNA, têm sido investigados na busca de uma melhor compreensão dos mecanismos relacionados à hipertrofia e força muscular. Dentre os diversos genes polimórficos relacionados ao tema estão a miostatina e o gene α -actinina-3 (ACTN3).

Objetivo: Avaliar a modulação do gene da miostatina na hipertrofia muscular esquelética e do gene ACTN3 na regulação dos níveis de força.

Métodos: Estudo de revisão integrativa no qual foram pesquisados artigos que tivessem avaliado a modulação genética da hipertrofia muscular esquelética e da força. Fizeram parte desta investigação estudos originais e de revisão, publicados em português, inglês e espanhol, entre os anos de 1995 a 2017, selecionados nas bases de dados SciELO e Pubmed, utilizando-se três conjuntos de intersecção de termos de busca bibliográfica em português: a) “miostatina” e “hipertrofia muscular esquelética” e/ou “genética”; e b) “exercício físico” ou “treinamento aeróbico” ou “treinamento de força” ou “rendimento esportivo” e “ACTN3” e/ou “força muscular” e/ou “genética”. Em inglês: a) “myostatin” and “skeletal muscle hypertrophy” and/or “genetics”; and b) “physical exercise” and “aerobic training”, “strength training, sports performance” and “ACTN3” “muscular strength” and/or “genetic”. E em espanhol: “miostatina” y “hipertrofia muscular esquelética” y/o “genética”; y b) “ejercicio físico” o “entrenamiento aeróbico” o “entrenamiento de fuerza” o “rendimiento desportivo” y “ACTN3” o “fuerza muscular” y/o “genética”.

Resultados e Discussão: Os estudos apontaram: a) associação do genótipo RR577 do ACTN3 com a força e o tamanho da área de secção transversa do músculo esquelético; b) correlação do alelo R com fibras glicolíticas de contração rápida e níveis médios de testosterona significativamente mais elevados; e c) o polimorfismo do ACTN3 está relacionado ao treinamento de alta intensidade. As evidências apontaram que a miostatina atua na inibição da hipertrofia muscular esquelética, e também pode ser modulada geneticamente pelo exercício físico.

Pontos-Chave Destaque

- O genótipo RR577 do ACTN3 está associado com a força e com o tamanho da área de secção transversa do músculo esquelético.

- Há correlação do alelo R com fibras glicolíticas de contração rápida e níveis médios de testosterona significativamente mais elevados.

- A miostatina atua na inibição da hipertrofia muscular esquelética, e também pode ser modulada geneticamente pelo exercício físico.

⁵ Autor correspondente: Antonio Carlos Leal Cortez – e-mail: antoniocarloscortez@hotmail.com.

Afiliações: ¹Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – UCB; ²Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA; ³Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Enfermagem e Biociências (PPgEnfBio) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); ⁴Academia Brasileira de Treinadores do Comitê Olímpico Brasileiro (COB),RJ.

Conclusão: A literatura aponta evidências de que o polimorfismo do ACNT3 está relacionado com o treinamento de alta intensidade, ressaltando que, segundo os resultados dos estudos, houve correlação do alelo R, com fibras glicolíticas de contração rápida e com os níveis de testosterona significativamente mais elevados. Sendo assim, o gene ACTN3 está correlacionado com o desenvolvimento da força muscular e a folistatina, proteína antagonista da miostatina, está associada ao aumento da massa muscular.

Palavras-chave: hipertrofia, força muscular, miostatina, polimorfismo.

Abstract

Introduction: The analysis of several genetic factors, especially those related to DNA polymorphisms, has been investigated in the search for a better understanding of the mechanisms related to hypertrophy and muscle strength. Among the several polymorphic genes related to the subject are myostatin and ACTN3.

Objective: To evaluate the modulation of the myostatin gene in skeletal muscle hypertrophy and the ACTN3 gene in the regulation of strength levels.

Methods: An integrative review study in which articles were searched that assessed the genetic modulation of skeletal muscle hypertrophy and strength. Original and review studies, published in Portuguese, English and Spanish, between 1995 and 2017, selected in the SciELO and PubMed databases, were carried out using three sets of intersection of bibliographic search: In English: a) “myostatin” and “skeletal muscle hypertrophy” and/or genetics; and b) “physical exercise” and “aerobic training”, strength training, sports performance) and “ACTN3” “muscular strength” and/or “genetic”. In Portuguese: a) “miostatina” e “hipertrofia muscular esquelética” e/ou “genética”; e b) “exercício físico” ou “treinamento aeróbico” ou “treinamento de força” ou “rendimento esportivo” e “ACTN3” e/ou “força muscular” e/ou genética. And in Spanish: “miostatina” y “hipertrofia muscular esquelética” y/o genética; y b) “ejercicio físico” o “entrenamiento aeróbico” o “entrenamiento de fuerza” o “rendimiento desportivo” y “ACTN3” o “fuerza muscular” y/o genética”.

Results and Discussion: Studies indicated: a) association of RR577 genotype of ACTN3 with the strength and size of the cross-sectional area of skeletal muscle; b) correlation of the R allele with fast contracting glycolytic fibers and significantly higher mean levels of testosterone; and, c) ACTN3 polymorphism is related to high intensity training. Evidence has pointed out that myostatin acts on inhibition of skeletal muscle hypertrophy, as well as being genetically modulated by physical exercise.

Conclusion: The literature showed evidence that the ACNT3 polymorphism is related to the high intensity training, emphasizing that according to the results of the studies, there was a correlation of the R allele with fast contracting glycolytic fibers and with testosterone levels higher. Thus, the ACTN3 gene is correlated with the development of muscle strength and follistatin, an antagonistic protein of myostatin, is associated with increased muscle mass. *Keywords:* hypertrophy, muscle strength, myostatin, polymorphism.

Palavras-chave: hypertrophy, muscle strength, myostatin, polymorphism.

Keypoints

- RR577 genotype of ACTN3 is associated with the strength and size of the cross-sectional area of skeletal muscle.
- There is correlation of the R allele with fast contracting glycolytic fibers and significantly higher mean levels of testosterone.
- Myostatin acts on the inhibition of skeletal muscle hypertrophy, and can also be genetically modulated by physical exercise.

Modulação genética da miostatina e do gene ACTN3 em hipertrofia e força muscular: uma revisão Integrativa

Introdução

Na atualidade, é crescente o número de pessoas que procuram as academias de

ginástica em busca de resultados no que se diz respeito ao aumento de massa muscular esquelética, ou seja, resultados

hipertrofos(1). O treinamento físico pode promover a hipertrofia do músculo esquelético e aumentar a sua capacidade de gerar força(2). Todavia, os termos hipertrofia e força muitas vezes são utilizados como sinônimos quando, na verdade, tratam-se de termos fisiologicamente distintos(3). A hipertrofia muscular esquelética, refere-se ao aumento da área de secção transversa do músculo esquelético, a partir da biossíntese de novas estruturas envolvidas na contração muscular, sendo uma das principais adaptações geradas no músculo em decorrência do treinamento físico(4,5). De acordo com Fernandes et al.(6) o músculo esquelético responde a estímulos fisiológicos como o exercício físico, remodelando-se para se adaptar às novas demandas impostas por esse estímulo. Esta adaptação é feita por estímulos extracelulares, que chegam à membrana celular e interagem com receptores, ativando assim, vias de sinalização intracelular, as quais resultam em alterações na transcrição gênica e síntese proteica e conseqüentemente promovem o remodelamento da musculatura, ou seja, a hipertrofia muscular, que pode gerar novos níveis de força(2).

As evidências apontam que a hipertrofia muscular, parece estar associada às modulações do gene da miostatina(6), membro da superfamília das proteínas morfogenéticas ósseas (BMP), é considerada um fator de crescimento transformador- B (TGF-B), também conhecido como fator-8 de crescimento e diferenciação (GDF-8)(7). A miostatina é um importante regulador negativo do desenvolvimento do músculo esquelético. Essa proteína possui um agente antagônico denominado follistatina, que é expressa em diferentes tecidos e atua como um antagonista de diferentes membros da família TGF-B (*transforming growth factor beta*: fator de crescimento transformador beta é uma citocina multifuncional da família do fator de crescimento transformador, que inclui quatro isoformas diferentes e muitas outras proteínas de sinalização produzidas por todas as linhagens de glóbulos brancos(6). Amthor et al.(8) sugeriram haver uma grande afinidade e interação da follistatina com o aumento da massa muscular.

Com relação à força, a literatura tem relacionado essa capacidade física ao gene α -actinina-3, ou simplesmente ACTN3, que é uma proteína presente nas fibras musculares esqueléticas tipo II, responsáveis pela contração rápida e desenvolvimento da força muscular(9). No entanto, faz-se importante a realização dessa revisão sistemática, uma vez que são poucos os trabalhos que explicam, de forma conjunta, os mecanismos que modulam a ação genética da proteína miostatina no desenvolvimento da hipertrofia muscular e da proteína do ACTN-3 no desenvolvimento da força muscular.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a modulação do gene da miostatina na hipertrofia muscular esquelética e do gene ACTN3 na regulação dos níveis de força.

Métodos

Desenho de estudo e seleção de artigos

Estudo de revisão do tipo integrativa, cujos critérios de elegibilidade foram: estudos originais, do tipo ensaio clínico (aleatorizados ou não, controlados ou não) que fossem correlacionados a hipertrofia e força muscular. Os critérios de inclusão foram: 1) Que contivessem os termos de busca: em português: a) “*miostatina*” e “*hipertrofia muscular esquelética*” e/ou “*genética*”; e b) “*exercício físico*” ou “*treinamento aeróbico*” ou “*treinamento de força*” ou “*rendimento esportivo*” e “*ACTN3*” e/ou “*força muscular*” e/ou *genética*. Em inglês: a) “*myostatin*” and “*skeletal muscle hypertrophy*” and/or *genetics*; and b) “*physical exercise*” and “*aerobic training*”, *strength training*, *sports performance*) and “*ACTN3*” “*muscular strength*” and/or “*genetic*”. E em espanhol: “*miostatina*” y “*hipertrofia muscular esquelética*” y/o *genética*; y b) “*ejercicio físico*” o “*entrenamiento aeróbico*” o “*entrenamiento de fuerza*” o “*rendimiento deportivo*”) y “*ACTN3*” o “*fuerza muscular*” y/o *genética*” e 2) Que tivessem sido publicados entre os anos 1995 a 2017. Os critérios de exclusão foram: 1) Estudos de revisão; e 2) Estudos que relatassem sobre trabalho de hipertrofia e/ou de força e que examinassem outros genes que não foram objeto desta pesquisa.

Primeiramente procedeu-se a uma triagem dos artigos com a leitura do título e resumo (quando disponíveis), e uma etapa de confirmação, pela leitura completa dos artigos. Os estudos de revisão foram utilizados para o desenvolvimento das análises dos resultados e discussão.

Resultados e Discussão

Depois de executada a estratégia de busca, foram encontrados 61 artigos, dos quais, foram extraídas informações necessárias, de acordo com o objetivo desta revisão. Quarenta e um destes foram excluídos por serem estudos de revisão. Portanto, fizeram parte desta revisão 20 artigos de estudos originais.

O número de indivíduos, em cada estudo realizado com seres humanos, variou de 10 a 1456 pessoas, com idade entre 7 e 40 anos, com predominância do gênero masculino. Dentre os estudos selecionados, desenho mais utilizado foi o observacional (83,3%). A Tabela 1 apresenta os estudos resultados segundo a produção do gene ACTN3 relacionados ao exercício, sendo todos experimentais, com seres humanos. Os estudos examinaram amostras compostas por atletas de elite e indivíduos não treinados, objetivando analisar a relação entre exercício físico e a modulação do gene ACTN3, na hipertrofia e força muscular. Os métodos mais frequentemente utilizados foram: genotipagem (amostras de sangue, saliva e biópsia muscular); testes de explosão; e testes de 1 repetição máxima (1RM). Observa-se associação do genótipo ACTN3 com força, e com tamanho da área de secção transversa do músculo(10), com aumento na quantidade de novas unidades motoras contráteis, em decorrência da hipertrofia muscular.

As evidências, apontaram que indivíduos com genótipos RR ou RX, portadores do alelo R produzem ACTN3, que possui ação específica na produção fibras glicolíticas de contração rápida (Tipo II). Portanto, estes indivíduos apresentam maior volume muscular e de força, ao contrário dos portadores do alelo X (homozigotos XX) que, devido à ausência da isoforma 3 não produzem ACTN3(11), mas produzem ACTN2, que está presente no polimorfismo ACTN3(11–13). Assim, pode-se inferir o tipo de fibra, através da diferenciação

quanto aos tipos de genótipos, em função de ausência ou presença de ACTN3. Em resumo, indivíduos homozigotos XX, parecem não apresentar características de força de contração rápida em sua composição genética, ao contrário de indivíduos portadores do alelo R, presente em fibras do tipo II(13).

Ahmetov et al.(14) concluíram que o nível hormonal de testosterona, em um indivíduo, pode ser explicado pelo genótipo ACTN3. Os autores ressaltaram, ainda, que as médias dos níveis de testosterona são significativamente mais elevadas em indivíduos portadores do alelo R e do polimorfismo ACTN3, sendo que o efeito anabólico desse hormônio pode sobrepôr os ganhos de força e potência muscular, resultando na presença de ACTN3 na estrutura muscular.

Segundo Gentil et al.(15) o polimorfismo ACTN3, não tem influência no aumento dos níveis de força muscular, em resposta ao treinamento físico realizado em curto prazo e com baixa intensidade. No entanto, Hogarth et al.(16) sugeriram que a deficiência e/ou supressão do gene ACTN3 diminui a força e o desempenho muscular. Face à controvérsia, esses resultados, devem ser confirmados por outros estudos experimentais que utilizem protocolos de treinamento com maior volume e/ ou intensidade em estágios de duração mais longos.

Em síntese, os estudos relacionados a produção do gene ACTN3 e exercício físico apontaram: a) Associação do genótipo RR577 do ACTN3 com a força e o tamanho da área de secção transversa do músculo esquelético; b) Correlação do alelo R com fibras glicolíticas de contração rápida e níveis médios de testosterona significativamente mais elevados; e, c) A gênese (aumento) do polimorfismo do ACTN3 está relacionada ao treinamento de alta intensidade.

Para a análise da miostatina foram incluídos 08 artigos originais, com pesquisas experimentais, objetivando analisar a relação entre exercício físico e a modulação do gene miostatina em casos específicos (Tabela 2). Dos 08 estudos, cinco foram realizados em modelo animal (ratos); dois em modelo humano homens e um com modelo duplo (homens e ratos). Os métodos mais utilizados foram: genotipagem (amostras de sangue,

Tabela 1 – Caracterização dos estudos selecionados de acordo com o autor, ano de publicação, banco de dados, amostra, objetivo, procedimentos metodológicos e resultados segundo a produção do gene ACTN3 e exercício físico

Autor	Amostra	Objetivo	Desenho de estudo e Métodos	Resultados
Clarkson <i>et al.</i> (10)	N= 355 mulheres N= 247 homens	Identificar polimorfismos de nucleotídeo único nonsynonymous com efeitos funcionais sobre a massa e força muscular em seres humanos.	Experimental. Doze semanas de treinamento de exercício de resistência progressiva (Contração voluntária Máxima e 1RM). Banco e medidor de tensão/ Ressonância magnética/ Avaliação antropométrica/ Genotipagem (amostra de sangue).	Existência de associações genéticas do genótipo ACTN3 com força e tamanho muscular.
Vicente <i>et al.</i> (13)	N=90 homens	Quantificar a associação entre a distribuição de tipo de fibra muscular e polimorfismo.	Observacional. RT-PCR / Medidas Antropométricas / Dinamômetro/ Tradutor de torque calibrado (aplicado em esforços submáximos) / Biópsia do vasto lateral direito/ Amostras de sangue.	Os resultados mostram um efeito aditivo de cada alelo R para aumentar a potência em homens, bem como um possível papel do gene ACTN3 em associado tipo de fibra IIb e a ausência na Fibra tipo I.
Norman <i>et al.</i> (12)	N= 61 homens N= 89 mulheres	Avaliar o impacto do gene ACTN3 sobre a força muscular.	Observacional. Teste de Wingate (em cicloergômetro) / teste de fadiga dinâmica e concêntrica máxima/ extensão de joelhos em diferentes velocidades angulares. Avaliação de dobras cutâneas / Genotipagem (Biópsia do vasto lateral e amostras de sangue)	Genótipos RR apresentam maior massa corporal.

Nonsynonymous (mutação de nucleotídeo que altera a sequência de aminoácidos de uma proteína); **ACTN3** (proteína de ligação cruzada de F-actina); *RTPCR* (é uma reação da transcriptase reversa, seguida de reação em cadeia da polimerase); *genótipos RR, RX e XX* (expressões funcionais das formas da proteína α -actinina-3); *Genotipagem* (é o processo pelo qual identificamos pequenas regiões do DNA denominadas marcadores, que variam de indivíduo para indivíduo); *ACTN3 R577X* (expressão da proteína α -actinina-3 que contribui para a construção do componente contrátil em fibras de contração rápida que compõem o poder do músculo esquelético); **alelo R** (responsável pela produção de α - actinina 3); **homozigotos XX**(alelos genéticos idênticos, com genótipo mutante *XX* deriva da proteína não funcional, porém essa deficiência não resulta em patologia nem compromete a função muscular); **gene 577XX** (preditor do fenótipo de α -actinina-3 deficiente); **gene 577RR** (produz normalmente α -actinina-3

Continua

Autor	Amostra	Objetivo	Desenho de estudo e Métodos	Resultados
Ruiz <i>et al.</i> (23)	N=243 homens e 91 mulheres (grupo controle) N=31 homens e 35 mulheres (atletas)	Examinar a associação do polimorfismo ACTN3 R577X com a potência muscular “explosiva”.	Observacional. Avaliação do agachamento e saltar contra-movimento / Teste usando uma plataforma de sincronismo. Extração ADN genômico / Genotipagem (amostra de sangue)	Não encontraram uma associação entre o polimorfismo ACTN3 R577X e o voleibol.
Gentil <i>et al.</i> (15)	N=141 homens	Investigar a associação do polimorfismo R577X com as respostas ao treinamento de resistência em homens jovens.	Experimental. 11 semanas de treinamento / 1 RM supino e extensão de joelho / pico de torque concêntrico / Treinamento de resistência = 2 séries de 8-12 repetições de cinco exercícios. Genotipagem foi realizada utilizando a enzima de restrição Ddel.	O polimorfismo ACTN3 não influenciou no aumento dos níveis de força muscular em resposta ao treinamento físico realizado em curto prazo e de baixa resistência.
Montenegro <i>et al.</i> (24)	N=111 meninos (7-12 anos de idade)	Comparar o desempenho anaeróbico conforme as configurações genéticas RR, RX e XX da proteína ACTN3 em crianças.	Observacional. Teste de corrida de 40 metros para a medida da potência muscular e o índice de fadiga/ Amostra da saliva (serviu para a extração do DNA e identificação do polimorfismo do ACTN3).	Não reportou diferenças significativas da potência anaeróbica e de índice de fadiga entre os grupos de crianças com configuração genética RR, RX e XX do ACTN3.
Norman <i>et al.</i> (25)	N=143 atletas de ambos os sexos	Investigar a composição muscular e modulação do desempenho humano pelo genótipo ACTN3.	Observacional. Sprint de 30s / ciclismo, corrida, ginástica/ exercícios de resistência/Genotipagem (Biópsia do vasto lateral) / Análise de glicose	O genótipo ACTN3 modula a resposta ao exercício.

Continua

Autor	Amostra	Objetivo	Desenho de estudo e Métodos	Resultados
Erskine <i>et al.</i> (11)	N=51 homens	Investigar as associações entre polimorfismos da angiotensina-enzima de conversão (ACE), a-actinina-3 (ACTN3), e músculo esquelético, fenótipos e as respostas ao treinamento resistido (TR)	Observacional. Força isométrica máxima de tendão patelar/ volume muscular do quadríceps femoral/ Extensão unilateral de joelho/ 1 RM/Genotipagem (Amostras de sangue e saliva)	Portadores do alelo R ACTN3 tinha maior volume muscular, 1RM e VO ₂ máx que homozigotos XX.
Ahmetov <i>et al.</i> (14)	N=119 Homens N=90 Mulheres	investigar a associação do gene ACTN3 polimorfismo R577X com os níveis de testosterona em atletas.	Observacional. Homens = Esqui alpino, Beisebol, esqui, canoagem, voleibol. Mulheres = Esqui alpino, Patinagem artística, patinação velocidade e voleibol. Kit de Proba-GS/ Genotipagem / Discriminação alélica / soro dos atletas (análise da testosterona)	Os níveis médios de testosterona são mais elevados em indivíduos portadores do alelo R ACTN3 do que em homozigotos XX.
Eynon <i>et al.</i> (34)	N=1456: (888 atletas e 568 grupo controle)	Determinar a associação de ACTN3 com atletas de elite e equipes de esporte em três coortes de atletas europeus de equipe de desporto.	Observacional. Genotipagem (amostra de saliva e de sangue periférico)	Atletas de força são mais propensos a ter o genótipo 577RR (em oposição ao 577XX).
João <i>et al.</i> (35)	N=73 ginastas (N=37 Homens N=36 Mulheres)	Analisar a frequência do genótipo e do alelo de uma actinina 3 (ACTN3) e enzima conversora da angiotensina (ACE) em um grupo de ginastas.	Observacional. Amostra de saliva (Recolhida utilizando um cotonete de algodão estéril)	Encontrou-se a prevalência ACTN3 RX e maior frequência de ocorrência alelo R.
Zaken <i>et al.</i> (36)	N=137 corredores N= 91 nadadores N=217 controles Todos os participantes do sexo masculino.	Comparar Genótipos e alelos polimorfismo ACTN3 R577X entre os corredores e nadadores especializados em diferentes distâncias.	Observacional. Corredores (dois grupos= um de longa distância outro de curta distância) e nadadores (dois grupos= um de longa distância outro de curta distância). Genotipagem (amostras de sangue)	Nos corredores de curta distância encontrou-se menor frequência do genótipo XX e maior frequência do genótipo RR.

Tabela 2 – Caracterização dos estudos relacionados segundo amostra, objetivo, procedimentos metodológicos e resultados segundo a produção do gene miostatina e exercício físico.

Autor	Amostra	Objetivo	Desenho de estudo e Métodos	Resultados
Hittel et al.(26)	N=10 homens N=16 ratos Modelo combinado.	Investigar a relação de miostatina e resistência à insulina.	Treinamento aeróbico leve a moderado em homens e exercício aeróbico em ratos. IVGTT (Teste para determinar a sensibilidade da insulina / Amostra de sangue / Biópsia muscular.	Os autores identificaram que os níveis de miostatina muscular podem ser regulados pelo treinamento aeróbico.
Matsakas et al.(27)	N=10 ratos Modelo animal.	Analisar o efeito de dois sistemas de exercícios baseados em resistência seja um treinamento de mergulho forçado de alto impacto ou roda voluntária de intensidade moderada que corre sobre as propriedades adaptativas do músculo tibial anterior e plantar de ratos MSTN.	Divisão de três grupos: 1 - de natação; 2 - em uma roda de corrida e 3 - grupo controle. Coleta de sangue / dissecação dos animais / Imunohistoquímica e histologia.	O treinamento resistido modula a miostatina.
Laurentino et al.(28)	N=29 homens	Determinar se as respostas semelhantes de força e hipertrofia muscular observados após exercício de resistência tanto de baixa quanto de alta intensidade estão associadas a mudanças semelhantes em mRNA mensageiro de expressão de genes selecionados envolvidos da miostatina.	Três grupos: Baixa intensidade N= 10 / Baixa intensidade associada com restrição moderada do fluxo sanguíneo N = 10 e alta intensidade N=9 / Força máxima dinâmica (1 RM) extensão do joelho.	Os exercícios de baixa intensidade associados com moderada restrição do fluxo sanguíneo foi capaz de induzir ganhos em 1RM semelhantes aos observados após exercícios de alta intensidade. Estas respostas podem ser relacionadas com a redução concomitante na miostatina e aumento em isoformas folistatina, expressão do gene mRNA.

Continua

Autor	Amostra	Objetivo	Desenho de estudo e Métodos	Resultados
Ko et al.(29)	N=20 (ratos de 5 meses) N=20 (ratos de 24 meses) Modelo animal.	Investigar o possível efeito anti- envelhecimento do exercício aeróbico sobre músculo esquelético.	Teste de carga de peso (os ratos sendo forçados a correr na esteira motorizada durante 30 min) / Hematoxilina / eosina / Polimerase de transição de ARNm de miostatina / Western blot de miostatina / Imunohistoquímica de 5-bromo-2-desoxiuridina reversa.	Exercício em esteira melhora a massa muscular e força através da supressão de mRNA miostatina.
Paoli et al.(19)	N=18 homens	Investigar a influência de dois meses de Treinamento resistido e as dietas com diferentes teores de proteína no plasma da miostatina.	Participantes ativos (que praticavam de 5 a 6 horas semanais de desportos de equipe). Amostra de sangue / Dinamômetro para prensão / dobras cutâneas/ Perimetria / balança eletrônica / Ressonância magnética / Avaliação nutricional	Os níveis plasmáticos de miostatina e IGF-1 correlacionados aumentaram significativamente no grupo HP (de alta proteína).
Latres et al.(21)	N=324 camundongos Modelo animal.	Relacionar a inativação da miostatina com o tratamento de doenças de emaciação muscular.	Exercício em esteira. Ressonância plasmática.	Com o uso do anticorpo REGN1033 humano gerado para agir como antagonista da miostatina, foi possível concluir que a massa muscular e função em ratos jovens e idosos foram reforçados, e teve efeitos benéficos em modelos de atrofia muscular esquelética.

Continua

Autor	Amostra	Objetivo	Desenho de estudo e Métodos	Resultados
Bassi et al.(20)	N= 24 ratos Modelo animal.	Analisar o efeito do exercício sobre o padrão de miostatina muscular e expressão da proteína em duas desordens metabólicas importantes, isto é, obesidade e diabetes.	Aferição de Glicemia (Glicocímetro portátil). Animais e comida pesados diariamente / amostra de sangue / natação em barris de plástico / dissecação do músculo gastrocnêmio.	Os resultados demonstraram que o exercício pode modular a expressão aumentada de miostatina no músculo de ratos diabéticos e sugere que a miostatina pode participar na homeostase energética. Foi observado o aumento de massa muscular pela inibição da miostatina.
Minderis et al.(30)	N=32 camundongos Modelo animal.	Investigar se a disfunção da miostatina promoveria o ganho de massa muscular e de pico de força isométrica do músculo sóleo em resposta a sobrecarga funcional.	Sobrecarga funcional do músculo sóleo.	Disfunção da miostatina.

imunohistoquímica e dissecação dos animais) e exercícios de corrida e natação. Os estudos mostraram que a expressão da miostatina é regulada em situações nas quais são evidenciadas alterações na massa muscular(17–21). O papel de inibidor do crescimento muscular exercido pela miostatina, foi comprovado somente no final da década de 90(7), mais especificadamente, em 1997, quando foi demonstrado que mutações no gene que codifica esta proteína, foram capazes de promover um ganho extraordinário de massa muscular em bovinos, o que posteriormente, também, foi observado em cães da raça Whippet(22). É robusto o corpo de evidências que apontam que tanto exercícios aeróbicos quanto exercício resistidos parecem melhorar a massa muscular e a força, através da supressão de mRNA miostatina, pois, o exercício pode modular a expressão aumentada de miostatina no músculo e da isoforma da folistatina, esta última, proteína capaz de modular a hipertrofia do músculo esquelético, através da inibição do GDF-8 (Miostatina)(20,23,28,29).

Algumas patologias que promovem intenso catabolismo, como câncer e AIDS, estão positivamente relacionadas ao aumento na

expressão de miostatina. Entretanto, o treinamento de força exerce uma modulação genética sobre a expressão e/ou atividade da miostatina, promovendo a hipertrofia do músculo esquelético. Sendo assim podemos destacar que a miostatina, pode influenciar a atividade da folistatina, modulando a hipertrofia, evitando a perda de massa muscular nesses grupos(27,31).

A associação encontrada, em alguns estudos, do ACTN3 com a miostatina, destaca a interdependência da força com o aumento da área de secção transversa do músculo, ou seja, o aumento na quantidade de fibras contráteis está associado à quantidade de força gerada pelo indivíduo. Outro achado importante foi que há determinação do tipo de fibra muscular relacionada ao tipo de genótipo, em função da ausência ou presença do ACTN3.

Pontos fortes e limitações do estudo

Um ponto forte do estudo foi que o tema genética relacionada ao exercício e os benefícios para a saúde ainda se trata de tema relativamente novo, sendo que foi possível serem identificadas controvérsias na literatura. Dessa forma, ficou ressaltada a contribuição do presente estudo para o conhecimento.

Uma limitação do estudo foi que a realização de uma metanálise poderia identificar a dose-resposta de exercícios em relação ao ACTN3 e à miostatina, todavia, observou-se que são escassos os estudos experimentais que tenham examinado esses genes em relação a força e hipertrofia. Além disso, dentre os poucos estudos identificados, são ainda mais raros os realizados em modelo humano, principalmente os relacionados à miostatina, cuja maioria foi realizada em modelo animal.

Conclusão

Alguns estudos demonstraram associação do ACTN3 com a miostatina, destacando a interdependência da força com o aumento da área de secção transversa do músculo, ou seja, o aumento na quantidade de fibras contráteis está associado à quantidade de força gerada pelo indivíduo. Assim, observou-se que a determinação do tipo de fibra muscular, devido a diferenciação quanto ao tipo de genótipo em função da ausência ou presença do ACTN3. Nesse sentido, identificou-se que o genótipo RR577 do ACTN3 está associado com a força e com o tamanho da área de secção transversa do músculo esquelético.

A literatura também exibiu evidências de que o polimorfismo do ACTN3 se relaciona ao treinamento resistido de alta intensidade. Entretanto, parece haver controvérsia quanto à influência do polimorfismo ACTN3 no aumento dos níveis de força muscular, em resposta ao treinamento físico realizado em curto prazo e com baixa intensidade. Assim, outros estudos experimentais que utilizem protocolos de treinamento com maior volume e/ ou intensidade em estágios de duração mais longos devem ser conduzidos para esclarecer estas questões.

Além disso, entre os estudos que participaram desta revisão, houve consistência na correlação do alelo R com as fibras glicolíticas de contração rápida e com os níveis de testosterona significativamente mais elevados.

Quanto à miostatina, esta proteína parece ter o papel de inibidor no crescimento muscular e tanto exercícios aeróbios quanto exercícios resistidos parecem melhorar a massa muscular e a força através da supressão de mRNA

miostatina e da expressão aumentada de folistatina, proteína antagonista da miostatina.

Pode-se concluir, que o gene ACTN3 está correlacionado com o desenvolvimento da força muscular e a folistatina, proteína antagonista da miostatina, está associada ao aumento da massa muscular. No entanto, sugere-se que outros estudos sejam realizados para que a temática seja melhor esclarecida.

Declaração de conflito de interesses

O estudo não possui nenhum conflito de interesses.

Declaração de financiamento

Financiamento próprio.

Referências

1. Ravagnani FC de P, Júnior ATDC, Werk R de, Coelho C de F. Composição corporal e objetivos na procura de atividades físicas supervisionadas entre iniciantes em programa de exercícios físicos em academia de Botucatu-SP. *Fitness & Performance Journal*. 2007;6(3): 147–151.
2. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2009;41(3): 687–708. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
3. Arruda DP de, Assumpção C de O, Urtado CB, Dorta LN de O, Rosa MRR, Zabaglia R, et al. Relação entre treinamento de força e redução do peso corporal. *RBPFE - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. [Online] 2012;4(24). Available from: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/291> [Accessed: 7th March 2018]
4. Glass DJ. Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. [Online] 2005;37(10): 1974–1984. Available from: doi:10.1016/j.biocel.2005.04.018

5. Goldspink G. Gene expression in muscle in response to exercise. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*. 2003;24(2–3): 121–126.
6. Fernandes T, Soci UPR, Alves CR, Carmo EC do, Barros JG, Oliveira EM de. Determinantes moleculares da hipertrofia do músculo esquelético mediados pelo treinamento físico: estudo de vias de sinalização. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. [Online] 2009;7(1). Available from: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/1238> [Accessed: 7th March 2018]
7. McPherron AC, Lee SJ. Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1997;94(23): 12457–12461.
8. Amthor H, Connolly D, Patel K, Brand-Saberi B, Wilkinson DG, Cooke J, et al. The expression and regulation of follistatin and a follistatin-like gene during avian somite compartmentalization and myogenesis. *Developmental Biology*. [Online] 1996;178(2): 343–362. Available from: doi:10.1006/dbio.1996.0223
9. Pasqua LA, Artioli GG, Pires O, De F, Bertuzzi R. ACTN3 gene and sports performance: a candidate gene to success in short and long duration events. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. [Online] 2011;13(6): 477–483. Available from: doi:10.5007/1980-0037.2011v13n6p477
10. Clarkson PM, Devaney JM, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Hubal MJ, Urso M, et al. ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. [Online] 2005;99(1): 154–163. Available from: doi:10.1152/jappphysiol.01139.2004
11. Erskine RM, Williams AG, Jones DA, Stewart CE, Degens H. The individual and combined influence of ACE and ACTN3 genotypes on muscle phenotypes before and after strength training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. [Online] 2014;24(4): 642–648. Available from: doi:10.1111/sms.12055
12. Norman B, Esbjörnsson M, Rundqvist H, Osterlund T, von Walden F, Tesch PA. Strength, power, fiber types, and mRNA expression in trained men and women with different ACTN3 R577X genotypes. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. [Online] 2009;106(3): 959–965. Available from: doi:10.1152/jappphysiol.91435.2008
13. Vincent B, De Bock K, Ramaekers M, Van den Eede E, Van Leemputte M, Hespel P, et al. ACTN3 (R577X) genotype is associated with fiber type distribution. *Physiological Genomics*. [Online] 2007;32(1): 58–63. Available from: doi:10.1152/physiolgenomics.00173.2007
14. Ahmetov II, Donnikov AE, Trofimov DY. Actn3 genotype is associated with testosterone levels of athletes. *Biology of Sport*. [Online] 2014;31(2): 105–108. Available from: doi:10.5604/20831862.1096046
15. Gentil P, Pereira RW, Leite TKM, Bottaro M. ACTN3 R577X Polymorphism and Neuromuscular Response to Resistance Training. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2011;10(2): 393–399.
16. Hogarth MW, Houweling PJ, Thomas KC, Gordish-Dressman H, Bello L, Cooperative International Neuromuscular Research Group (CINRG), et al. Evidence for ACTN3 as a genetic modifier of Duchenne muscular dystrophy. *Nature Communications*. [Online] 2017;8: 14143. Available from: doi:10.1038/ncomms14143
17. Lee S-J. Regulation of muscle mass by myostatin. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. [Online] 2004;20: 61–86. Available from:

- doi:10.1146/annurev.cellbio.20.012103.135836
18. Patel K, Amthor H. The function of Myostatin and strategies of Myostatin blockade-new hope for therapies aimed at promoting growth of skeletal muscle. *Neuromuscular disorders: NMD*. [Online] 2005;15(2): 117–126. Available from: doi:10.1016/j.nmd.2004.10.018
 19. Paoli A, Pacelli QF, Neri M, Toniolo L, Cancellara P, Canato M, et al. Protein supplementation increases postexercise plasma myostatin concentration after 8 weeks of resistance training in young physically active subjects. *Journal of Medicinal Food*. [Online] 2015;18(1): 137–143. Available from: doi:10.1089/jmf.2014.0004
 20. Bassi D, Bueno P de G, Nonaka KO, Selistre-Araujo HS, Leal AM de O. Exercise alters myostatin protein expression in sedentary and exercised streptozotocin-diabetic rats. *Archives of Endocrinology and Metabolism*. [Online] 2015;59(2): 148–153. Available from: doi:10.1590/2359-3997000000028
 21. Latres E, Pangilinan J, Miloscio L, Bauerlein R, Na E, Potocky TB, et al. Myostatin blockade with a fully human monoclonal antibody induces muscle hypertrophy and reverses muscle atrophy in young and aged mice. *Skeletal Muscle*. [Online] 2015;5: 34. Available from: doi:10.1186/s13395-015-0060-8
 22. Mosher DS, Quignon P, Bustamante CD, Sutter NB, Mellersh CS, Parker HG, et al. A mutation in the myostatin gene increases muscle mass and enhances racing performance in heterozygote dogs. *PLoS genetics*. [Online] 2007;3(5): e79. Available from: doi:10.1371/journal.pgen.0030079
 23. Ruiz JR, Fernández del Valle M, Verde Z, Díez-Vega I, Santiago C, Yvert T, et al. ACTN3 R577X polymorphism does not influence explosive leg muscle power in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. [Online] 2011;21(6): e34-41. Available from: doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01134.x
 24. Montenegro RC, Paz CR, Montenegro Neto AN, Araújo Filho VS, Fernandes PR, Fernandes Filho J. Desempenho anaeróbico e ACTN3 em crianças. *Motricidade*. [Online] 2013;9(4): 47–53. Available from: doi:10.6063/motricidade.9(4).1135
 25. Norman B, Esbjörnsson M, Rundqvist H, Österlund T, Glenmark B, Jansson E. ACTN3 genotype and modulation of skeletal muscle response to exercise in human subjects. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. [Online] 2014;116(9): 1197–1203. Available from: doi:10.1152/jappphysiol.00557.2013
 26. Hittel DS, Axelson M, Sarna N, Shearer J, Huffman KM, Kraus WE. Myostatin decreases with aerobic exercise and associates with insulin resistance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2010;42(11): 2023–2029. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e3181e0b9a8
 27. Matsakas A, Mouisel E, Amthor H, Patel K. Myostatin knockout mice increase oxidative muscle phenotype as an adaptive response to exercise. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*. [Online] 2010;31(2): 111–125. Available from: doi:10.1007/s10974-010-9214-9
 28. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves M, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2012;44(3): 406–412. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e318233b4bc
 29. Ko IG, Jeong JW, Kim YH, Jee YS, Kim SE, Kim SH, et al. Aerobic exercise affects myostatin expression in aged rat skeletal muscles: a possibility of antiaging effects

of aerobic exercise related with pelvic floor muscle and urethral rhabdosphincter. *International Neurourology Journal*. [Online] 2014;18(2): 77–85. Available from: doi:10.5213/inj.2014.18.2.77

30. Minderis P, Kilikevicius A, Baltusnikas J, Alhindi Y, Venckunas T, Bungler L, et al. Myostatin dysfunction is associated with reduction in overload induced hypertrophy of soleus muscle in mice. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. [Online] 2016;26(8): 894–901. Available from: doi:10.1111/sms.12532
31. Zimmers TA, Davies MV, Koniaris LG, Haynes P, Esquela AF, Tomkinson KN, et al. Induction of cachexia in mice by systemically administered myostatin. *Science (New York, N.Y.)*. [Online] 2002;296(5572): 1486–1488. Available from: doi:10.1126/science.1069525



Revista de Educação Física

Journal of Physical Education

Home page: www.revistadeeducacaofisica.com



Revisão

Review

Síndrome de *overtraining* – sintomas e prevenção: uma revisão sistemática

Overtraining Syndrome – Symptoms and Prevention: a Systematic Review

Felipe Soares Alvarenga de Macedo¹; Lilian Cristina Xavier Martins^{§1, 2} PhD

Recebido em: 15 de fevereiro de 2018. Aceito em: 20 de março de 2018.
Publicado online em: 29 de março de 2018.

Resumo

Introdução: O treinamento pode ser definido como um processo de aumento na carga de trabalho físico e períodos de descanso. Se esses períodos não forem aplicados adequadamente, os atletas podem desenvolver síndrome de excesso de treinamento (*overtraining syndrome*: OTS).

Objetivo: Realizar uma revisão sistemática da literatura acerca da OTS, abordando os principais marcadores fisiológicos, os parâmetros psicológicos relacionados e identificar estratégias para a prevenção da síndrome.

Métodos: Este estudo foi do tipo revisão integrativa. A busca foi realizada na base de dados do PubMed (U.S. National Library of Medicine), que inclui MedLine e outras bases científicas, principal fonte de consulta científica na área das ciências da saúde. A linguagem utilizada foi o inglês e, para rastrear as publicações, foram utilizados os seguintes termos: “*overtraining*” and “*markers*”; “*overtraining*” and “*psychological symptoms*”; and “*overtraining*” and “*heart rate*”.

Resultados e Discussão: Observou-se que, de um lado, alguns pesquisadores utilizaram apenas marcadores fisiológicos para tentar diagnosticar OTS. E, por outro lado, outros cientistas incluíram no diagnóstico da OTS também os sintomas de estresse psicológico e têm buscado instrumentos preditores de OTS para preveni-la. Há necessidade de melhor definição dos termos e conceitos para favorecer a comparabilidade entre os estudos.

Conclusão: Sugere-se que os treinadores, incluam no planejamento e periodização do treinamento, avaliações dos marcadores bio-psico-fisiológicos em conjunto com os marcadores fisiológicos para identificar precocemente sintomas de fadiga aguda e de ultrapassagem dos limites físicos no treinamento (*overreaching*) buscando prevenir a OTS.

Palavras-chave: síndrome de excesso de treinamento, marcadores fisiológicos, sintomas psicológicos, atletas, psicofisiologia.

Abstract

Introduction: Training can be defined as a process of increasing physical workload and rest periods. If these periods are not applied properly, athletes may develop *overtraining syndrome* (OTS).

Objective: To carry out a systematic review of the OTS literature, addressing the main physiological markers, related psychological parameters and identifying strategies for the prevention of the syndrome.

Methods: This study was an integrative review. The search was conducted based on PubMed (U.S. National Library of Medicine), which includes MedLine and other scientific bases, the main source of scientific advice in the

Pontos-Chave Destaque

- Parâmetros de frequência cardíaca são os marcadores fisiológicos e mais aplicáveis no dia-a-dia do treinamento para controlar a aplicação de carga de treinamento.
- Parâmetros psicológicos são fundamentais para prevenir OTS.
- Nenhum marcador fisiológico ou parâmetro psicológico isoladamente é suficiente para prevenir OTS.

§ Autor correspondente: Lilian Martins – e-mail: liblusea@hotmail.com

Afiliações:¹Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), Brasil; ²Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército, Brasil.

area of health sciences. The language used was English and to track the publications the following terms were used: "overtraining" and "markers"; "overtraining" and "psychological symptoms"; and "overtraining" and "heart rate".

Results and Discussion: It was observed that, on the one hand, some researchers used only physiological markers to try to diagnose OTS. And, on the other hand, other scientists have included in the diagnosis of OTS also the symptoms of psychological stress and have sought predictive instruments of OTS to prevent it. There is a need for better definition of terms and concepts to favor comparability between studies.

Conclusion: It is suggested that coaches include in the planning and periodization of the training, evaluations of the bio-psycho-physiological markers together with the physiological markers to identify early symptoms of acute fatigue and overreaching) aiming to prevent OTS.

Keywords: overtraining, physiological markers, psychological symptoms, athletes, psychophysiology.

Keypoints

- Heart rate parameters are the most applicable physiological markers for day-to-day training for controlling training load.
- Psychological parameters are fundamental to prevent OTS.
- No single physiological marker or psychological parameter alone is sufficient to prevent OTS.

Síndrome de *overtraining* – sintomas e prevenção: uma revisão sistemática

Introdução

O desempenho esportivo é um tema de grande interesse tanto para cientistas quanto para o público em geral, sendo que sua maximização é o principal objetivo. O treinamento pode ser definido como um processo de aumento na carga de trabalho físico, causando um distúrbio na homeostase do corpo: o estresse físico, que leva à fadiga(1,2). Um programa de treinamento elaborado para atletas associa períodos de treinamento com intervalos de descanso. É essa associação entre aumento de carga de treinamento com períodos adequados de descanso que pode promover melhora no desempenho(3,4).

Nesse contexto, se a periodização no plano de treino não for projetada adequadamente, levando a um período de repouso insuficiente, os atletas podem desenvolver *overtraining syndrome* (OTS) (síndrome de excesso de treinamento) ou *overreaching* (extrapolar o limite físico)(5). OTS refere-se a uma acumulação de treinamento sem a recuperação necessária e esperada durante os períodos de descanso, resultando em menor desempenho. OTS é ocasionada pelo desequilíbrio entre a intensidade do treinamento e o descanso apropriado para a recuperação(3).

De acordo com a literatura, há sintomas declarados que, em conjunto, devem ser considerados para um possível diagnóstico da OTS. Observa-se declínio no desempenho em período de treinamento intenso (mesmo após um período de repouso de uma a duas semanas), acompanhado de uma fadiga clara e constante, capacidade reduzida para realizar exercícios e sensibilidade ou dor muscular em vários locais corporais(1,2). Além dos fatores físicos, o atleta pode exibir sintomas como: depressão, insônia, irritabilidade, agitação, ansiedade excessiva, falta de concentração, perda de apetite, necessidade constante de descanso e falta de motivação para qualquer atividade(1,2). Esta síndrome pode ser frequentemente observada em atletas que não possuem um planejamento de treinamento adequado, ou seja, o volume e intensidade da carga de trabalho nas sessões de treinamento são demasiadamente elevados e o atleta não dispõe de períodos, tempo ou condições de descanso ideais para que ocorra a recuperação. Pode ocorrer com ou sem sintomas de distúrbios de humor e, após um longo período de descanso, o risco de desenvolver OTS é maior quando se enfrenta uma sobrecarga no treinamento(2). Treinadores devem se preocupar em prevenir o surgimento da OTS, pois, sua duração pode se prolongar de

semanas a meses, até que a capacidade de desempenho do atleta seja restaurada(2).

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura acerca da OTS, abordando os principais marcadores fisiológicos, bem como os parâmetros psicológicos relacionados e identificar estratégias para a prevenção da síndrome, levantados em estudos recentes.

Métodos

Este estudo foi do tipo revisão integrativa. A busca foi realizada na base de dados do PubMed (*U.S. National Library of Medicine*), que inclui MedLine e outras bases científicas, principal fonte de consulta científica na área das ciências da saúde, metodologia amplamente utilizada na literatura(6). A linguagem utilizada foi o inglês e, para rastrear as publicações, foram utilizados os seguintes termos: “*overtraining*” and “*markers*”; “*overtraining*” and “*psychological symptoms*”; e “*overtraining*” and “*heart rate*”.

Os critérios de inclusão foram: 1) Estudos que descreveram sintomas físicos e psicológicos da OTS; e 2) Estudos de campo em atletas de qualquer modalidade esportiva que tivessem avaliado a intensidade do treinamento em relação aos marcadores físicos e/ou psicológicos da OTS. Os critérios de exclusão foram: 1) Estudos com data de publicação anterior a 2010; 2) Artigos em outro idioma que não o inglês ou o português; 3) Estudos em modelo animal; 4) Estudos experimentais relacionados com suplementação nutricional; 5) Estudos de revisão; e 6) Estudos que não apresentassem qualidade metodológica.

Foi utilizada a classificação das evidências considerada sob a hierarquia para questões sobre a eficácia de uma intervenção ou tratamento(7), segundo a qual, a posição mais alta indica maior força de evidência. A posição mais elevada é a revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados (ECR) - com ou sem meta-análise, seguidos em ordem por ECR, estudos de coorte, estudos de casos-controle, séries de casos, relatos de casos e opinião de especialistas.

O presente estudo de revisão seguiu o protocolo PRISMA(8), tendo sido registrado em PROSPERO(9).

Lista de abreviaturas

OTS – *overtraining syndrome: syndrome de excesso de treinamento*

ECR – *ensaios clínicos randomizados*

OR – *overreaching: ultrapassagem dos limites físicos e psicológicos do treinamento*

FOR – *estado de overreaching funcional*

NFOR – *estado de overreaching não-funcional*

FA – *fadiga aguda*

FC – *frequência cardíaca*

FC_{rest} – *FC de repouso*

FC_{máx} – *FC máxima*

FC_{res} – *FC de reserva*

FCR – *FC de recuperação*

BF/AF – *razão entre os componentes de baixa frequência (BF) e de alta frequência dos intervalos R-R dos batimentos cardíacos*

T/C – *razão entre testosterona e cortisol*

IgM – *imunoglobulina M*

IgA – *imunoglobulina A*

ACTH – *hormônio adrenocorticotrófico*

LDH – *enzima lactato desidrogenase*

CK – *creatina quinase*

AST – *aspartato aminotransferase*

ALT – *alanina aminotransferase*

GGT – *γ-glutamilttransferase*

IL-6 – *Interleucina 6*

VO_{2máx} – *volume máximo de consumo de oxigênio*

POMS – *Profile of Mood States: Perfil de estado de humor*

RESTQ-Sport ou RESTQ-S – *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: questionário sobre estresse e recuperação para atletas*

TQR – *Total Quality Recovery Scale: escala de qualidade total de recuperação*

DALDA – *Demands in Athletes Questionnaire – questionário de demandas em atletas*

A análise estatística foi descritiva. Os dados foram inseridos em uma planilha eletrônica MS Excel®.

Resultados e Discussão

Inicialmente, foram selecionados, nas bases de dados online do PubMed, aplicados os termos de busca, para “*overtraining*” and “*markers*”; “*overtraining*” and “*psychological symptoms*”; and “*overtraining*” and “*heart rate*” resultaram 33 estudos, para “*overtraining*” and “*psychological symptoms*”

resultaram 21 artigos e para “*overtraining*” and “*heart rate*” foram exibidos 34 artigos. Foram retirados os estudos repetidos e, após serem aplicados os critérios de exclusão, a quantidade de artigos selecionados foi de 25 artigos, conforme o diagrama de fluxo de busca e resultados dos artigos selecionados para integrar o estudo(8) apresentado na Figura 1 apresenta.

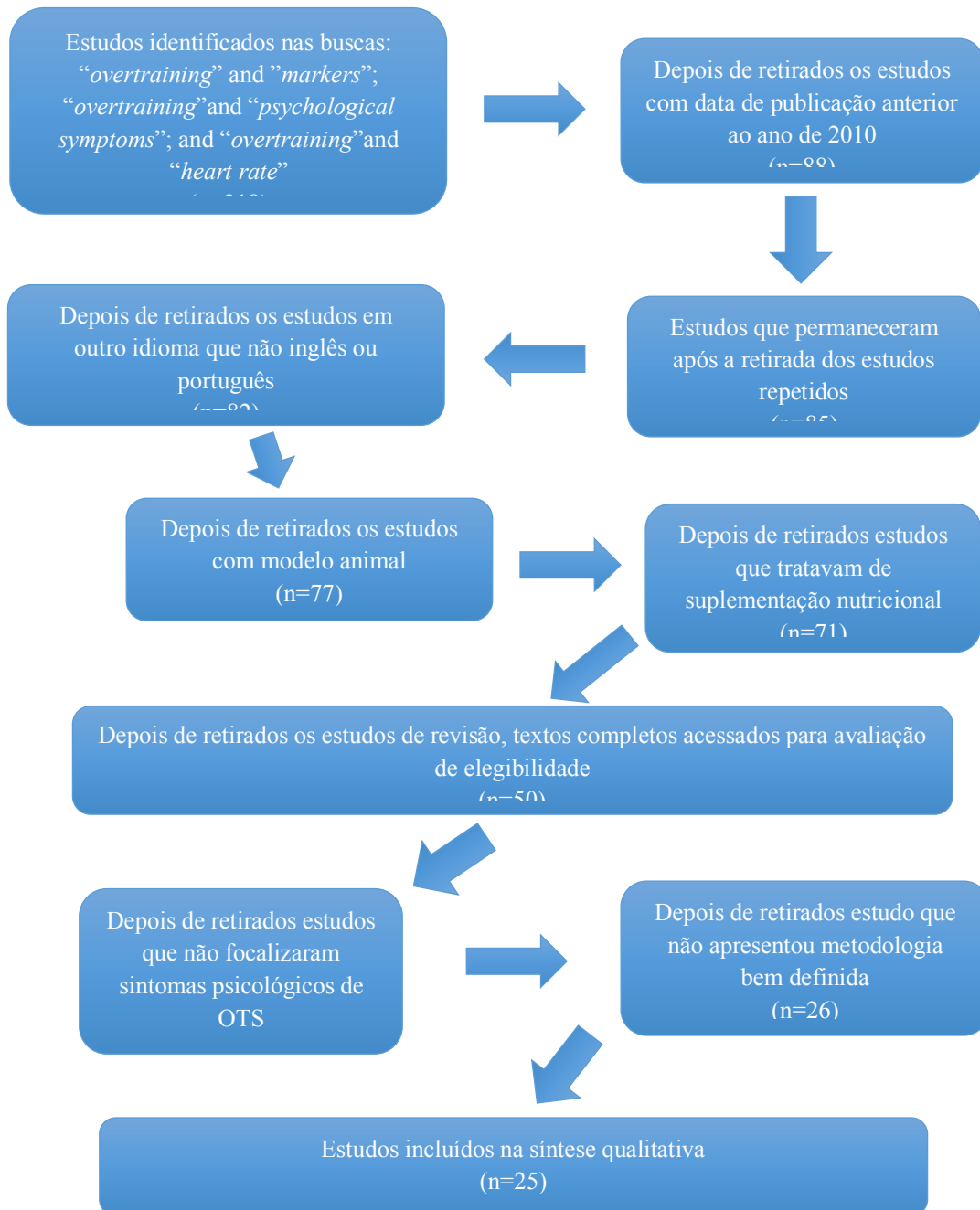


Figura 1 - Diagrama de fluxo da busca e resultados dos artigos selecionados para integrar o estudo conforme recomendação PRISMA(8).

Tabela 1 – Resultados da revisão sistemática da literatura sobre overtraining (N=25)

Autor	Ano	Marcadores Fisiológicos	Sintomas Psicológicos	N e Sexo	Tipo de Estudo	Tempo de Seguimento
Majumdar et al.(12)	2010	Testosterona, Cortisol	-	17 F	Observ.	11 semanas
Slivka et al.(13)	2010	Imunoglobulina A salivar (SIgA), Testosterona, Cortisol salivar, frequência cardíaca (FC)	Estado afetivo (POMS)	10 M	Exp.	21 dias
Meeuse et al.(14)	2010	Concentração de lactato sanguíneo, cortisol, hormônio adrenocorticotrópico (ACTH), prolactina e hormônio do crescimento	-	8 M / 2 F	Exp.	Seccional
Bresciani et al.(15)	2011	Hematócitos, Leucócitos, Concentração de hemoglobina, lactato, Cortisol salivar, Testosterona, lactato desidrogenase, Transaminases, Interleucina-6, fator de necrose tumoral- α , Mieloperoxidase, Marcadores de estresse oxidativo (plasma ou cortisol salivar)	Estado afetivo (POMS), RESTQ-Sport	9 M	Exp.	12 semanas
Tanskanen et al.(16)	2011	Volume máximo de oxigênio (VO ₂ máx), frequência cardíaca (FC)	Esforço percebido, sintomas somáticos, sentimento de cansaço físico e de sobrecarga psicológica	57 M	Observ.	8 semanas
Alaphilippe et al.(17)	2012	Creatina quinase (CK), Alanina aminotransferase (ALAT)	Sintomas de OTS (Questionário de OTS)	12 M	Observ.	9 meses

^aPara análise quanto à hierarquia das evidências; ^bDentre muitos outros parâmetros bioquímicos sanguíneos; ^cQuestionário para avaliação de *overtraining syndrome* (OTS: síndrome de excesso de treinamento) da Sociedade Francesa de Medicina Esportiva; **POMS**: *Profile of Mood States* (questionário do Perfil de Estado de Humor); **RESTQ-Sport**: *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* (Questionário sobre estresse e recuperação para atletas); **TQR**: *Total Quality Recovery Scale* (Escala de qualidade total de recuperação); **DALDA**: *Demands in Athletes Questionnaire* (Questionário de demandas em atletas); **TDS**: *Training Distress Scale*; e **ECSS/ACSM**: *European College of Sport Science* (ECSS) and the *American College of Sports Medicine* (ACMS)

Autor	Ano	Marcadores Fisiológicos	Sintomas Psicológicos	N e Sexo	Tipo de Estudo	Tempo de Seguimento
Heisterberg et al.(18)	2013	Hemoglobina, hematócritos, ferro, transferrina, ferritina, imunoglobulina A (IgA), imunoglobulina M (IgM), leucócitos, linfócitos	-	27 M	Observ.	6 meses
Marin et al.(19)	2013	Estresse oxidativo, creatina quinase (CK), lactato desidrogenase, aspartato aminotransferase, citoquina interleucina 6 (IL-6), TNF- α e ácido úrico, concentração de IL-1 β * e de gama-glutamil	-	10 M	Observ.	6 meses
Le Meur et al.(20)	2013	Volume máximo de oxigênio (VO ₂ máx), frequência cardíaca (FC), creatina quinase (CK), epinefrina, norepinefrina, concentração sanguínea de lactato, desempenho esportivo	Desempenho cognitivo e percepção de sensações	24 M	Observ.	7 semanas
Sartor et al.(21)	2013	Frequência cardíaca (FC), variabilidade da frequência cardíaca, variáveis hemodinâmicas, desempenho físico	Esforço percebido (Borg), questionário de queixas (Foster)	6 M	Observ.	10 semanas
Freitas et al.(22)	2014	Creatina quinase (CK)	Equilíbrio entre esforço e recuperação (RESTQ-Sport), TQR	16 M	Exp.	25 dias
Chamera et al.(23)	2014	Aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), γ -glutamilttransferase (GGT)	-	8 M/ 8 F	Exp.	Seccional
Milanez et al.(24)	2014	Imunoglobulina A (IgA), sintomas de infecção das vias respiratórias superiores	Questionário de demandas atléticas (DALDA), Tensão e Monotonia percebidos	13 F	Observ.	5 semanas

Autor	Ano	Marcadores Fisiológicos	Sintomas Psicológicos	N e Sexo	Tipo de Estudo	Tempo de Seguimento
Grove et al.(25)	2014	Volume máximo de oxigênio (VO ₂ máx) e desempenho esportivo	Sintomas de estresse psicofisiológico (TDS)	58 M / 41 F	Exp.	3 semanas
Galliera et al.(26)	2014	<i>Serum</i> GDF-15, eritropoietina, citoquina interleucina 6 (IL-6), ST-2 e troponinas ou peptídeos natriurético (NT-proBNP)	-	30 M	Observ.	35 dias
Le Meur et al.(27)	2014	Epinefrina, norepinefrina, absorção de oxigênio (VO ₂), diferença arteriovenosa de O ₂ , débito cardíaco (Q) e pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD)	Estado afetivo (POMS)	40 M	Exp.	9 semanas
Tian et al.(11)	2015	Creatina quinase (CK), hemoglobina, testosterona e cortisol	Incapacidade de manter o desempenho técnico/atlético (observado pelos treinadores)	114 F	Observ.	8 anos
Decroix et al.(10)	2016	Frequência cardíaca máxima, média de potência de trabalho e tempo de reação (desempenho)	Estado afetivo (POMS) e Desempenho cognitivo (STROOP)	9 F	Observ.	8 dias
Arakawa et al.(28)	2016	Glóbulos vermelhos (hemácias), hematócrito (Ht), plaquetas, hemoglobina (Hb), glóbulos brancos, ferritina, Creatina quinase (CK), LDH, AST, FFAs, leucócitos, IL-6 e adrenalina e noradrenalina, dopamina e triglicérides (TG)	-	25 M	Observ.	Seccional
Le Meur et al.(29)	2017	Frequência cardíaca de recuperação	Esforço percebido (Borg)	20 M	Exp.	6 semanas

Autor	Ano	Marcadores Fisiológicos	Sintomas Psicológicos	N e Sexo	Tipo de Estudo	Tempo de Seguimento
Ten Haaf et al.(30)	2017	Frequência cardíaca de repouso, temperatura corporal e desempenho.	Estado afetivo, bem-estar mental e físico, e percepção de carga de treinamento	19 M / 11 F	Observ.	48 dias
Susta et al.(31)	2017	Contagem de glóbulos vermelhos e de reticulócitos, concentração de hemoglobina e hematócrito, variabilidade da frequência cardíaca	Diagnose de OTS (ECSS/ACSM) ECSMM)	14 M / 20 F	Exp.	4 semanas
Lombardi et al.(32)	2017	<i>Serum</i> de vitamina D, cortisol, testosterona, creatina quinase (CK)	-	167 M	Observ.	Um ano
Joro et al.(33)	2017	Citoquinas IL-6, IL-1 β e IL-10, TNF- α , o hormônio leptina e IGF-1 (fator de crescimento da insulina)	-	10 M / 7 F	Exp.	12 meses
Nicoll et al.(34)	2018	<i>Serum</i> hormônio estimulante da tireoide (TSH), tiroxina (T4), and triiodotironina (T3), medidas antropométricas, perfil sanguíneo, desempenho atlético, capacidade aeróbica, registro da dieta nutricional.	Percepção de fadiga	16 F	Observ.	15 semanas

^aPara análise quanto à hierarquia das evidências; ^bDentre muitos outros parâmetros bioquímicos sanguíneos; ^cQuestionário para avaliação de *overtraining syndrome* (OTS: síndrome de excesso de treinamento) da Sociedade Francesa de Medicina Esportiva; **POMS**: *Profile of Mood States* (questionário do Perfil de Estado de Humor); **RESTQ-Sport**: *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* (Questionário sobre estresse e recuperação para atletas); **TQR**: *Total Quality Recovery Scale* (Escala de qualidade total de recuperação); **DALDA**: *Demands in Athletes Questionnaire* (Questionário de demandas em atletas); **TDS**: *Training Distress Scale*; e **ECSS/ACSM**: *European College of Sport Science* (ECSS) and the *American College of Sports Medicine* (ACMS)

Dos 25 estudos que foram incluídos no presente trabalho, cinco (20,0%) eram de tipo seccional. Os demais foram estudos longitudinais, com o período de acompanhamento variando de oito dias(10) a oito anos(11). Dezesete (65,3%) estudos eram de desenho observacional e, quanto às variáveis investigadas, 15 (60%) estudos buscando relacionar marcadores fisiológicos com sintomas psicológicos de OTS (Tabela 1).

A Tabela 1 mostra os estudos revisados nesse trabalho, indicando quais os marcadores fisiológicos e os marcadores psicológicos utilizados pelos autores em suas pesquisas, bem como o ano de publicação do trabalho.

Aspectos conceituais

Duas das principais questões em pesquisa científica são a definição conceitual de componentes do modelo teórico e a terminologia. Nesse sentido, observa-se que, embora sejam semelhantes, *overtraining syndrome* (OTS) e *overreaching* (OR) tratam-se de constructos distintos e que, por vezes, os textos não se referem a estes de forma clara e precisa.

Segundo o consenso conjunto do *European College of Sport Science* e do *American College of Sports Medicine*(2), OR é a situação em que se ultrapassam os limites de carga de treinamento físico, levando a sintomas indicativos do desenvolvimento de OTS, em outras palavras, uma condição de pré-OTS. Assim, OR refere-se à condição de acúmulo de estresse de treinamento e/ou de outros tipos de estresse resultando em decréscimo, de curto prazo, na capacidade de desempenho.

O indivíduo pode apresentar ou não sinais e sintomas fisiológicos e psicológicos relacionados à má adaptação ao treinamento e a restauração da capacidade de desempenho pode levar de alguns dias a várias semanas(2). Por outro lado, OTS é o acúmulo de estresse, seja de treinamento e/ou de outros tipos de estresse e que resulta em diminuição na capacidade de desempenho por longo período, podendo apresentar-se com ou sem sinais e sintomas fisiológicos e psicológicos relacionados à má adaptação ao treinamento e o reestabelecimento da capacidade de

desempenho pode levar várias semanas ou até meses(2).

O estado de OR divide-se em funcional OR (FOR) e não-funcional OR (NFOR). Há ainda o conceito de fadiga aguda (FA). FA e FOR estão incluídos no processo de estímulo-adaptação à sobrecarga no treinamento físico-esportivo, como parte do *continuum* fadiga-aptidão física relacionado à melhora no desempenho(30,35,36). Todavia, há diferenças fisiológicas entre FA e FOR, sendo este último um estado que deve alertar o treinador para prevenir o NFOR e OTS. A Figura 2 apresenta o diagrama do continuum de adaptação ao aumento da carga de treinamento e evolução para OTS.

Em relação ao processo de adaptação ao treinamento físico, a teoria da supercompensação estabelece que o efeito imediato do treinamento físico é o resultado da depleção de certas substâncias químicas seguida de um efeito de supercompensação(37). Em atletas com FA o efeito da supercompensação no desempenho é menor do que em atletas FOR(35,36) e estes últimos apresentam mais distúrbios do sono e maior incidência de doenças(2,38). Além disso, a situação FOR precede as situações de NFOR ou OTS, nas quais ocorrem sintomas de estresse psicológico e/ou perturbações endócrinas(2,38) (Figura 2).

Os pesquisadores do tema, devem estar atentos aos conceitos e terminologias para que o modelo teórico fique claro e precisamente delineado.

Marcadores fisiológicos

Frequência cardíaca

Um dos principais métodos diretos para se avaliar fadiga em relação à prática de exercícios com carga de trabalho é a frequência cardíaca e a literatura mostra que sua aferição permanece sendo um dos métodos mais aplicáveis. Além de se tratar de método não invasivo, é acessível e de fácil mensuração no dia-a-dia do treinamento físico relacionado à carga de trabalho. Existem vários parâmetros distintos da FC que podem ser utilizados nesse monitoramento: FC de repouso, FC máxima, FC de reserva, FC de recuperação e variabilidade cardíaca.

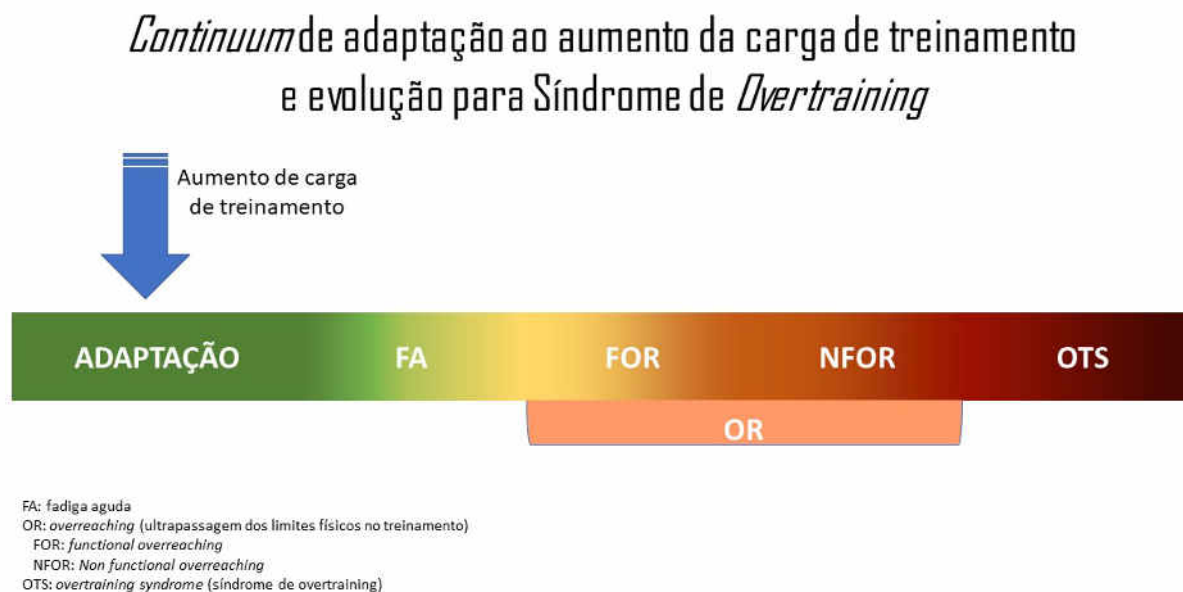


Figura 2 – *Continuum* de adaptação ao aumento da carga de treinamento e evolução para Síndrome de *Overtraining*

Alguns marcadores objetivos são mais relevantes do que outros, dentre os quais: a menor frequência cardíaca de repouso (FC_{rest}) (menor medida observada em repouso); a frequência cardíaca de reserva (FC_{res}) – que é calculada pela seguinte fórmula: $FC_{res} = FC_{máx} - FC_{rest}$ (39); e a variabilidade da frequência cardíaca durante os dias de repouso(40). O método para monitorar a carga de trabalho utilizando os parâmetros da FC, de acordo com a literatura(40,41), inclui os seguintes procedimentos: 1) Em jejum, pela manhã, na posição deitado, observar a FC_{rest} durante 10 minutos; e 2) FC_{res} .

O estudo observacional de Ten Haaf et al.(30) conduzido em ciclistas, não encontrou diferenças estatisticamente significativas na FC_{rest} em atletas com FA e com FOR, indicando que este marcador, isoladamente, não distingue FA de FOR.

A FC de recuperação (FCR) mais rápida é um indicador de adaptação ao treinamento. Estudo experimental recente, que examinou este marcador em contexto de estado de fadiga

e de fase de treinamento. Os resultados mostraram que a medida de FCR, após o exercício submáximo pode ser mais discriminante do que a realizada após o exercício máximo para monitorar FOR(29). Le Meur et al.(29) recomendaram a adoção da prática de avaliação regular da FCR após o exercício submáximo (por exemplo, aquecimento) para monitorar as respostas adaptativas dos atletas ao treinamento.

Outro parâmetro da FC é a variabilidade da frequência cardíaca de repouso, que utiliza os intervalos R-R normais dos batimentos cardíacos. Ela pode ser calculada pela razão dos componentes de baixa frequência e de alta frequência (BF/AF)(42), podendo ser acessada por frequencímetros(43). Recomenda-se, especialmente, que seja tomada nos dias de repouso, durante 5 minutos imediatamente após o despertar(40,41). Uma razão BF/AF maior que 4 é interpretada como um sintoma de OTS(44). Adicionalmente, variações na FC durante o dia podem ser um alerta para OR(45).

Atletas com OTS apresentam progressão do desequilíbrio autonômico cardíaco, o que implica em mudanças na variabilidade da frequência cardíaca. Le Meur et al.(20) explicam que, embora os mecanismos fisiológicos subjacentes à OR/OTS ainda não estejam claros, a diminuição concomitante da frequência cardíaca e da concentração de lactato no sangue indica perturbações do sistema nervoso autônomo como um mecanismo subjacente à gênese da OR Assim, um decréscimo na variabilidade da frequência cardíaca indica OTS ou exaustão(46,47). A variabilidade da FC é uma medida objetiva que pode fornecer informações úteis no monitoramento da aplicação de carga de trabalho em atletas(48), auxiliando na prevenção de OR e OTS, para atletas de distintas modalidades esportivas, sejam elas jogos coletivos, esportes de *endurance* e, ainda, ginástica(20,21,40).

Semelhantemente, em atividades físicas de caráter militar, a FC, também, pode ser utilizada para monitorar a carga de trabalho. Tanskanen et al.(16) acompanharam o treinamento físico básico na formação de recrutas finlandeses e concluíram que, após as oito semanas de atividades – de alta intensidade, houve aumento na FC máxima, sendo que 33% dos recrutas apresentaram sintomas (fisiológicos e psicológicos) de OR. Os autores recomendaram que ao término do curso básico, os recrutas passassem por um período de recuperação para prevenir OR e OTS.

Susta et al.(31) apresentaram uma proposta de treinamento intermitente de hipóxia e hiperóxia combinado com exercícios leves a ser aplicado como uma intervenção para facilitar que os atletas com OTS restaurassem seu nível de desempenho habitual. No estudo piloto, a análise da variabilidade da frequência cardíaca revelou melhora do índice simpato-parassimpático (baixa frequência / alta frequência). Outros estudos deverão ser conduzidos para confirmar estes resultados.

Hormonais: cortisol e testosterona

De acordo com a atividade física do organismo ocorrem variações de diversos hormônios devido ao estímulo do eixo hipotálamo-pituitário-adrenal(49), responsável por seu controle. Os hormônios mais

frequentemente investigados em relação ao treinamento físico foram o cortisol e a testosterona. Dentre os 25 estudos selecionados para integrar este estudo, cinco (19,23%) pesquisaram estes dois hormônios e sugeriram que alterações nestes se relacionam à carga de treinamento e podem ser sugestivas de um possível diagnóstico da OTS.

O cortisol é o principal hormônio glicocorticoide que capacita o organismo a se adaptar a mudanças externas e ao estresse. Suas concentrações aumentam durante o exercício evidenciando o catabolismo(50) e níveis elevados de cortisol persistentes por longos períodos indicam possível quadro de OTS(51). Meeusen et al. (14) observaram que em atletas com OTS, as concentrações de cortisol apresentaram-se mais altas do que em atletas NFOR, embora a sensibilidade da medida tenha se apresentado baixa. De modo semelhante, o cortisol mostrou baixa especificidade para detectar NFOR e OTS entre lutadoras de nível mundial na China(11).

A testosterona é um hormônio esteroide, que é secretado principalmente nos testículos dos homens e nos ovários das mulheres e, ainda, pequenas quantidades são secretadas pelas glândulas suprarrenais. Este hormônio desempenha papel fundamental no metabolismo das proteínas e dos carboidratos, sendo essencial para o crescimento e desenvolvimento(50). Os principais efeitos anabólicos da testosterona são a retenção de proteína e de glicogênio muscular e hipertrofia muscular durante o treinamento de força(50). Níveis diminuídos de testosterona, estão relacionados à ocorrência de OTS(51).

A razão entre as concentrações plasmáticas de testosterona e cortisol, e a razão testosterona/cortisol (T/C), tem sido utilizada na avaliação do treinamento e na predição da capacidade de desempenho(51,52), tendo sido utilizada como uma medida do balanço anabólico e catabólico(53), sendo que uma diminuição de 30% sugere OTS(52). Considera-se esse índice para avaliar o estado de anabolismo, que diminui quando o resultado da razão é alto, sendo que uma única sessão de exercício induz alterações transitórias no balanço anabólico-catabólico, dependendo da intensidade e duração das sessões. Exercícios repetidos de alta carga de trabalho em

endurance, sem um período de recuperação suficiente, pode causar uma perturbação persistente no equilíbrio(54).

A análise da razão T/C é possível com amostras salivares, o que facilita a coleta e diminui o desconforto extra, que representam as técnicas invasivas de coleta de sangue, fator indesejável para atletas de alto rendimento. Dentre os estudos integrantes desta revisão, dois utilizaram amostras salivares e três utilizaram amostras sanguíneas. O estudo de Majumdar et al.(12), observou uma temporada de treinamento da equipe nacional de nadadores de elite e concluiu que atletas com menores níveis de cortisol e níveis mais altos de testosterona e de razão T/C, apresentaram desempenho maior, diferença estatisticamente significativa.

Slivka et al.(13), em estudo experimental longitudinal (21 dias), demonstraram que indivíduos que apresentavam dois ou mais sintomas concomitantes de OTS (testosterona diminuída, elevados níveis de cortisol e de imunoglobulina A), exibiram diminuição no volume máximo de oxigênio consumido ($VO_{2máx}$) e na média da carga de trabalho. Todavia, não se observou decréscimo no desempenho final. Destaca-se que apesar da diminuição da capacidade aeróbica os atletas mantiveram seu desempenho, isto é, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa no desempenho quanto aos níveis de cortisol, testosterona e T/C (salivares).

Por outro lado, Bresciani et al.(15), em estudo experimental utilizando protocolo de incremento de intensidade, com seguimento de 12 semanas, não encontraram significância estatística na alterações hormonais de testosterona e/ou cortisol, em amostras sanguíneas em relação aos parâmetros psicológicos de monitoramento da adaptação à carga de treinamento.

Um estudo examinou a relação dos hormônios testosterona e cortisol com vitamina D. A vitamina D é muito importante, pois, trata-se de um hormônio que controla a concentração plasmática de cálcio e de fosfato, induzindo modificações metabólicas em vários tecidos (intestinal, renal e ósseo) para aumentar as concentrações plasmáticas de cálcio e fosfato(32). Lombardi et al.(32) examinaram a relação do cortisol e da

testosterona com a vitamina D (calcitrol) em atletas de futebol e concluíram que as relações de cortisol, testosterona e da razão T/C com vitamina D foram significativas, embora fracas.

Os resultados ainda são controversos quanto à relação dos hormônios cortisol e testosterona e da razão T/C com sintomas de OR/OTS e, ainda, em relação ao desempenho atlético. Hayes et al.(55) em estudo de revisão sobre o tema, concluíram que há necessidade de mais estudos experimentais do tipo ensaio clínico randomizado e de uma metodologia padronizada para a medição de hormônios salivares, a fim de melhor determinar os efeitos do exercício em relação à modalidade esportiva. Nesse sentido, um estudo experimental concluiu que existe distinção entre diferença estatística significativa e a relevância biológica nas mudanças de cortisol e testosterona salivares, apontando que é necessária uma grande magnitude de mudança para que seja biologicamente significativa. Os autores recomendam que estudos sobre esses marcadores, coletados de forma salivar, considerem e avaliem a diferença crítica entre a significância estatística e a relevância biológica de quaisquer alterações observadas(56).

Imunológicos e hematológicos

As imunoglobulinas compõem um grupo heterogêneo de proteínas do sistema imunológico, todas são constituídas de quatro cadeias polipeptídicas(57). A Imunoglobulina A (IgA) é a primeira linha de defesa do sistema imunológico contra agentes ambientais prejudiciais, pois, apresenta-se predominantemente nas membranas mucosas, e um aumento em seus níveis está associado à prática de atividade física de intensidade moderada. Entretanto, exercícios de longa duração e alta intensidade estão associados a imunossupressão(57,58).

Slivka et al.(13), em experimento incremental de intensidade, com duração de 21 dias, em ciclistas, analisaram quantidades de IgA salivar, e não encontraram associação com o desempenho de nenhum dos outros marcadores do OR/OTS estudados. Bresciani et al.(15), também em estudo experimental (nove semanas) não encontraram associação das alterações hematológicas (hematócritos,

leucócitos e concentração de hemoglobina) do sistema imunológico com aumentos na carga de intensidade do treinamento.

Por outro lado, Heisterberg et al.(18), em estudo observacional, com seguimento de seis meses, conduzido em jogadores profissionais de futebol, observou que as amostras de sangue revelaram mudanças significativas de padrão, conforme aumentava a intensidade do treinamento. Os marcadores imunológicos e hematológicos analisados foram: IgA, Imunoglobulina M (IgM), concentração de hemoglobina, hematócritos, ferro, transferrina, ferritina, leucócitos e linfócitos. À medida que houve incremento na carga do treinamento, houve queda nos níveis de hemoglobina e aumento nos hematócritos. O ferro e a transferrina permaneceram estáveis ao longo das semanas de treino, tendo a transferrina apresentado pequena queda apenas no final das semanas. IgA e IgM exibiram aumento no início e no final do período de treinamento observado. Leucócitos e linfócitos apresentaram queda com o aumento das cargas de treino ao longo das semanas. Os autores analisaram os atletas em diversas fases do período de treinamento e apontaram que especial atenção deve ser dada ao final da fase de preparação e ao final do período competitivo, pois, os parâmetros sanguíneos indicaram que, nestes pontos do tempo, os jogadores estão sob tensão física excessiva e estão sob risco aumentado de apresentar OTS. Em concordância com estes achados, Milanez et al. (23), em estudo observacional com seguimento de 5 semanas, encontrou diminuição nos níveis de IgA com o aumento das cargas de trabalho. O autor conclui em seu trabalho que é válida a observação das alterações dos níveis de IgA (salivar) para a prevenção de um possível quadro de OTS.

Estudos prévios demonstraram que exercícios intensos e longos enfraquecem o sistema imunológico, enquanto que as sessões curtas e de intensidade moderada promovem melhora neste sistema(57,59). Entretanto, dentre os artigos selecionados para esta revisão, houve resultados diversos, e a discrepância observada pode estar relacionada ao tipo de estudo. Enquanto os observacionais encontraram alterações apontadas na literatura como existentes em relação ao aumento da

carga no treinamento, os estudos experimentais não exibiram o mesmo efeito. Importante destacar que os estudos observacionais foram conduzidos durante a temporada normal de treinamento de atletas, fato que por si indica maior precisão dos achados em relação a fenômenos que ocorrem na vida cotidiana desses indivíduos. Nesse sentido, mais estudos que investiguem as alterações imunológicas, especialmente IgA salivar, relacionadas ao treinamento de alto rendimento, com desenho observacional longitudinal devem ser realizados.

Brooks e Carter(60) explicam, em estudo de revisão, que há evidências de uma resposta adrenal reduzida ao hormônio adrenocortical no estágio de OR e que essa resposta reduzida é inicialmente compensada por uma resposta aumentada de hormônio adrenocortical hipofisário. Entretanto, se o atleta estiver em OR ou em estágio inicial de OTS, essa compensação não acontece mais, e a resposta liberação de cortisol diminui. Essa condição é a OTS do tipo Addison.

No presente estudo, apenas um artigo investigou o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e concluiu que as reações de ACTH foram muito mais altas em atletas NFOR em comparação com OTS, os quais, em situação de repouso, já apresentavam concentrações elevadas de ACTH; a sensibilidade para fazer a distinção entre ambos foi considerada boa, indicando que este hormônio pode ser útil como marcador fisiológico de OTS(14). Os autores examinaram, ainda, os hormônios prolactina e o hormônio do crescimento, mas apenas o ACTH exibiu sensibilidade para distinguir NFOR de OTS.

Os hormônios tireoidianos foram examinados em relação ao desempenho e à percepção de fadiga em corredoras de *endurance* por Nicoll et al.(34). Os resultados mostraram que as concentrações dos hormônios tireoidianos sofreram alterações de forma muito lenta para serem utilizadas como marcadores preditores de OTS, todavia, estavam associadas ao declínio no desempenho.

Lactato

O produto da utilização da glicose na produção de trabalho muscular, processo de

glicólise, é o piruvato (ácido pirúvico), que é convertido em lactato (ácido láctico) pela enzima lactato desidrogenase (LDH)(50). A curva de lactato é uma das medidas fisiológicas mais reportadas na literatura(20). Cinco dos estudos (19,2%) participantes desta revisão examinaram o lactato em relação a OTS. Um estudo apontou que as concentrações de LDH aumentaram logo após uma sessão de exercício intenso e outro aumento ocorreu após duas horas ou três horas, dependendo da modalidade do exercício(61,62). Em atletas de *endurance* e de resistência, os que apresentam OTS exibem concentração máxima de lactato sanguíneo diminuída(14,62,63). Meeusen et al.(14) demonstraram que atletas com OTS apresentaram concentrações sanguíneas de lactato mais baixas do que atletas com NFOR, não conseguindo atingir o nível máximo: acima de 8 mmol l⁻¹. Todavia, os autores não encontraram sensibilidade suficiente para, utilizando este marcador, distinguir NFOR de OTS. Na mesma direção, após uma temporada de handebol, os atletas apresentaram diminuição da enzima LDH, relacionada à carga de trabalho a que foram submetidos(20). Os autores enfatizam que a combinação dos marcadores alterações na FC e na concentração de lactato sanguíneo, após um período de treinamento extenuante, pode se constituir em um índice útil para a detecção rotineira de OR

Outros marcadores fisiológicos bioquímicos

A prática regular de exercícios pode promover os sistemas imunológico e antioxidante, porém, o treinamento de alta intensidade imposto aos atletas de elite podem levar à OTS, estando associada ao estresse oxidativo(64). O estresse oxidativo reduz o desempenho muscular devido à fadiga e às microlesões musculares. Biomarcadores de inflamação e de lesão muscular se modificam com a carga de treinamento(65). Alguns estudos investigaram alterações da creatina quinase (CK), citocinas e de outras enzimas como a aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e γ -glutamilttransferase (GGT) durante o treinamento de diferentes modalidades esportivas. Dentre esses, um dos principais indicadores bioquímicos de estresse oxidativo é a CK. Trata-se de uma enzima, encontrada

predominantemente nos músculos, que atua na produção de energia transformando a creatina-fosfato (ou fosfocreatina) em creatina mais uma molécula de fosfato, a que se unirá à adenosina-difosfato (ADP), passando a ser ATP. Portanto, a CK está envolvida com a manutenção do suprimento de energia(50). Por outro lado, a CK é liberada na circulação quando ocorrem durante lesões musculares, neste caso, estando presente no sangue e na urina(66). Sete (26,9%) estudos avaliaram este indicador de danos ao aparelho músculo tendíneo e todos encontraram associação linear da intensificação da carga de treinamento com o aumento dos níveis deste marcador bioquímico, indicando que esta é uma provável estratégia do controle da carga no desenvolvimento do plano de treino, em suas diferentes fases(11,17,22,28,32,67).

As citocinas são polipeptídeos ou glicoproteínas extracelulares hidrossolúveis. Existe uma variedade de citocinas, sendo produzidas por diversos tipos de células do sistema imunológico através da ativação de proteinoquinases, sobretudo quando há uma lesão. Sua atuação influencia diversos processos celulares imunológicos incluindo a diferenciação, a atividade, a proliferação e a sobrevivência dessas células. Além disso, regulam a produção e a atividade de outras citocinas, as quais podem aumentar (pró-inflamatórias) ou atenuar (anti-inflamatórias) a resposta inflamatória(68). Dentre as citocinas que possuem ação inflamatória está a Interleucina 6 (Il-6), uma das mais frequentemente analisadas em estudos relacionados ao treinamento físico. Os valores de pico da Il-6 aparecem ao final de uma sessão de exercício físico intenso (ou em poucas horas) e depois diminui rapidamente atingindo novamente os níveis basais(69). Dezenove por cento dos estudos incluídos nesta revisão examinaram os efeitos das modificações na carga de trabalho durante a preparação física de atletas sobre a Il-6, entre outras interleucinas. Dois estudos, um experimental e outro observacional longitudinal, não encontraram associação estatisticamente significativa, indicando que a intensificação do treinamento não representou incremento na resposta inflamatória(15,19,26). Entretanto, outros estudos sugeriram que elevações em Il-6 induzidas pelo exercício

físico associam-se à melhora no desempenho(70). Nesse sentido, Arakawa et al.(28) encontraram que as alterações em Il-6 correspondiam às fases do treinamento. Joro et al.(33) concluíram a acentuação das respostas de Il-6 ao exercício agudo pareceu estar associada à progressão da recuperação da OTS.

Outros marcadores fisiológicos, também, têm sido, investigados. Chamera et al.(23) sugeriram a utilização de marcadores referentes ao diagnóstico do perfil enzimático do fígado: AST, ALT e GGT, como parâmetros fisiológicos preditores precoces de lesões relacionadas à carga de treinamento. Entretanto, destacam que para a utilização de parâmetros tão sensíveis, é necessária uma estreita e honesta cooperação, especialmente em relação a qualquer suplemento dietético de álcool ou drogas, e outros, entre atleta e instrutor. De outra forma, torna-se impossível a obtenção de dados confiáveis e sua correta interpretação.

De modo geral, todos os estudos que examinaram o perfil do plasma sanguíneo, apontaram que os fatores bioquímicos se modificaram em razão dos períodos de treinamento mais intensos e de competições, demonstrando que houve adaptações significativas para proteger o organismo do estresse oxidativo e de lesões musculares. Nesse sentido, o nível da liberação das enzimas plasmáticas adequou-se de acordo com a quantificação da intensidade do treinamento, representando ser bons marcadores fisiológicos para monitoramento da carga de treinamento, conseqüentemente, contribuindo para a prevenção de OTS. Ressalta-se que os resultados se referem a investigações em atletas de diversas e distintas modalidades esportivas e, independente da modalidade ou do sexo dos participantes, houve elevação das enzimas no plasma sanguíneo à medida que a intensidade dos treinamentos aumentava.

Volume máximo de consumo de oxigênio (VO_{2máx})

Slivka et al.(13) demonstraram que indivíduos que apresentavam dois ou mais sintomas concomitantes de OTS (testosterona diminuída, elevados de cortisol e de imunoglobulina A), exibiram diminuição no VO_{2máx}.

Heisterberg et al.(18), em estudo conduzido em atletas de futebol, mostraram que houve diminuição do VO_{2máx} no final da temporada.

O estudo de Le Meur et al.(20) demonstrou que atletas com OR tiveram uma diminuição no VO_{2máx}. Estes resultados foram novamente observados por Le Meur et al.(27), explicando parte do baixo desempenho observado em atletas FOR.

Parâmetros psicológicos e interação com marcadores fisiológicos

Diversos sintomas psicológicos podem estar associados ao aparecimento de OTS(3). Meeusen et al.(2) afirmam que uma queda abrupta no desempenho está potencialmente está associada a fatores psicológicos. Os principais sintomas psicológicos relacionados à OTS são: depressão, distúrbios do sono, fadiga mental excessiva, problemas sociais de relacionamento, raiva, tensão, confusão mental, falta de confiança, sensibilidade ao estresse, diminuição da coordenação, da capacidade de concentração, da autoestima e da autoeficácia(3,51,62). Além disso, o estresse psicológico associado ao treinamento e competição de alto rendimento pode ser um fator aditivo aos efeitos do exercício de alta intensidade sobre a função imunológica de atletas(58). Nessa perspectiva, no âmbito do treinamento esportivo de alto rendimento, é fundamental estudar a interação entre os marcadores fisiológicos de monitoramento quanto à carga de treinamento e aspectos psicológicos dos atletas que, por um lado, em um cenário de condições favoráveis, podem promover o desejado ótimo desempenho e, por outro, podem não somente diminuir o desempenho atlético, como afetar sua saúde e qualidade de vida.

Dos estudos incluídos neste trabalho, 60% procurou relacionar fatores psicológicos com marcadores fisiológicos, sendo que todos encontraram associações estatisticamente significativas, em relação à intensificação do treinamento físico; ainda que utilizando distintos instrumentos para a avaliação psicológica. Os instrumentos para avaliação psicológica foram: o POMS – *Profile of Mood States* (Perfil de estado de humor)(10,13,15,27), o RESTQ-Sport – *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes*

(Questionário sobre estresse e recuperação para atletas)(15), Questionário para avaliação de síndrome de excesso de treinamento (OTS) da Sociedade Francesa de Medicina Esportiva(17,22); TQR – *Total Quality Recovery Scale* (Escala de qualidade total de recuperação)(22), DALDA – *Demands in Athletes Questionnaire* – (Questionário de demandas em atletas)(24), Percepção subjetiva de esforço(16,21,22,29), TDS: *Training Distress Scale*(25); e Questionário de OTS do ECSS/ACSM: *European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine*(17,31). Além desses, os estudos avaliaram outros parâmetros psicológicos: desempenho cognitivo, percepção de sensações, percepção de tensão e de monotonia, sintomas somáticos, sentimento de cansaço e de sobrecarga psicológica, percepção de bem-estar mental e físico e percepção de carga de treinamento.

Dentre os instrumentos mais utilizados, na literatura, para avaliar aspectos psicológicos de atletas estão o POMS e o RESTQ-S. O POMS avalia os estados de humor em cinco dimensões: tensão, depressão, raiva, fadiga, vigor e confusão (MCNAIR et al, 1971). O RESTQ-S procura examinar o equilíbrio entre estresse e recuperação, buscando integrar percepções tanto em relação ao estado físico quanto ao estado psicológico. Este instrumento foi desenvolvido especificamente para aplicação em atletas(71).

Em estudo experimental de aplicação de carga de treinamento intensificada, Slivka et al.(13) observaram que percepção de vigor (POMS) foi a única dimensão psicológica significativamente correlacionada à intensificação do treinamento. Os escores decaíram até o 4º dia e se mantiveram baixos até o final do experimento. Quanto aos marcadores fisiológicos, os autores utilizaram um conjunto de condições para examinar o estado do atleta em relação aos sintomas de OR e/ou OTS que são: 1) Redução de 0,5% no desempenho; 2) Aumento da frequência cardíaca de repouso em 0,10%; 3) Aumento da frequência cardíaca submáxima com uma variação de dia para dia de mais de 8 batimentos por min^{-1} ; e 4) Redução de 30% na razão testosterona/cortisol. Apresentar mais do que dois destes sintomas classifica-se como

sintomático para OTS(13). Os resultados mostraram que enquanto os marcadores fisiológicos de OR/OTS indicavam estar atingindo patamares de atenção, o desempenho dos atletas não diminuiu. Tais achados sugerem plausibilidade de que atletas tenham atributos psicológicos que lhes permitam superar limitações físicas para manter o desempenho, o que pode ter um custo posterior, caso os limites físicos e psicológicos sejam ultrapassados.

Por outro lado, no estudo experimental de Bresciani et al.(15), que utilizou POMS e RESTQ-S – instrumentos comumente utilizados em acompanhamento de atletas, os resultados demonstraram que os sintomas psicológicos surgiram precocemente durante o período de treinamento intensificado, não tendo sido acompanhados por sinais nos biomarcadores. Assim, os autores concluíram que os parâmetros psicológicos são marcadores sensíveis para detectar estresse produzido pela elevação na carga de trabalho. Portanto, tais parâmetros devem ser utilizados no planejamento e na execução do treinamento de alto rendimento, contribuindo para a prevenção de OR e OTS.

Tanskanen et al.(16), em estudo observacional constituído de três avaliações ao longo de 8 semanas, compuseram um conjunto de critérios para classificar OR e OTS que foram os seguintes: 1) Redução de mais de 5% no $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ou deixar de realizar o teste por motivo de doença; 2) Aumento na média da percepção subjetiva de esforço durante a marcha de 45 minutos (em intensidade submáxima) do que 1.0; 3) Aumento nos sintomas somáticos de OR e OTS maior do que 15%; 4) Admissão de sentir-se fisicamente ou mentalmente sobrecarregado; e 5) Faltar ao serviço por motivo de doença mais do que 10% do período de estudo. Os sintomas somáticos foram classificações subjetivas de: bem-estar; sintomas gripais; distúrbios digestivos e apetite reduzido; distúrbios musculoesqueléticos e queixas físicas; e distúrbios de sono. As questões referiam-se a quantos dias na última semana cada sintoma foi vivenciado. E as respostas foram segundo uma escala *Likert* de 5 pontos: 1 = Nenhum dia, 2 = 1 dia, 3 = 2–3 dias, 4 = 4–5 dias e 5 = 6–7 dias. A soma dos sintomas resultou no escore de sintomas

somáticos de OTS. E foi somado ao escore o resultado da pergunta "Você sente-se fisicamente ou mentalmente sobrecarregado?". Os principais resultados foram que indivíduos que admitiram sentirem-se mentalmente sobrecarregados demonstraram baixos $VO_{2m\acute{a}x}$, massa magra e alta FC submáxima antes do treinamento. Trinta e três por cento dos participantes foram classificados como sintomáticos para OR/OTS.

A elaboração de um conjunto de critérios que tenha por objetivo identificar e classificar casos e não casos de desenvolvimento de OR/OTS é uma proposta em busca de soluções. Todavia, há que se investigar mais o assunto, sob a ótica da validade e comparabilidade e, ainda, examinar a associação de constructos já existentes, como é o caso do POMs e do RESTQ-S que, respectivamente, avaliam estados afetivos (humor) e o equilíbrio entre esforço e recuperação em treinamento esportivo com os marcadores fisiológicos. Nessa perspectiva, Freitas et al.(22), em estudo experimental, buscaram avaliar a sensibilidade dos seguintes indicadores: o desempenho no salto vertical de contramovimento relacionado ao RESTQ-Sport, à TQR e à CK para a intensificação de cargas de treinamento de voleibol. Os resultados encontrados apresentaram-se alinhados com os de Slivka et al.(13) no sentido de que, enquanto os marcadores fisiológicos alertavam para sintomas de OR/OTS, o desempenho dos atletas não sofreu decréscimo e, portanto, não apresentaram associação com fadiga. E os autores concluíram que CK, a TQR e o RESTQ-S são medidas e instrumentos que apresentam sensibilidade para o monitoramento da carga de trabalho durante o período pré-competitivo.

O estudo longitudinal de Alaphillippe et al.(17), com 9 meses de seguimento, encontrou correlação positiva de sintomas de OTS examinado pelo Questionário de OTS(72) com alamina transferase e CK, sendo que houve associação destes com fadiga. Os autores sugerem o monitoramento desses parâmetros bioquímicos para acompanhar a fadiga e a dificuldade do treino de rúgbi, esporte coletivo de altas demandas físicas e estratégicas.

Em relação à fadiga, Le Meur et al.(20) concluíram que enquanto o padrão da corrida

de atletas bem treinados foi mantido, o decréscimo no desempenho cognitivo só aconteceu quando atingida a exaustão em atletas com OR. Os autores sugeriram o cálculo de um índice, que combina as alterações da FC e da concentração de lactato no sangue após um período de treinamento extenuante, pode ser útil para detectar rotineiramente OR. O índice de OR:

$$OR_{index} = 0,17 \times \Delta FC + 0,89 \times \Delta [La^-]_b + 1,36$$

Onde:

ΔFC = variação na FC

$\Delta [La^-]_b$ = alterações na concentração de lactato sanguíneo.

Sartor et al.(21) encontraram correlação significativa entre variabilidade da FC, durante uma sessão de exercício de força em ginastas, e percepção subjetiva de esforço. Além disso, houve correlação também com o questionário de queixas de Foster(73). Os autores concluíram que monitorar a variabilidade da FC configura-se em uma ferramenta útil para avaliar a carga de treinamento e o estado psicológico do atleta. Milanez et al.(24), também, focalizaram marcadores fisiológicos e parâmetros psicológicos e encontraram correlação significativa de IgA salivar e sintomas de estresse psicológico com aplicação de carga no treinamento em atletas femininas de futsal.

Decroix et al.(10) correlacionaram os efeitos de carga de treinamento intensificada com o desempenho físico e cognitivo, em ciclistas mulheres. O critério para classificar como OR foi a diminuição em 1,3% ou mais no desempenho físico. OR estava correlacionado com menor desempenho cognitivo, mas não com POMs. Os autores sugerem que os resultados do estudo fortalecem a pressuposto de que um único marcador não é suficiente para a diagnose de OR.

Ten Haaf et al.(30) procuraram estabelecer distinção mais precisa entre FA de FOR e identificar preditores de OR. O principal resultado foi que a combinação das mudanças nas percepções de fadiga e de prontidão para treinar – medidas em escalas analógicas visuais simples, classificaram corretamente 78% dos participantes como AF ou FOR após apenas 3 dias de ciclismo (Tour de France). Em concordância com Decroix et al.(10), os achados de Ten Haaf et al. (30) indicam que a

utilização de um único parâmetro pode não ser sensível para detectar FOR, mas em combinação com outro indicador, o poder preditivo ganha robustez. Assim, os autores recomendam que a equipe técnica monitore não apenas a fadiga, mas, também, a prontidão subjetiva (autopercebida) e integrada mental-física para a atuação do atleta.

A literatura mostra que as escalas visuais analógicas são ferramentas úteis para facilmente monitorar o estado dos atletas em relação ao esforço e à fadiga. Nicoll et al.(34) investigaram a relação da escala visual de fadiga em atletas femininas de ciclismo como indicador de OTS. A escala apresenta classificações de fadiga com psicometria padrão com valores de 1 a 10. Os resultados mostraram que a percepção de fadiga estava correlacionada com decréscimo no desempenho o que tem sido apontado com um marcador de OTS(2). A escala visual pode ser observada no estudo de validade de Chuang et al.(74), que demonstrou bons índices para o instrumento.

Em síntese

A literatura é consistente mostrando que a FC é um dos principais marcadores de estresse psicofisiológico(75). Este marcador que tem sido investigado em relação à prática de exercícios que envolvem carga de trabalho em treinamento físico esportivo, configurando-se em um método direto, simples e de fácil aplicabilidade. Os resultados deste estudo de revisão mostram que esta continua sendo uma das principais avaliações a ser observada na execução do planejamento do treinamento. De fato, trata-se de uma categoria de opções para se monitorar o estado do atleta em relação à adaptação à carga de treinamento. São vários os parâmetros da FC que podem ser utilizados, dentre os quais, os principais são: a FCrest, a variabilidade da FC e a FCR. Nesse contexto, um decréscimo na variabilidade da frequência cardíaca indica OTS ou exaustão(46,47).

Destacam-se os achados de Le Meur et al. (29) que indicaram que o parâmetro da FC sensível para detectar FOR é a FCR tomada após o exercício submáximo.

Em relação aos hormônios testosterona e cortisol, a razão T/C é um dos principais métodos diretos para diagnosticar OR/OTS,

sendo que uma diminuição de 30% classifica o indivíduo como caso(52). Não obstante, os resultados dos estudos são controversos, alguns encontram associação destes hormônios com OR/OTS outros não encontram. Os que encontraram associação utilizaram, junto com este, outros marcadores.

Quanto à imunologia, a IgA diminui quando os exercícios são intensos levando à imunopressão. Todavia, também, não se configura em único marcador suficiente de OR/OTS. De semelhante modo, as concentrações de lactato sanguíneo isoladas não são suficientes para indicar exaustão, mas a literatura é consistente que este marcador associado a alterações na FC constituem um índice útil para a detecção de OR.

Dentre os marcadores fisiológicos, o que consistentemente apresenta-se associado ao aumento de carga no treinamento é a CK.

Os estudos participantes desta análise, não demonstraram associação significativa entre aumento de carga no treinamento e incremento na resposta inflamatória (II-6).

Outro resultado que deve ser destacado é que atletas com OR/OTS apresentam decréscimo em sua capacidade aeróbica.

A OTS reflete a tentativa do corpo humano de lidar com o estresse físico e/ou psicológico e outras alterações fisiológicas decorrentes da soma de vários fatores causadores de estresse como: treinamento físico de alta intensidade, perturbações no sono, condições climáticas (calor, alta umidade, frio e altitude elevada) e estresse no ambiente de trabalho, e outros fatores intra e interpessoais(2,76). Em circunstâncias estressoras, o sistema endócrino é estimulado e atua para neutralizar a situação de estresse. Concomitante às adaptações fisiológicas relacionadas ao estresse ocorre a adaptação comportamental, é a atuação do eixo hipotálamo-pituitário-adrenal. Além disso, há evidências de que em condições persistentes de estímulos estressores em treinamento intenso, sobrecarregará o organismo e os níveis de cortisol decrescem devido à diminuição da capacidade de resposta pelo eixo hipotálamo-pituitário-adrenal(2). O consenso científico euro-americano afirmou que o critério definitivo para o diagnóstico de OTS ainda é uma lacuna devido à inconsistência de dados presente na literatura(2).

Ao longo dos anos, os pesquisadores têm buscado encontrar maneiras de identificar e melhor definir os sintomas de OTS por meio de marcadores fisiológicos, hormonais, imunológicos e psicológicos(3). Estudos prévios de revisão apontam os seguintes fatores relacionados à OTS: fisiológicos (alterações nos padrões de frequência cardíaca de repouso, pressão sanguínea e respiração; diminuição da gordura e do peso corporal pós-exercício, diminuição da resposta ao lactato, aumento da taxa de metabolismo basal, fadiga crônica, distúrbios de sono e de apetite, interrupções menstruais, dores de cabeça e perturbações gastrointestinais, dores e lesões musculares e articulares, entre outras); imunológicos (aumento na ocorrência de doenças, inchaço dos gânglios linfáticos, retardo na recuperação da saúde e diminuição da função imunológica); bioquímicos (aumento do *serum* de cortisol, diminuição do *serum* de testosterona, do glicogênio muscular, do *serum* de hemoglobina, ferro, ferritina, ocorrência de rhabdomiólise e elevação da proteína C-reativa); psicológicos (depressão e apatia, diminuição da autoestima, da capacidade de concentração, diminuição da autoeficácia, sensibilidade ao estresse e falta de coordenação); e, finalmente, afetam o desempenho levando à diminuição em força muscular, potência, endurance (resistência muscular e resistência cardiovascular) e, ainda, diminuição da tolerância ao treinamento e ao aumento das necessidades de recuperação e acréscimo quantitativo em faltas técnicas)(2,51).

No presente estudo, observou-se que, de um lado, alguns pesquisadores utilizaram apenas marcadores fisiológicos para tentar diagnosticar OR e OTS. E, por outro lado, outros cientistas incluíram no diagnóstico da OTS também os sintomas de estresse psicológico e têm buscado instrumentos preditores de OTS para preveni-la. Uma das avaliações mais utilizadas é o estado afetivo por meio do POMS: *Profile of Mood States* (questionário do Perfil de Estado de Humor)(10,13,15,27).

Os marcadores fisiológicos encontrados na literatura nesta revisão foram: frequência cardíaca, hormonais, imunológicos e hematológicos, bioquímicos e aspectos

genéticos e os sintomas psicológicos relacionados à OTS, apontados foram alterações em: estado afetivo (humor), percepção de esforço, percepção de fadiga, sintomas psicossomáticos, percepção de sobrecarga psicológica, sintomas de estresse psicológico, desempenho cognitivo, percepção de bem-estar físico e de bem-estar psicológico.

Nesta revisão sistemática, observou-se que parte dos estudos não investigou a interação dos fatores psicológicos com os fatores fisiológicos, entretanto, todos os que realizaram este tipo de investigação, encontraram associação significativa com os fatores fisiológicos.

Quanto à recuperação de atletas com OTS, Gremion e Kuntzer(77) estabeleceram que para a recuperação do atleta com OTS, descanso, paciência e empatia são as únicas opções de tratamento.

Sugere-se que os treinadores, incluam no planejamento e periodização do treinamento, avaliações dos marcadores bio-psico-fisiológicos quanto à situação em relação à carga de treinamento e identificar precocemente aqueles que apresentam FA, FOR, NFOR e OR, buscando prevenir a OTS. Nessa perspectiva, o consenso da equipe científica do Comitê Olímpico Internacional(78) apresentou algumas recomendações aos treinadores no intuito de contribuir tanto com o desempenho quanto com a saúde de atletas. Para tanto, os atletas devem ter um plano detalhado de treinamento e competição individualizado, incluindo medidas de recuperação pós-evento que englobe nutrição e hidratação, sono e recuperação psicológica. A carga de treinamento deve ser monitorada usando medições de carga externa (medidas objetivas) e interna (medidas subjetivas). Quanto à aplicação da carga de treinamento as recomendações são as seguintes:

- As mudanças na carga de treinamento devem ser individualizadas, pois há grandes variações intraindividuais e interindividuais no tempo de resposta e adaptação à carga.
- As alterações na carga de treinamento devem ser em pequenos incrementos, com dados

da literatura quanto à ocorrência de lesões indicando que os incrementos semanais devem ser <10%.

Quanto ao gerenciamento da carga psicológica (fatores estressores), como o estresse de eventos de vida negativos e as dificuldades cotidianas, o consenso esclarece que podem aumentar significativamente o risco de doenças em atletas. E as recomendações clínicas práticas concentram-se na redução dos estressores por parte dos atletas, treinadores e equipe de apoio no gerenciamento pró-ativo do estresse. Nesse sentido, deve-se desenvolver estratégias de resiliência, que ajudem os atletas a entender a relação entre traços pessoais, eventos negativos da vida, pensamentos, emoções e estados fisiológicos. Uma melhor compreensão desses fatores pode ajudá-los a minimizar o impacto de eventos negativos na vida e o risco subsequente de adoecer. As ações recomendadas são as seguintes:

- Educar os atletas nas técnicas de controle do estresse, criar confiança e estabelecer metas, otimamente sob a supervisão de um psicólogo esportivo, para ajudar a minimizar os efeitos do estresse e reduzir a probabilidade de doenças.
- Reduzir as cargas e intensidades de treinamento e / ou competição para reduzir o risco de doenças em atletas que parecem desfocados em consequência de eventos negativos na vida ou de constantes aborrecimentos diários.
- Implementar avaliações de estresse periódicas para informar o ajuste do treinamento de atletas e/ou cargas de competição. Um atleta que relata altos níveis de aborrecimentos diários ou estresse pode se beneficiar da redução da carga de treinamento durante um período especificado para evitar fadiga, doença ou esgotamento.

Qualidade em relatos científicos

Observou-se que a qualidade dos relatos deixa a desejar por não seguirem as

recomendações de protocolos importantes na área da saúde como o STROBE, no caso de estudos observacionais e o CONSORT, para o caso de estudos experimentais. Nesse contexto, as variáveis deixaram de ser claramente explicitadas. Nessa perspectiva, é necessário que o texto defina com clareza as variáveis desfecho e as variáveis de exposição. A prática de mencioná-las no decorrer do texto referente aos procedimentos experimentais, dificulta a leitura e a compreensão quanto ao experimento. É importante que os pesquisadores tenham o cuidado de reportar seus achados com a máxima concisão e clareza.

Pontos fortes e limitações do estudo

Um ponto forte do presente estudo foi levantar o que há de mais recente na literatura quanto à prevenção de OTS no âmbito do treinamento esportivo de alto rendimento.

Dentre as limitações do estudo está que a única base pesquisada foi o PubMed/MedLine. Todavia, esta metodologia tem sido amplamente utilizada, e este indexador abrange a maior parte das publicações científicas na área das ciências da saúde.

Conclusão

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão da literatura acerca da OTS, abordando os principais marcadores fisiológicos e seus efeitos psicológicos levantados em estudos recentes. O objetivo do treinamento em preparação de atletas para competição é ministrar cargas de treinamento eficazes para a melhora do desempenho, porém, a manutenção do equilíbrio entre o estresse, aplicado para promover adaptações psicofisiológicas, e a recuperação representa um desafio constante para treinadores e atletas.

De acordo com os resultados exibidos na literatura, o que se espera é identificar os sintomas de OTS antes que haja o decréscimo no desempenho. Tendo em vista que enquanto marcadores fisiológicos foram significativos na detecção de OR/OTS, o nível do desempenho foi mantido.

O conhecimento científico deve avançar no sentido de diminuir a lacuna entre a teoria e a prática no treinamento de atletas que competem, nos mais diferentes níveis

esportivos. As análises realizadas no presente estudo apontam que mais estudos que avaliem a relação dos marcadores fisiológicos com avaliações subjetivas escalonadas dos atletas, para que seja possível um monitoramento da carga de trabalho sem que haja necessidade premente de se realizar coletas de sangue, posto que exames invasivos, potencialmente, representam um fator estressor a mais.

Face à complexidade do fenômeno, até o momento, os cientistas não puderam definir os critérios diagnósticos do excesso de treinamento. Nesse contexto, tanto a diagnose de OTS apresenta problemas quanto a comparabilidade dos estudos fica prejudicada.

Os resultados de estudos experimentais e observacionais, ambos longitudinais, parecem apresentar inconsistência quanto à análise hormonal de testosterona e cortisol como marcadores fisiológicos de sintomas de OTS, em relação ao incremento de intensidade na carga de trabalho. Nesse sentido, sugere-se que mais estudos sejam conduzidos para que se esclareçam as relações existentes. Destaca-se que estudos do tipo observacionais parecem ser os mais desejáveis, a fim de que as variáveis presentes sejam aquelas com as quais os atletas, de fato, convivem durante os ciclos de treinamento.

Quanto aos aspectos de saúde, embora a prática de atividade física em intensidade moderada melhore o funcionamento do sistema imunológico, a literatura é consistente sobre a associação do treinamento físico de alta intensidade com a diminuição da atuação desse sistema, o que predispõe o atleta à ocorrência de doenças.

Com respeito à interação de fatores genéticos com sintomas de OTS, mais estudos devem ser conduzidos, a fim de melhor esclarecer situações que exijam maior atenção na preparação atlética.

Recomenda-se que pesquisadores que se propõem a pesquisar o tema busquem aplicar os termos com a maior precisão possível a fim de contribuir para a comparabilidade entre estudos.

Conclui-se que, independentemente do tipo de marcador, nenhum deles, isoladamente, é suficiente para detectar a complexa condição que são OR e OTS. Antes, a literatura recomenda que sejam utilizadas associação de

mais de um marcador na rotina de monitoramento da aplicação de carga no treinamento de atletas. Observa-se que permanecem questões quanto à interação psicofisiológica da prática esportiva e quanto à obtenção de estratégias de monitoramento para que, mesmo antes que os sintomas fisiológicos, ou de desempenho sejam percebidos, seja possível a detecção do excesso de sobrecarga e, conseqüentemente, o adequado ajuste do plano de treino. Há um longo caminho a ser percorrido.

Declaração de conflito de interesses

Não nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

Pesquisa sem financiamento.

Referências

1. Silva ASR, Santhiago V, Gobatto CA. Compreendendo o overtraining no desporto: da definição ao tratamento. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2006;6(2): 229–238.
2. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and science in sports and exercise*. [Online] 2013;45(1): 186–205. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e318279a10a
3. Kreher JB, Schwartz JB. Overtraining syndrome: a practical guide. *Sports health*. [Online] 2012;4(2): 128–138. Available from: doi:10.1177/1941738111434406
4. Carfagno DG, Hendrix JC. Overtraining syndrome in the athlete: current clinical practice. *Current Sports Medicine Reports*. [Online] 2014;13(1): 45–51. Available from: doi:10.1249/JSR.0000000000000027
5. Halson SL, Jeukendrup AE. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. 2004;34(14): 967–981.

6. MacAuley D, Best T. *Evidence-Based Sports Medicine*. 2 edition. Malden, Mass. ; Oxford: BMJ Books; 2007. 640 p.
7. Sampaio RF, Mancini MC. Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. [Online] 2007;11(1): 83–89. Available from: doi:10.1590/S1413-35552007000100013
8. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Med*. [Online] 2009;6(7): e1000100. Available from: doi:10.1371/journal.pmed.1000100
9. *PROSPERO - International prospective register of systematic reviews*. [Online] Available from: <http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/> [Accessed: 19th February 2015]
10. Decroix L, Piacentini MF, Rietjens G, Meeusen R. Monitoring Physical and Cognitive Overload During a Training Camp in Professional Female Cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. [Online] 2016;11(7): 933–939. Available from: doi:10.1123/ijsp.2015-0570
11. Tian Y, He Z, Zhao J, Tao D, Xu K, Midgley A, et al. An 8-year longitudinal study of overreaching in 114 elite female Chinese wrestlers. *Journal of Athletic Training*. [Online] 2015;50(2): 217–223. Available from: doi:10.4085/1062-6050-49.3.57
12. Majumdar P. Response of selected hormonal markers during training cycles on indian female swimmers. *Biology of Sport*. 2010;27(1): 53–57.
13. Slivka DR, Hailes WS, Cuddy JS, Ruby BC. Effects of 21 days of intensified training on markers of overtraining. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. [Online] 2010;24(10): 2604–2612. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3181e8a4eb
14. Meeusen R, Nederhof E, Buyse L, Roelands B, de Schutter G, Piacentini MF. Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol. *British Journal of Sports Medicine*. [Online] 2010;44(9): 642–648. Available from: doi:10.1136/bjism.2008.049981
15. Bresciani G, Cuevas MJ, Molinero O, Almar M, Suay F, Salvador A, et al. Signs of overload after an intensified training. *International journal of sports medicine*. [Online] 2011;32(5): 338–343. Available from: doi:10.1055/s-0031-1271764
16. Tanskanen MM, Kyröläinen H, Uusitalo AL, Huovinen J, Nissilä J, Kinnunen H, et al. Serum sex hormone-binding globulin and cortisol concentrations are associated with overreaching during strenuous military training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2011;25(3): 787–797. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3181c1fa5d
17. Alaphilippe A, Mandigout S, Ratel S, Bonis J, Courteix D, Duclos M. Longitudinal follow-up of biochemical markers of fatigue throughout a sporting season in young elite rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. [Online] 2012;26(12): 3376–3384. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3182474687
18. Heisterberg MF, Fahrenkrug J, Krstrup P, Storskov A, Kjær M, Andersen JL. Extensive monitoring through multiple blood samples in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. [Online] 2013;27(5): 1260–1271. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3182653d17
19. Marin DP, Bolin AP, Campoio TR, Guerra BA, Otton R. Oxidative stress and antioxidant status response of handball athletes: implications for sport training monitoring. *International Immunopharmacology*. [Online]

- 2013;17(2): 462–470. Available from: doi:10.1016/j.intimp.2013.07.009
20. Le Meur Y, Hausswirth C, Natta F, Couturier A, Bignet F, Vidal PP. A multidisciplinary approach to overreaching detection in endurance trained athletes. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. [Online] 2013;114(3): 411–420. Available from: doi:10.1152/jappphysiol.01254.2012
 21. Sartor F, Vailati E, Valsecchi V, Vailati F, La Torre A. Heart rate variability reflects training load and psychophysiological status in young elite gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2013;27(10): 2782–2790. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e31828783cc
 22. Freitas VH, Nakamura FY, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho MG. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2014;13(3): 571–579.
 23. Chamera T, Spieszny M, Klocek T, Kostrzewa-Nowak D, Nowak R, Lachowicz M, et al. Could biochemical liver profile help to assess metabolic response to aerobic effort in athletes? *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. [Online] 2014;28(8): 2180–2186. Available from: doi:10.1519/JSC.0000000000000398
 24. Milanez VF, Ramos SP, Okuno NM, Boullosa DA, Nakamura FY. Evidence of a Non-Linear Dose-Response Relationship between Training Load and Stress Markers in Elite Female Futsal Players. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2014;13(1): 22–29.
 25. Grove JR, Main LC, Partridge K, Bishop DJ, Russell S, Shepherdson A, et al. Training distress and performance readiness: laboratory and field validation of a brief self-report measure. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. [Online] 2014;24(6): e483-490. Available from: doi:10.1111/sms.12214
 26. Galliera E, Lombardi G, Marazzi MG, Grasso D, Vianello E, Pozzoni R, et al. Acute exercise in elite rugby players increases the circulating level of the cardiovascular biomarker GDF-15. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*. [Online] 2014;74(6): 492–499. Available from: doi:10.3109/00365513.2014.905697
 27. Le Meur Y, Louis J, Aubry A, Guéron J, Pichon A, Schaal K, et al. Maximal exercise limitation in functionally overreached triathletes: role of cardiac adrenergic stimulation. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. [Online] 2014;117(3): 214–222. Available from: doi:10.1152/jappphysiol.00191.2014
 28. Arakawa K, Hosono A, Shibata K, Ghadimi R, Fuku M, Goto C, et al. Changes in blood biochemical markers before, during, and after a 2-day ultramarathon. *Open Access Journal of Sports Medicine*. [Online] 2016;7: 43–50. Available from: doi:10.2147/OAJSM.S97468
 29. Le Meur Y, Buchheit M, Aubry A, Coutts AJ, Hausswirth C. Assessing Overreaching With Heart-Rate Recovery: What Is the Minimal Exercise Intensity Required? *International Journal of Sports Physiology and Performance*. [Online] 2017;12(4): 569–573. Available from: doi:10.1123/ijsp.2015-0675
 30. Ten Haaf T, van Staveren S, Oudenhoven E, Piacentini MF, Meeusen R, Roelands B, et al. Prediction of Functional Overreaching From Subjective Fatigue and Readiness to Train After Only 3 Days of Cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. [Online] 2017;12(Suppl 2): S287–S294. Available from: doi:10.1123/ijsp.2016-0404
 31. Susta D, Dudnik E, Glazachev OS. A programme based on repeated hypoxia-hyperoxia exposure and light exercise enhances performance in athletes with overtraining syndrome: a pilot study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. [Online] 2017;37(3): 276–281. Available from: doi:10.1111/cpf.12296

32. Lombardi G, Vitale JA, Logoluso S, Logoluso G, Cocco N, Cocco G, et al. Circannual rhythm of plasmatic vitamin D levels and the association with markers of psychophysical stress in a cohort of Italian professional soccer players. *Chronobiology International*. [Online] 2017;34(4): 471–479. Available from: doi:10.1080/07420528.2017.1297820
33. Joro R, Uusitalo A, DeRuisseau KC, Atalay M. Changes in cytokines, leptin, and IGF-1 levels in overtrained athletes during a prolonged recovery phase: A case-control study. *Journal of Sports Sciences*. [Online] 2017;35(23): 2342–2349. Available from: doi:10.1080/02640414.2016.1266379
34. Nicoll JX, Hatfield DL, Melanson KJ, Nasin CS. Thyroid hormones and commonly cited symptoms of overtraining in collegiate female endurance runners. *European Journal of Applied Physiology*. [Online] 2018;118(1): 65–73. Available from: doi:10.1007/s00421-017-3723-9
35. Aubry A, Hausswirth C, Louis J, Coutts AJ, Meur YL. Functional Overreaching: The Key to Peak Performance during the Taper? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. [Online] 2014;46(9): 1769–1777. Available from: doi:10.1249/MSS.0000000000000301
36. Aubry A, Hausswirth C, Louis J, Coutts AJ, Buchheit M, Meur YL. The Development of Functional Overreaching Is Associated with a Faster Heart Rate Recovery in Endurance Athletes. *PLOS ONE*. [Online] 2015;10(10): e0139754. Available from: doi:10.1371/journal.pone.0139754
37. Kellmann M. *Enhancing Recovery: Preventing Underperformance in Athletes*. Human Kinetics; 2002. 356 p.
38. Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, Rietjens G, Steinacker J, Urhausen A. Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *European Journal of Sport Science*. [Online] 2006;6(1): 1–14. Available from: doi:10.1080/17461390600617717
39. Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M, Atkinson G, Drust B, Gregson W. Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. [Online] 2015;10(8): 958–964. Available from: doi:10.1123/ijsp.2015-0004
40. Djaoui L, Haddad M, Chamari K, Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology & Behavior*. [Online] 2017;181: 86–94. Available from: doi:10.1016/j.physbeh.2017.09.004
41. Saw AE, Main LC, Gastin PB. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Br J Sports Med*. [Online] 2016;50(5): 281–291. Available from: doi:10.1136/bjsports-2015-094758
42. Task Force. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5): 1043–1065.
43. Grant CC, Mongwe L, Janse van Rensburg DC, Fletcher L, Wood PS, Terblanche E, et al. The Difference Between Exercise-Induced Autonomic and Fitness Changes Measured After 12 and 20 Weeks of Medium-to-High Intensity Military Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2016;30(9): 2453–2459. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3182a1fe46
44. Mourtou L, Bouhaddi M, Perrey S, Cappelle S, Henriot M-T, Wolf J-P, et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2004;24(1): 10–18.
45. Bosquet L, Merkari S, Arvisais D, Aubert AE. Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*. [Online] 2008;42(9): 709–

714. Available from: doi:10.1136/bjism.2007.042200
46. Kiss O, Sydó N, Vargha P, Vágó H, Czimbalmos C, Édes E, et al. Detailed heart rate variability analysis in athletes. *Clinical Autonomic Research: Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society*. [Online] 2016;26(4): 245–252. Available from: doi:10.1007/s10286-016-0360-z
47. Baumert M, Brechtel L, Lock J, Hermsdorf M, Wolff R, Baier V, et al. Heart Rate Variability, Blood Pressure Variability, and Baroreflex Sensitivity in Overtrained Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*. [Online] 2006;16(5): 412–417. Available from: doi:10.1097/01.jsm.0000244610.34594.07
48. Kajaia T, Maskhulia L, Chelidze K, Akhalkatsi V, Kakhabrishvili Z. The effects of non-functional overreaching and overtraining on autonomic nervous system function in highly trained athletes. *Georgian Medical News*. 2017;(264): 97–103.
49. St-Pierre DH, Richard D. The Effect of Exercise on the Hypothalamic–Pituitary–Adrenal Axis. In: Constantini N, Hackney AC (eds.) *Endocrinology of Physical Activity and Sport*. [Online] Humana Press; 2013. p. 37–47. Available from: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-62703-314-5_3 [Accessed: 14th October 2014]
50. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do esporte e do exercício*. São Paulo, SP. Brasil.: Manole; 2001. 709 p.
51. Bandyopadhyay A, Bhattacharjee I, Sousana PK. Physiological Perspective of Endurance Overtraining -- A Comprehensive Update. *Al Ameen Journal of Medical Sciences*. 2012;5(1): 7.
52. Adlercreutz H, Härkönen M, Kuoppasalmi K, Näveri H, Huhtaniemi I, Tikkanen H, et al. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *International Journal of Sports Medicine*. 1986;7 Suppl 1: 27–28.
53. Urhausen A, Gabriel H, Kindermann W. Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Medicine*. 1995;20(4): 251–276.
54. Maso F, Lac G, Filaire E, Michaux O, Robert A. Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. *British Journal of Sports Medicine*. [Online] 2004;38(3): 260–263. Available from: doi:10.1136/bjism.2002.000254
55. Hayes S, Luoma J, Bond F, Masuda A, Lillis J. Acceptance and commitment therapy: Model, processes and outcomes. *Behaviour Research and Therapy*. 2006;44: 1–25.
56. Hayes LD, Sculthorpe N, Young JD, Baker JS, Grace FM. Critical difference applied to exercise-induced salivary testosterone and cortisol using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA): distinguishing biological from statistical change. *Journal of Physiology and Biochemistry*. [Online] 2014; Available from: doi:10.1007/s13105-014-0368-6
57. Trochimiak T, Hübner-Woźniak E. Effect of exercise on the level of immunoglobulin a in saliva. *Biology of Sport / Institute of Sport*. [Online] 2012;29(4): 255–261. Available from: doi:10.5604/20831862.1019662
58. Mackinnon LT. Immunity in athletes. *International Journal of Sports Medicine*. [Online] 1997;18 Suppl 1: S62–68. Available from: doi:10.1055/s-2007-972701
59. Hejazi K, Hosseini S-RA. Influence of Selected Exercise on Serum Immunoglobulin, Testosterone and Cortisol in Semi-Endurance Elite Runners. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2012;3(3): 185–192.
60. Brooks K, Carter J. Overtraining, Exercise, and Adrenal Insufficiency. *Journal of Novel Physiotherapies*. [Online] 2013;3(125). Available from: doi:10.4172/2165-7025.1000125
61. Casuso RA, Aragon-Vela J, Huertas JR, Ruiz-Ariza A, Martínez-Lopez EJ.

- Comparison of the inflammatory and stress response between sprint interval swimming and running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. [Online] 2018;28(4): 1371–1378. Available from: doi:10.1111/sms.13046
62. Meeusen R, Piacentini MF, Busschaert B, Buyse L, De Schutter G, Stray-Gundersen J. Hormonal responses in athletes: the use of a two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over)training status. *European Journal of Applied Physiology*. [Online] 2004;91(2–3): 140–146. Available from: doi:10.1007/s00421-003-0940-1
63. Urhausen A, Gabriel HH, Weiler B, Kindermann W. Ergometric and psychological findings during overtraining: a long-term follow-up study in endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*. [Online] 1998;19(2): 114–120. Available from: doi:10.1055/s-2007-971892
64. Nikolaidis PT. Age-predicted vs. measured maximal heart rate in young team sport athletes. *Nigerian Medical Journal: Journal of the Nigeria Medical Association*. [Online] 2014;55(4): 314–320. Available from: doi:10.4103/0300-1652.137192
65. Finaud J, Scislawski V, Lac G, Durand D, Vidalin H, Robert A, et al. Antioxidant Status and Oxidative Stress in Professional Rugby Players: Evolution Throughout a Season. *International Journal of Sports Medicine*. [Online] 2006;27(2): 87–93. Available from: doi:10.1055/s-2005-837489
66. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*. [Online] 2007;81–82: 209–230. Available from: doi:10.1093/bmb/ldm014
67. Miranda-Vilela AL, Akimoto AK, Lordelo GS, Pereira LCS, Grisolia CK, Klautau-Guimarães M de N. Creatine kinase MM TaqI and methylenetetrahydrofolate reductase C677T and A1298C gene polymorphisms influence exercise-induced C-reactive protein levels. *European Journal of Applied Physiology*. [Online] 2012;112(3): 941–950. Available from: doi:10.1007/s00421-011-1961-9
68. Oliveira CMB de, Sakata RK, Issy AM, Gerola LR, Salomão R. Cytokines and pain. *Revista Brasileira de Anestesiologia*. [Online] 2011;61(2): 260–265. Available from: doi:10.1590/S0034-70942011000200014
69. Knudsen JG, Murholm M, Carey AL, Biensø RS, Basse AL, Allen TL, et al. Role of IL-6 in exercise training- and cold-induced UCP1 expression in subcutaneous white adipose tissue. *PLoS One*. [Online] 2014;9(1): e84910. Available from: doi:10.1371/journal.pone.0084910
70. Mäestu J, Jürimäe J, Purge P, Rämson R, Jürimäe T. Performance improvement is associated with higher postexercise responses in interleukin-6 and tumor necrosis factor concentrations. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2010;50(4): 524–529.
71. Kellmann M, Kallus KW. *The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: User Manual*. Champaign, IL - USA: Human Kinetics; 2001. 118 p.
72. Legros P. Le surentraînement: diagnostic des manifestations psychocomportementales précoces. *Science & Sports*. [Online] 1993;8(2): 71–74. Available from: doi:10.1016/S0765-1597(05)80048-6
73. Guten GN *Running Injuries*. W.B. Saunders; 1997.
74. Chuang L, Lin K, Hsu A, Wu C, Chang K, Li Y, et al. Reliability and validity of a vertical numerical rating scale supplemented with a faces rating scale in measuring fatigue after stroke. *Health and Quality of Life Outcomes*. [Online] 2015;13(1): 91. Available from: doi:10.1186/s12955-015-0290-9
75. Cacioppo JT, Tassinary LG, Berntson GG. *Handbook of Psychophysiology*. 4th ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2016. 2835 p.
76. Iso-Ahola SE. Intrapersonal and interpersonal factors in athletic

- performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1995;5(4): 191–199.
77. Gremion G, Kuntzer T. [Fatigue and reduction in motor performance in sportspeople or overtraining syndrome]. *Revue Medicale Suisse*. 2014;10(428): 962, 964–965.
78. Schweltnus M, Soligard T, Alonso J-M, Bahr R, Clarsen B, Dijkstra HP, et al. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *British Journal of Sports Medicine*. [Online] 2016;50(17): 1043–1052. Available from: doi:10.1136/bjsports-2016-096572



Estudo de Caso

Case Study

Capacidade cardiopulmonar de jogadores de diferentes posições da Seleção Brasileira Militar de futebol: perfil da equipe no início da temporada

Cardiopulmonary Capacity of the Brazilian Army Soccer Team in Different Playing Positions: Early Season Profile

André Helou¹; Danielli Mello^{1,2} PHD; Jose Mauro Malheiros Maia Junior¹; Míriam Raquel Meira Mainenti^{§1,2} PhD

Recebido em: 12 de dezembro de 2017. Aceito em: 26 de março de 2018.
Publicado online em: 29 de março de 2018.

Resumo

Introdução: A contínua evolução do futebol tem exigido uma melhor preparação física dos atletas. Devido a esse fato, fisiologistas têm analisado o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) de atletas como uma maneira de se determinar o nível de preparo físico de cada jogador.

Objetivo: Avaliar a capacidade cardiopulmonar dos jogadores da Seleção Brasileira Militar de Futebol, comparando os resultados entre as diferentes posições da equipe.

Métodos: Pesquisa do tipo observacional seccional. Foram avaliados 28 atletas (cinco zagueiros, cinco laterais, cinco volantes, seis meio-campistas, sete atacantes, idade entre 19 e 40 anos). Os participantes foram submetidos a um teste de esforço cardiopulmonar com um protocolo de rampa (0,4 km/h a cada 30 segundos, iniciando com 8,0 km/h), avaliando VO_2 , ventilação minuto, velocidade, frequência cardíaca tanto no limiar anaeróbico quanto no esforço máximo. A comparação entre as posições foi feita através da análise de variância (ANOVA) *One-way* ($p < 0,05$).

Resultados: O VO_{2max} não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as posições ($p=0,163$): 55,89 ± 7,39 ml/kg/min (zagueiros); 52,55 ± 6,21 ml/kg/min (laterais); 49,65 ± 6,22 ml/kg/min (volantes); 53,81 ± 5,18 ml/kg/min (meio campistas) e 58,35 ± 4,85 ml/kg/min (atacantes). Comportamento similar foi observado para as demais variáveis analisadas, tanto para o momento de limiar anaeróbico, quanto para o esforço máximo.

Conclusão: Os atletas não apresentaram diferença tanto em relação à capacidade cardiopulmonar máxima quanto ao limiar anaeróbico, segundo posições dos jogadores o que pode ser explicado pelo período inicial da temporada de treinamento e competição.

Palavras-chave: consumo de oxigênio, esforço físico, frequência cardíaca, militares, futebol.

Pontos-Chave Destaque

- Quase 70% dos atletas apresentaram classificação "excelente" para o consumo de oxigênio máximo (VO_{2max}).
- A diferença esperada na capacidade cardiopulmonar entre as posições não esteve evidente, tanto para o comportamento máximo, como na intensidade de limiar.
- A ausência de diferenças pode ser explicada pelo período inicial da temporada de treinamento e competição.

§ Autor correspondente: Míriam Raquel Meira Mainenti – e-mail: miriam.mainenti@hotmail.com.

Afiliações: ¹Exército Brasileiro (EB/Brasil); ²Escola de Educação Física do Exército (EsFEEx/RJ/Brasil).

Abstract

Introduction: The soccer is continually evolving, and it requires better athlete's physical preparation. Physiologists have analyzed athlete's maximum oxygen uptake (VO_{2max}) to determine players physical fitness.

Objective: To evaluate the cardiopulmonary capacity of the Brazilian Army Soccer Team, comparing the results among the different playing positions.

Methods: Observational cross-sectional research. Twenty-eight athletes (19-40 years old) were evaluated (five defenders, five lateral midfielders, five central defenders, six central midfielders, seven forwards). Participants were submitted to a cardiopulmonary exercise testing with a ramp protocol (increment of 0.4 km/h each 30 seconds, starting at 8.0 km/h), assessing at anaerobic threshold and peak effort the following variables: VO_2 , pulmonary ventilation, velocity, heart rate. A ANOVA one-way was used to compare positions ($p < 0.05$).

Results: VO_{2max} did not presented statistical difference among positions ($p = 0.163$): 55.89 ± 7.39 ml/kg/min (defenders); 52.55 ± 6.21 ml/kg/min (lateral midfielders); 49.65 ± 6.22 ml/kg/min (central defenders); 53.81 ± 5.18 ml/kg/min (central midfielders) e 58.35 ± 4.85 ml/kg/min (forwards). The same pattern was observed for the other analyzed variables, both for anaerobic threshold and peak effort time points.

Conclusion: The athletes did not present difference as much in relation to the maximum cardiopulmonary capacity as to the anaerobic threshold, according to the positions of the players which can be explained by the initial period of the training and competitive season.

Keywords: oxygen consumption, physical exertion, heart rate, military personnel, soccer.

Keypoints

- Almost 70% of the athletes presented an "excellent" classification for maximal oxygen consumption (VO_{2max}).
- The expected difference in cardiopulmonary capacity between the positions was not evident, for both the maximum behavior and the threshold intensity.
- The lack of differences can be explained by the initial period of training and competition season.

Capacidade cardiopulmonar de jogadores de diferentes posições da Seleção Brasileira Militar de futebol: perfil da equipe no início da temporada

Introdução

O futebol é um dos esportes mais praticados ao redor do mundo, seja no âmbito da educação, do lazer ou do alto rendimento(1). Nos últimos anos, houve uma notória evolução na maneira de jogar, exigindo cada vez mais um maior preparo físico, técnico e psicológico. Nesse contexto de exigências, o futebol tem se tornado cada vez mais competitivo, aumentando a necessidade da busca de um melhor condicionamento físico, aliado ao treinamento tático e técnico adequado(2).

Durante uma partida, o atleta necessita realizar uma grande variedade de movimentos, dentre os quais podem ser citados: saltos, chutes, arrancadas, corridas com variação de direção e de intensidade, executados conforme a posição durante o

jogo. Quando se fala em posicionamento do atleta em campo, as posições são as seguintes: goleiro, zagueiros, laterais, volantes, meio campistas e atacantes(3,4).

No decorrer de uma partida, é necessária a realização de esforços intermitentes, com a variação na utilização dos sistemas anaeróbico e aeróbico. A intensidade do esforço físico dependerá de como o jogador realizará o seu posicionamento, da preparação do adversário e da relevância da partida, resultando na predominância do sistema energético aeróbico utilizado. Isso pode ser observado por meio do registro da distância percorrida, durante uma partida, que pode chegar a aproximadamente 11 km, em média, durante os 90 minutos(5,6).

Com a grande demanda de utilização do sistema aeróbico, cresce em importância a

capacidade cardiopulmonar, que pode ser avaliada pela medida do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$)(7). Tem-se observado que essa é uma capacidade motora necessária para a determinação da melhora no desempenho físico do futebolista, sendo o treinamento de tal valência de extrema importância para qualquer equipe da modalidade(7).

Na literatura, alguns pesquisadores investigaram a capacidade cardiopulmonar em esforço de jogadores de futebol em relação às posições de jogo. Cruz et al. encontraram valores semelhantes em relação às diversas posições de jogo(4), enquanto Balikian et al. verificaram que os goleiros apresentaram VO_{2max} inferior em relação a todos os outros grupos de jogadores(8). Mais recentemente, Santos-Silva et al. identificaram maiores valores de VO_2 no pico do esforço para os meio campistas e os laterais em relação aos zagueiros centrais e atacantes(9). Nesse contexto, parece ainda não haver um consenso na literatura, sendo necessária e justificada a realização de mais trabalhos nessa temática. As Forças Armadas realizam o Programa de Atletas de Alto Rendimento, que convoca atletas voluntários e renomados para servir e representá-las, tanto em competições militares quanto em civis. Esse programa visa conquistar resultados cada vez mais expressivos no esporte a nível mundial. Após a convocação, os atletas são concentrados em algum Centro de Treinamento da Seleção Brasileira Militar de Futebol. Com a realização do 6º Jogos Mundiais Militares, na Coreia do Sul, a seleção se concentrou na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) para a realização dos treinamentos voltados para essa competição. Todavia, não foi identificado na literatura nenhum estudo que tivesse avaliado as possíveis diferenças em capacidade aeróbica de atletas militares de futebol, especificamente de elite. Tal consolidação pode contribuir para a aplicação de treinamentos físicos que considerem a peculiaridade da posição do jogador.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade cardiopulmonar em esforço dos jogadores da Seleção Brasileira Militar de Futebol, comparando os resultados obtidos entre as diferentes posições de jogo: zagueiro, lateral, volante, meio campo e

atacante. A hipótese foi que os valores de $VO_{2máx}$ seriam mais elevados para os laterais em relação aos zagueiros, devido à maior e menor exigência de movimentação, respectivamente, durante o jogo.

Métodos

O presente estudo, de natureza observacional seccional, faz parte de um projeto mais abrangente previamente aprovado pelo sistema CEP-CONEP sob o número CAAE: 42533315.5.0000.5235. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para participação em pesquisa envolvendo seres humanos, de acordo com as normas da Declaração de Helsinki(10), e com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, Brasil.

Amostra

Compuseram a amostra 28 atletas da Seleção Brasileira Militar de Futebol, com idade entre 19 e 40 anos, que participaram dos treinamentos na EsEFEx, visando à preparação para os 6º Jogos Mundiais Militares, disputados na Coreia do Sul.

Foram utilizados como critérios de inclusão atletas voluntários a participação do estudo que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os critérios de exclusão foram apresentar lesões ou limitações osteomioarticulares que impossibilitassem a realização dos exercícios programados, estar em uso de substâncias ergogênicas e, também, foram excluídos das análises os goleiros, visto que as demandas em capacidade aeróbica dessa posição são menores em comparação com as demais posições. Essa metodologia tem sido utilizada na literatura.

Coleta de dados

O agendamento da avaliação foi feito juntamente com a equipe técnica para evitar que a realização dos testes atrapalhasse o planejamento do treinamento da equipe. Anteriormente ao dia do teste, foram passadas informações importantes, tais como não realizar atividade física extenuante, não ingerir bebidas alcoólicas ou cafeína no dia ou na noite anterior; e não fumar nas últimas quatro horas antes do teste de esforço cardiopulmonar.

No dia do teste, foram realizadas as medidas antropométricas de massa corporal total e estatura utilizando uma balança com estadiômetro acoplado modelo 2098PP (Toledo, Brasil), com precisão de 50g e 0,005m respectivamente. Foi utilizado o protocolo da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK)(11).

O teste de esforço cardiopulmonar foi feito no Laboratório de Biociências (LaBio-EsEFEx), com um protocolo de rampa adaptado (modulando apenas a velocidade), em uma esteira rolante (Technogym, Itália). Descrevendo brevemente o teste, os participantes fizeram um aquecimento de 3 minutos a uma velocidade de 8,0 km/h. Em seguida, houve um incremento de 0,4 km/h a cada 30 segundos. As características do protocolo foram escolhidas para garantir uma duração do teste entre 8 e 12 minutos, seguindo a recomendação da *American Heart Association*(12). A fase de recuperação foi realizada com uma velocidade de 40% da máxima atingida por três minutos para observação do comportamento cardiopulmonar retornando ao repouso.

A análise das trocas gasosas foi feita com o uso do analisador metabólico de gases VO2000 (Medical Graphics, EUA) e para a medida da vazão respiratória foi utilizado um pneumotacógrafo para fluxo médio e alto (Medical Graphics, EUA). Os dados de vazão respiratória e frações expiradas de O₂ e CO₂ foram medidos a cada respiração, sendo armazenados como média de cada três respirações. As variáveis cardiopulmonares calculadas a partir desses valores foram: consumo de oxigênio – VO₂; produção de dióxido de carbono – VCO₂; ventilação pulmonar – VE; razão de trocas gasosas – VCO₂/VO₂, “R”; equivalentes ventilatórios de oxigênio e dióxido de carbono – VE/VO₂ e VE/VCO₂. Elas foram avaliadas no limiar anaeróbico ventilatório e no esforço máximo.

A frequência cardíaca, medida por um frequencímetro modelo RCX3 GPS (Polar, Finlândia), também foi registrada nos momentos do teste mencionado previamente. Adicionalmente, foi calculada a FC de reserva (FC máxima – FC pré-teste). Outra variável analisada foi a velocidade (km/h), marcando a

intensidade absoluta tanto no limiar anaeróbico quanto no esforço máximo. O teste teve característica sintoma-limitante, sendo interrompido por solicitação do avaliado ou no aparecimento de algum critério de interrupção, de acordo com o *American College of Sports Medicine*(13), dentre os quais: início de angina, tonteira, confusão, palidez, ausência do aumento na FC com uma maior intensidade do exercício, manifestações físicas ou verbais de fadiga extrema.

Os participantes do estudo foram estimulados verbalmente durante a execução do teste. A pressão arterial também foi aferida antes e após o teste para acompanhamento do comportamento do sistema cardiovascular em esforço e para resguardar a segurança do avaliado (Esfigmomanômetro aneróide, P.A. MED, Brasil). Da mesma forma, foi utilizada a escala de percepção de esforço modificada de Borg(14), variando de 0 (ausência de cansaço) a 10 (cansaço máximo), para avaliar o nível de desconforto relacionado ao empenho durante o exercício.

A identificação dos limiares ventilatórios foi feita adotando-se a técnica da análise dos equivalentes ventilatórios de oxigênio e gás carbônico (VE/VO₂ e VE/VCO₂, respectivamente). O momento do esforço em que foi observado um aumento no VE/VO₂ sem o concomitante aumento no VE/VCO₂ foi caracterizado como o limiar ventilatório I (15,16). O limiar ventilatório II foi caracterizado ao observar o aumento da ventilação pulmonar sem o concomitante aumento da produção de gás carbônico, determinando o aumento do VE/VCO₂(16,17). A classificação do VO₂ foi feita de acordo com a proposta para dados nacionais de Herdy e Caixeta(18).

Análise estatística

Para caracterização da amostra, foi feita análise estatística descritiva, com cálculo da média ± desvio padrão para as variáveis numéricas e frequência absoluta (relativa, %) para as variáveis categóricas. Foram adotadas estratégias paramétricas, uma vez que a normalidade dos dados foi constatada pelo teste de Shapiro Wilk.

A comparação da capacidade cardiopulmonar entre as posições (zagueiro,

lateral, volante, meio campo e atacante) foi feita pela análise de variância para um fator (ANOVA *One-way*). O *post hoc* de Tukey foi aplicado na presença de significância estatística pela ANOVA.

Resultados

O presente estudo avaliou 28 atletas masculinos, com idade média de $26,32 \pm 5,16$ anos; $70,05 \pm 12,9$ kg de massa corporal total (MCT); e $1,79 \pm 0,12$ m de estatura. A

amostra total foi dividida entre as posições: cinco zagueiros (17,9%), cinco laterais (17,9%), cinco volantes (17,9%), seis meio-campistas (21,4%) e sete atacantes (25%), que não foram diferentes entre si quanto idade e condições hemodinâmicas pré-esforço. Os zagueiros apresentaram maior MCT e estatura que os volantes e meio campistas, além de maior MCT que os atacantes (Tabela 1).

Em relação aos dados cardiopulmonares, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos,

Tabela 1 – Dados antropométricos e condições hemodinâmicas pré-esforço, por posição

Variável	Zagueiro (n=5) Média (DP)	Lateral (n=5) Média (DP)	Volante (n=5) Média (DP)	Meio-Campo (n=6) Média (DP)	Atacante (n=7) Média (DP)	P
Idade (anos)	30,20 (3,94)	25,80 (2,95)	25,60 (4,56)	26,17 (4,79)	24,57 (5,68)	0,461
MCT (kg)	83,57 ^a (3,27)	78,51 (5,11)	71,72 (4,67)	71,10 (6,87)	73,11 (7,03)	0,008
Estatura (m)	1,85 ^b (0,04)	1,78 (0,30)	1,75 (0,05)	1,75 (0,03)	1,78 (0,08)	0,023
FC (bpm)	76,80 (13,26)	70,60 (8,79)	79,00 (7,38)	74,00 (12,38)	78,57 (9,98)	0,676
PAS (mmHg)	134,20 (12,09)	132,20 (3,03)	129,20 (11,97)	126,67 (12,24)	126,29 (7,06)	0,610
PAD (mmHg)	95,00 (8,66)	86,80 (6,42)	82,00 (9,06)	81,00 (11,50)	86,71 (11,92)	0,209

Valores expressos como média (desvio padrão); P: p-valor resultado da ANOVA; ^ap < 0,05 comparado aos valores dos volantes, meio campistas e atacantes (*post hoc* de Tukey); ^bp < 0,05 comparado aos valores dos volantes e meio campistas (*post hoc* de Tukey).

analisando as variáveis no momento do limiar anaeróbico ventilatório (Tabela 2).

Foi aplicada a classificação do VO_{2máx}(18) dos atletas, específica para cada idade: 67,9% foram classificados como excelente, 14,3% como bom e 17,9% como regular. A Tabela 3 mostra os valores para as variáveis no esforço máximo, as quais também não apresentaram diferença. A Figura 1 destaca as variáveis consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}) e reserva da FC, cujas análises revelaram valores de p na

ANOVA de 0,163 e 0,183, respectivamente.

Discussão

O objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação da capacidade cardiopulmonar em esforço dos jogadores da Seleção Brasileira Militar de Futebol, comparando os resultados obtidos entre as posições de zagueiro, lateral, volante, meio campo e atacante. A análise das variáveis e comparações entre essas posições, tanto no

Tabela 2 – Dados cardiopulmonares no momento do limiar aeróbico ventilatório, por posição

Variável	Zagueiro (n = 5) Média (DP)	Lateral (n = 5) Média (DP)	Volante (n = 5) Média (DP)	Meio-Campo (n = 6) Média (DP)	Atacante (n = 7) Média (DP)	P
Vel (km/h)	13,84 (1,54)	13,50 (0,82)	13,76 (1,19)	14,53 (1,47)	14,62 (1,19)	0,517
FC (bpm)	170,80 (11,54)	167,00 (10,23)	166,60 (9,79)	173,00 (10,60)	172,29 (15,26)	0,863
VE (l/min)	79,98 (10,36)	60,75 (5,05)	60,58 (11,44)	73,77 (20,47)	72,90 (14,50)	0,167
VO ₂ (ml/kg/min)	47,79 (9,39)	37,85 (4,13)	40,53 (5,07)	45,31 (7,06)	47,66 (5,95)	0,105
% do VO _{2máx}	85,71 (13,29)	73,52 (4,98)	81,92 (8,16)	83,89 (6,53)	81,47 (5,40)	0,253

Valores expressos como média (desvio padrão); *P*: p-valor resultado da ANOVA; Vel = Velocidade; FC=frequência cardíaca; VE = ventilação minuto; VO₂ = consumo de oxigênio; % do VO_{2máx} = consumo de oxigênio do limiar expresso como percentual do consumo de oxigênio do esforço máximo.

Tabela 3 – Dados cardiopulmonares no momento do esforço máximo, por posição

Variável	Zagueiro (n = 5) Média (DP)	Lateral (n = 5) Média (DP)	Volante (n = 5) Média (DP)	Meio-Campo (n = 6) Média (DP)	Atacante (n = 7) Média (DP)	P
Vel (km/h)	16,64 (1,28)	17,68 (0,52)	17,36 (0,46)	17,20 (1,82)	17,49 (0,82)	0,64
FC (bpm)	185,20 (5,76)	188,00 (4,64)	183,20 (9,65)	189,00 (8,51)	187,57 (8,48)	0,74
VE (l/min)	112,92 (12,70)	118,38 (10,71)	101,16 (15,99)	106,45 (17,08)	114,78 (14,45)	0,34

Valores expressos como média (desvio padrão); *P*: p-valor resultado da ANOVA; Vel=Velocidade; FC = frequência cardíaca; VE = ventilação minuto.

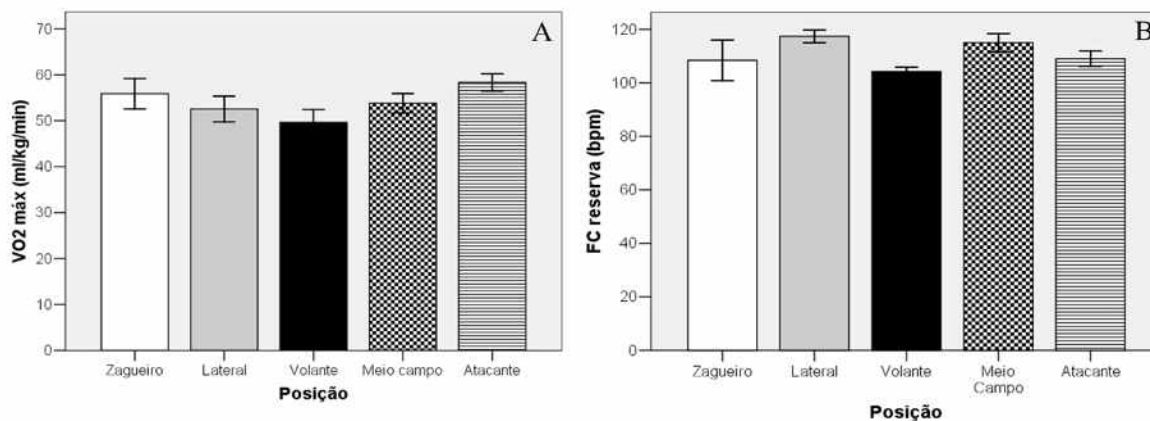


Figura 1 – Consumo Máximo de Oxigênio (A) e Frequência Cardíaca de Reserva (B), por posição

momento do limiar anaeróbico, quanto no esforço máximo, mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os jogadores. Foi observado também que a maioria dos atletas apresentou uma excelente capacidade cardiopulmonar. Estes achados estão em concordância com resultados de outros estudos presentes na literatura, nos quais, também, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas na capacidade aeróbica de jogadores de futebol segundo posições de jogo(4,8,19–21). Um estudo realizado na Grécia, com trinta e dois atletas sub-19(19), dividiu a amostra em três grupos de jogadores: defensores (grupo A), meio campistas (grupo B) e atacantes (grupo C). Os autores não identificaram diferença entre a capacidade cardiopulmonar de jogadores de diferentes posições.

Uma possível explicação para a ausência de diferença entre as posições é o fato dos testes terem sido aplicados no início da temporada. Nessa fase do treinamento, chamada de fase básica, cuja duração varia de acordo com a periodização planejada pelo treinador (anual, semestral ou quadrimestral) e busca-se preparar o atleta para a temporada. Para isso, são incluídos treinamentos com predominância do volume sobre intensidade(22), com mínima ou nenhuma diferença nos estímulos dados aos jogadores das diferentes posições. Nas fases subsequentes se atende mais às necessidades de cada posição, que exige posturas tática e

técnica diferentes. Com essa exigência sendo atendida, e executando os treinamentos de forma objetiva, os mesmos tornam-se mais eficazes(23) e as diferenças poderão ser discriminadas. Na fase específica se desenvolve a força explosiva, a resistência anaeróbica e a velocidade de deslocamento, levando sempre em consideração a especificidade da posição e da modalidade(22).

Outra possibilidade para explicar a similaridade de capacidade cardiopulmonar dos jogadores de diferentes posições é que com a maior exigência física e tática do futebol moderno, os jogadores desempenham suas funções de forma dinâmica, chegando a percorrer aproximadamente 10 km por partida, necessitando assim, de uma maior movimentação durante o jogo. Com essa nova tendência, os jogadores acabam desenvolvendo, de forma semelhante, suas capacidades cardiopulmonares(19,24).

Consoante a esse estudo, Cruz et al.(4) encontraram valores de VO2máx semelhantes entre os jogadores das diferentes posições, utilizando um teste indireto para avaliação da potência aeróbica (Yo-Yo de Recuperação Intermitente nível 2) e uma amostra de jogadores da categoria sub-18. O valor de VO2máx para os zagueiros foi de $42,03 \pm 1,81$ ml/kg/min; para os laterais foi de $41,44 \pm 1,13$ ml/kg/min; para os meio campistas $41,86 \pm 1,34$ ml/kg/min; e para os atacantes foi de $41,37 \pm 1,15$ ml/kg/min.

Apenas um dos estudos revisados encontrou diferença entre jogadores da linha(9). Foram avaliados 60 atletas, com os meio campistas e laterais apresentando maiores valores de VO₂ de pico ($61,2 \pm 3,6$ e $61,3 \pm 3,1$ ml/kg/min, respectivamente) do que as demais posições estudadas (zagueiros: $54,4 \pm 2,5$; atacantes: $56,9 \pm 4,4$ ml/kg/min)(9).

Ao analisarmos os dados antropométricos e condições hemodinâmicas pré-esforço da amostra, observamos que a massa corporal total e a estatura dos zagueiros são maiores do que dos atletas das outras posições. Essa tendência do futebol moderno permanece devido às características físicas, técnicas e táticas da posição, que exige do jogador a realização de vários saltos verticais para defesa de bola aérea, bem como a utilização de altos níveis de força, agilidade e velocidade para a manutenção tática das linhas de marcação durante o jogo(23). Ainda para esse autor, para atender a essas exigências, é necessário que os zagueiros possuam uma altura mínima de 1,85m e um bom condicionamento físico para marcar a equipe adversária durante todo o jogo. Tais características podem também ser encontradas nos estudos de Prado et al.(25), Cetolin et al.(26) e Cruz et al.(4), nos quais os zagueiros apresentaram maiores valores de estatura e massa corporal total quando comparados aos jogadores das outras posições.

Pontos fortes e limitações do estudo

Dentre os pontos fortes do presente estudo, destaca-se o alto nível competitivo da amostra, com análise dos jogadores que estiveram presentes nos 6º Jogos Mundiais Militares. Além disso, a avaliação das variáveis cardiopulmonares foi feita com o instrumento padrão ouro, o ergoespirômetro, considerando cada respiração do avaliado (análise *breath by breath*).

Dentre as limitações do estudo está a fase do treinamento em que as avaliações foram realizadas, uma vez que, na fase básica o trabalho realizado é uniforme, independentemente da posição do atleta. Outro ponto que poderia ser melhorado no estudo seria o tamanho amostral para cada posição avaliada. Entretanto, a expansão amostral não foi possível, pois, foram avaliados todos os

atletas à disposição das Forças Armadas para a participação nos 6º Jogos Mundiais Militares.

Conclusão

Baseado nos resultados obtidos, foi possível perceber que não houve diferença estatisticamente significativa na capacidade cardiopulmonar máxima e em limiar anaeróbico entre os jogadores das diferentes posições da Seleção Brasileira Militar de Futebol. A equipe começou a temporada na preparação para os 6º Jogos Mundiais Militares com quase 70% dos seus atletas com classificação “excelente” para o consumo de oxigênio máximo (VO₂max).

Sugere-se que futuros estudos realizem o acompanhamento durante toda a temporada, especialmente após o treinamento específico, a fim de aprofundar o assunto nessa população que ainda carece de estudos.

Agradecimentos

Agradecemos à Comissão de Desportos do Exército (CDE) que mediou o contato com a Seleção Brasileira Militar de Futebol, tornando possível a presente pesquisa.

Declaração de conflito de interesses

Não nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

A pesquisa foi conduzida com equipamentos e pessoal do próprio Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), ao qual a Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) é subordinada.

Referências

1. Vasconcelos Júnior J, Assis TO. Lesões em atletas de futebol profissional de um clube da cidade de Campina Grande-PB. Revista de Atenção à Saúde (antiga Rev. Bras. Ciên. Saúde). [Online] 2011;8(26). Available from: doi:10.13037/rbcs.vol8n26.1066 [Accessed: 2nd April 2018]
2. Dutra LC, Silva FS, Guimarães MB, Paoli PB, Lima RC. Análise das metodologias de treinamento tático no futebol. Revista Brasileira de Futebol

- (The Brazilian Journal of Soccer Science). 2014;6(2): 27–36.
3. Silva RDTA da, Navarro AC. Análise e caracterização de atletas e posições através das ações com bola no campeonato brasileiro de futebol série A 2013. RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol. [Online] 2014;6(21). Available from: <http://www.rbff.com.br/index.php/rbff/article/view/281> [Accessed: 2nd April 2018]
 4. Cruz WS da, Cesar DJ. Análise da aptidão física de atletas de futebol da categoria sub-18, por posição de jogo. Journal of Amazon Health Science. 2015;1(1): 69–77.
 5. Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsø F. Activity profile of competition soccer. Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport. 1991;16(2): 110–116.
 6. Guerra I, Soares E de A, Burini RC. Aspectos nutricionais do futebol de competição. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. [Online] 2001;7(6): 200–206. Available from: doi:10.1590/S1517-86922001000600003
 7. Souza J de, Zucas SM. Alterações da resistência aeróbica em jovens futebolistas em um período de 15 semanas de treinamento. Journal of Physical Education. 2008;14(1): 31–36.
 8. Balikian P, Lourenção A, Ribeiro LFP, Festuccia WTL, Neiva CM. Maximal oxygen uptake and anaerobic threshold in professional soccer players: comparison between different positions. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. [Online] 2002;8(2): 32–36. Available from: doi:10.1590/S1517-86922002000200002
 9. Santos-Silva PR, Pedrinelli A, Greve JMD, Santos-Silva PR, Pedrinelli A, Greve JMD. Blood lactate and oxygen consumption in soccer players: comparison between different positions on the field. MedicalExpress. [Online] 2017;4(1). Available from: doi:10.5935/medicalexpress.2017.01.02 [Accessed: 2nd April 2018]
 10. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA. [Online] 2013;310(20): 2191–2194. Available from: doi:10.1001/jama.2013.281053
 11. Mike Marfell-Jones TO Arthur Stewart and Lindsay Carter. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, Sth Africa.: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.; 2006.
 12. Balady GJ, Arena R, Sietsema K, Myers J, Coke L, Fletcher GF, et al. Clinician’s Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. [Online] 2010; Available from: doi:10.1161/CIR.0b013e3181e52e69 [Accessed: 2nd April 2018]
 13. Medicine AC of S. ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription.. 8th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2009. 400 p.
 14. Borg G. Borg’s Perceived Exertion and Pain Scales. Human Kinetics; 1998. 124 p.
 15. Dickstein K, Barvik S, Aarsland T, Snapinn S, Karlsson J. A comparison of methodologies in detection of the anaerobic threshold. Circulation. 1990;81(1 Suppl): II38-46.
 16. Wasserman K. Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. 620 p.
 17. Silva AC da, Torres FC. Ergometric evaluation in Brazilian paralympic athletes. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. [Online] 2002;8(3): 107–116. Available from:

- doi:10.1590/S1517-86922002000300008
- doi:http://dx.doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v21n2p11-18
18. Herdy AH, Caixeta A, Herdy AH, Caixeta A. Brazilian Cardiorespiratory Fitness Classification Based on Maximum Oxygen Consumption. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. [Online] 2016;106(5): 389–395. Available from: doi:10.5935/abc.20160070
 19. Metaxas T, Sendelides T, Koutlianos N, Mandroukas K. Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2006;46(4): 520–525.
 20. Costa EC, Guerra FEF, Knackfuss MI, Nunes N. Consumo máximo de oxigênio de jogadores de futebol profissional de uma equipe potiguar: comparação entre diferentes posições. *RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. [Online] 2011;1(5). Available from: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/43> [Accessed: 2nd April 2018]
 21. Gallo CR, Zamai CA, Vendite L, Libardi CA. Análise das ações defensivas e ofensivas, e perfil metabólico da atividade do goleiro de futebol profissional. *Conexões*. [Online] 2010;8(1). Available from: doi:10.20396/conex.v8i1.8637753 [Accessed: 2nd April 2018]
 22. Dantas EHM. *A Prática da Preparação Física*. Edição: 6a. São Paulo, SP: Roca; 2014.
 23. Drubsky R. *O universo tático do futebol: escola brasileira*. Editora Health; 2003. 336 p.
 24. Ravagnani FC de P, Paz WB, Brandão CFC e CM, Filho AD dos reis R, Fett CA, Ravagnani C de FC. Perfil físico das diferentes posições de jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. [Online] 2013;21(2): 11–18. Available from:
 25. Prado WL do, Botero JP, Guerra RLF, Rodrigues CL, Cuvello LC, Dâmaso AR. Anthropometric profile and macronutrient intake in professional Brazilian soccer players according to their field positioning. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. [Online] 2006;12(2): 61–65. Available from: doi:10.1590/S1517-86922006000200001
 26. Cetolin T, Foza V, Silva JF da, Guglielmo LGA, Siqueira OD, Cardoso MF da S, et al. Comparison of anaerobic power between tactical positions in soccer players: a retrospective study. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*. [Online] 2013;15(4): 507–516. Available from: doi:10.5007/1980-0037.2013v15n4p507

Normas para Publicação

Instruções aos Autores

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>

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 o programa computacional Farejador de Plágio® (*Plagiarism Combat*®) 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.

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 justifica-se 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.

Para todos os manuscritos linguagem não discriminatória, é obrigatória. Termos sexistas ou racistas não devem ser utilizados.

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:

- Ensaios clínicos randomizados controlados (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?articleId=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.

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 do estudo em contribuição ao conhecimento
- Nomes completos dos autores
- Palavras-chave (até cinco) para fins de indexação
- Indicação do autor correspondente
- Contatos: endereço postal, números de telefone do autor correspondente e endereços de e-mail de todos os autores
- Titulação de cada um dos autores
- Afiliação dos autores

- Agradecimentos
- 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 submissão, 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 aumentar 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

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

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

8. Referências

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 baixo), 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. Recomenda-se a inclusão dos DOI na lista de referências.

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 Edanze 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 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 Compêndio 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 e o autor correspondente (responsável pela submissão do artigo) ao marcar o aceite da cessão dos direitos autorais estará responsabilizando-se pelos demais autores.

Decisões editoriais

Aceito: Esta decisão implica que o artigo não sofrerá ajustes de conteúdo, apenas pequenas alterações editoriais.

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 afim 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 afim 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 política de acesso da Revista é livre e os textos podem ser utilizados em citações, desde que devidamente referenciados. A Revista de Educação Física / Journal of Physical Education utiliza a licença Creative Commons.

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

Indexações

- **LATINDEX – *Sistema Regional de Información em 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.**

Portal de Portales
latindex



SBB
BRAZILIAN SOCIETY
OF BIOMECHANICS



ABEPEEX

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS EM PSICOLOGIA DO ESPORTE E DO EXERCÍCIO

EXÉRCITO BRASILEIRO

Braço Forte – Mão Amiga



**Centro de Capacitação Física do Exército
(CCFEx)**



2015

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