REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO

2017/S4A

REVISTA
PORTUGUESA
DE CIÊNCIAS
DO DESPORTO

RPCD

2017/S4A

ÍNDICE

11 Apresentação
António Manuel Fonseca

13 Resistance properties of elastic tubing commonly used in rehabilitation and sports training and the effects of previous cyclic loading-unloading
Leandro Vinhas de Paula, Emerson Filipeino Coelho, Renato Melo Ferreira, Emerson Cruz de Oliveira, Francisco Zacaron Werneck, Cleudmar Amaral de Araújo

29 Muscle rate of torque development in female futsal players
Ana Carolina de M A Rodrigues, Nathália Arnosti Vieira, Sergio Augusto Cunha, Sérgio Rocha Piedade

38 Aumento no volume total de indivíduos submetidos ao treinamento de força com falha concêntrica
Karine Naves de O Goulart, Iago Bozzi Vaccari, Marcos Daniel M Drummond, Ytalo Mota Soares, Reginaldo Gonçalves, Leszek Antoni Szmuchrowski, Bruno Pena Couto

49 Technical-tactical comparisons between weight divisions in elite judo athletes
Ciro José Brito, Danilo Gomes Moreira, José Raimundo Fernandes, Aparecido Pimentel Ferreira, Cláudio Córdova, Renato André Souza da Silva, Bianca Miark

68 Comparação dos níveis de desempenho físico em atletas de BMX após 5 meses de treinamento
Ramon Lopes Fernandes, Júlio César Piedade M S Rocha, Guilherme de Azambuja Pussieldi

77 Efeitos de bebidas energéticas no equilíbrio hidroeletrolítico em exercício
Juscelia Cristina Pereira, Valéria Cristina Faria, Ana Paula Muniz Guttierres, Rita de Cássia G Alfenas, João Carlos Bouzas Marins

90 Estimativa da aptidão aeróbia de jovens atletas a partir de testes de campo
Francisco de Assis Manoel, Ramon Cruz, Cristovão Antônio dos R S Vilela, Bruno Pereira Melo, Danilo Leonel Alves, Phelipe Henrique C de Castro, Fernando Roberto de Oliveira

99 Classificação da aptidão cardiorrespiratória em escolares do Distrito Federal/Brasil por meio do teste de Shuttle Run 20 metros
Carlos Ernesto, Noriberto Barbosa da Silva, Amanda Alves da Silva, Severino Leão de A Neto, Francisco Martins da Silva, Gislane Ferreira de Melo

115 Prevalência do uso de esteroides anabólicos androgênicos em praticantes de musculação de Teresina-PI
Gilbert Graciano Silva, Aline de Freitas Brito, Fabiana Ranielle S Nogueira, Jefferson Fernando C R Júnior, Sergio Luiz Galan Ribeiro, Caio Victor C de Oliveira, Marcos Antônio P dos Santos

125 Resposta térmica da pele ao exercício em remoergômetro de alta versus moderada intensidade em homens fisicamente ativos
Alisson Gomes da Silva, Maicon Rodrigues Albuquerque, Ciro José Brito, Samuel Angelo Ferreira Oliveira, Guilherme Martins Stroppa, Manuel Sillero-Quintana, João Carlos Bouzas Marins

138 Avaliação de um protocolo de exercício em plataforma vibratória sobre as alterações hematológicas em jovens sedentárias
Rogério Wagner da Silva, Eduardo Resende Sousa e Silva, Laura Viana Lima, Sylvia Christina Sarkis Lima, Esther Agnes P Lanna da Costa, Fábio Antônio Tenório de Melo, Nanci Maria de França

152 Atividades físicas para crianças com câncer em uma cidade do interior do Estado de São Paulo
Jéssica Eloá Poletto, Isabella Freguglia de Oliveira, Raphaela Espanha, Lia Carla Gordon Leme, Rute Estanislava Tolocka

CORPO EDITORIAL DA RPCD

CONSELHO EDITORIAL

Adroaldo Gaya (UNIVERSIDADE FEDERAL RIO GRANDE SUL, BRASIL)
António Prista (UNIVERSIDADE PEDAGÓGICA, MOÇAMBIQUE)
Eckhard Meinberg (UNIVERSIDADE DESPORTO COLÓNIA, ALEMANHA)
Gaston Beunen (UNIVERSIDADE CATÓLICA LOVAINA, BÉLGICA)
Go Tani (UNIVERSIDADE SÃO PAULO, BRASIL)
Ian Franks (UNIVERSIDADE DE BRITISH COLUMBIA, CANADÁ)
João Abrantes (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA, PORTUGAL)
Jorge Mota (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
José Alberto Duarte (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
José Maia (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
Michael Sagiv (INSTITUTO WINGATE, ISRAEL)
Neville Owen (UNIVERSIDADE DE QUEENSLAND, AUSTRÁLIA)
Rafael Martín Acero (UNIVERSIDADE DA CORUNHA, ESPANHA)
Robert Brustad (UNIVERSIDADE DE NORTHERN COLORADO, USA)
Robert M. Malina (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE TARLETON, USA)

EDITOR CHEFE

António Manuel Fonseca (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

EDITORES ASSOCIADOS

Amândio Graça (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
António Ascensão (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
João Paulo Vilas Boas (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
José Maia (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
José Oliveira (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
José Pedro Sarmento (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
Júlio Garganta (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
Olga Vasconcelos (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
Rui Garcia (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)

CONSULTORES

Alberto Amadio (UNIVERSIDADE SÃO PAULO)
Alfredo Faria Júnior (UNIVERSIDADE ESTADO RIO JANEIRO)
Almir Liberato Silva (UNIVERSIDADE DO AMAZONAS)
Anthony Sargeant (UNIVERSIDADE DE MANCHESTER)
António José Silva (UNIVERSIDADE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO)
António Roberto da Rocha Santos (UNIV. FEDERAL PERNAMBUCO)
Carlos Balbinotti (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL)
Carlos Carvalho (INSTITUTO SUPERIOR DA MAIA)
Carlos Neto (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA)
Cláudio Gil Araújo (UNIVERSIDADE FEDERAL RIO JANEIRO)
Dartagnan P. Guedes (UNIVERSIDADE ESTADUAL LONDRINA)
Duarte Freitas (UNIVERSIDADE DA MADEIRA)
Eduardo Kokubun (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, RIO CLARO)
Eunice Lebre (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
Francisco Alves (UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA)
Francisco Camiña Fernandez (UNIVERSIDADE DA CORUNHA)
Francisco Carreiro da Costa (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA)
Francisco Martins Silva (UNIVERSIDADE FEDERAL PARAÍBA)
Glória Balagué (UNIVERSIDADE CHICAGO)
Gustavo Pires (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA)
Hans-Joachim Appell (UNIVERSIDADE DESPORTO COLÓNIA)
Helena Santa Clara (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA)
Hugo Lovisolo (UNIVERSIDADE GAMA FILHO)
Isabel Fragoso (UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA)
Jaime Sampaio (UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO)
Jean Francis Gréhaigne (UNIVERSIDADE DE BESANÇON)
Jens Bangsbo (UNIVERSIDADE DE COPENHAGA)
João Barreiros (UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA)
José A. Barela (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, RIO CLARO)
José Alves (ESCOLA SUPERIOR DE DESPORTO DE RIO MAIOR)
José Luis Soidán (UNIVERSIDADE DE VIGO)
José Manuel Constantino (UNIVERSIDADE LUSÓFONA)
José Vasconcelos Raposo (UNIV. TRÁS-OS-MONTES ALTO DOURO)
Juarez Nascimento (UNIVERSIDADE FEDERAL SANTA CATARINA)
Jürgen Weineck (UNIVERSIDADE ERLANGEN)
Lamartine Pereira da Costa (UNIVERSIDADE GAMA FILHO)
Lilian Teresa Bucken Gobbi (UNIV. ESTADUAL PAULISTA, RIO CLARO)
Luis Mochizuki (UNIVERSIDADE SÃO PAULO)
Luís Sardinha (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA)
Luiz Cláudio Stanganelli (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA)
Manoel Costa (UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO)
Manuel João Coelho e Silva (UNIVERSIDADE DE COIMBRA)
Manuel Patrício (UNIVERSIDADE DE ÉVORA)
Manuela Hasse (UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA)
Marco Túlio de Mello (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO)
Margarida Espanha (UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA)
Margarida Matos (UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA)
Maria José Mosquera González (INEF GALIZA)
Markus Nahas (UNIVERSIDADE FEDERAL SANTA CATARINA)
Mauricio Murad (UNIVERS. ESTADO RIO DE JANEIRO E UNIVERSO)
Ovídio Costa (UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTUGAL)
Pablo Greco (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS)
Paula Mota (UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO)
Paulo Farinatti (UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO)
Paulo Machado (UNIVERSIDADE MINHO)
Pedro Sarmento (UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA)
Ricardo Petersen (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL)
Sidónio Serpa (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA)
Silvana Göllner (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL)
Valdir Barbanti (UNIVERSIDADE SÃO PAULO)
Víctor da Fonseca (UNIVERSIDADE TÉCNICA LISBOA)
Víctor Lopes (INSTITUTO POLITÉCNICO BRAGANÇA)
Víctor Matsudo (CELAFISCS)
Wojtek Chodzko-Zajko (UNIVERS. ILLINOIS URBANA-CHAMPAIGN)

U.PORTO
FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

COMITÉ OLÍMPICO
DE PORTUGAL

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

A **RPCD** TEM O APOIO DA **FCT**
PROGRAMA OPERACIONAL CIÊNCIA,
TECNOLOGIA, INOVAÇÃO DO QUADRO
COMUNITÁRIO DE APOIO III

FICHA TÉCNICA DA RPCD

Revista Portuguesa de Ciências do Desporto
Publicação quadrimestral
da Faculdade de Desporto
da Universidade do Porto
[ISSN 1645-0523]

DESIGN E PAGINAÇÃO
Rui Mendonça
COLABORAÇÃO
Noémia Guarda

FOTOGRAFIA NA CAPA
Fátima Pinto

© A REPRODUÇÃO DE ARTIGOS, GRÁFICOS
OU FOTOGRAFIAS DA REVISTA SÓ É PERMITIDA
COM AUTORIZAÇÃO ESCRITA DO DIRECTOR.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA
REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO
Faculdade de Desporto
da Universidade do Porto
Rua Dr. Plácido Costa, 91
4200.450 Porto — Portugal
Tel: +351—225074700;
Fax: +351—225500689
www.fade.up.pt
expediente@fade.up.pt

PREÇO DO NÚMERO AVULSO
Preço único para qualquer país: 20€

A Revista Portuguesa de Ciências do Desporto
está representada na plataforma SciELO Portugal
— Scientific Electronic Library Online [site], no SPORTDiscus
e no Directório e no Catálogo Latindex — Sistema regional
de informação em linha para revistas científicas da América
Latina, Caribe, Espanha e Portugal.

NORMAS DE PUBLICAÇÃO NA RPCD

TIPOS DE PUBLICAÇÃO

INVESTIGAÇÃO ORIGINAL

RPCD publica artigos originais relativos a todas as áreas das ciências do desporto;

REVISÕES DA INVESTIGAÇÃO

A RPCD publica artigos de síntese da literatura que contribuam para a generalização do conhecimento em ciências do desporto. Artigos de meta-análise e revisões críticas de literatura são dois possíveis modelos de publicação. Porém, este tipo de publicação só estará aberto a especialistas convidados pela RPCD.

COMENTÁRIOS

Comentários sobre artigos originais e sobre revisões da investigação são, não só publicáveis, como são francamente encorajados pelo corpo editorial;

ESTUDOS DE CASO

A RPCD publica estudos de caso que sejam considerados relevantes para as ciências do desporto. O controlo rigoroso da metodologia é aqui um parâmetro determinante.

ENSAIOS

A RPCD convidará especialistas a escreverem ensaios, ou seja, reflexões profundas sobre determinados temas, sínteses de múltiplas abordagens próprias, onde à argumentação científica, filosófica ou de outra natureza se adiciona uma forte componente literária.

REVISÕES DE PUBLICAÇÕES

A RPCD tem uma secção onde são apresentadas revisões de obras ou artigos publicados e que sejam considerados relevantes para as ciências do desporto.

REGRAS GERAIS DE PUBLICAÇÃO

Os artigos submetidos à RPCD deverão conter dados originais, teóricos ou experimentais, na área das ciências do desporto. A parte substancial do artigo não deverá ter sido publicada em mais nenhum local. Se parte do artigo foi já apresentada publicamente deverá ser feita referência a esse facto na secção de Agradecimentos. Os artigos submetidos à RPCD serão, numa primeira fase, avaliados pelo editor-chefe e terão como critérios iniciais de aceitação: normas de publicação, relação do tópico tratado com as ciências do desporto e mérito científico. Depois desta análise, o artigo, se for considerado previamente aceite, será avaliado por 2 "referees" independentes e sob a forma de análise "duplamente cega". A aceitação de um e a rejeição de outro obrigará a uma 3ª consulta.

PREPARAÇÃO DOS MANUSCRITOS

ASPECTOS GERAIS

Cada artigo deverá ser acompanhado por uma carta de rosto que deverá conter: — Título do artigo e nomes dos autores; — Declaração de que o artigo nunca foi previamente publicado.

FORMATO:

— Os manuscritos deverão ser escritos em papel A4 com 3 cm de margem, letra 12 com duplo espaço e não exceder 20 páginas; — As páginas deverão ser numeradas sequencialmente, sendo a página de título a nº1.

DIMENSÕES E ESTILO:

— Os artigos deverão ser o mais sucintos possível; A especulação deverá ser apenas utilizada quando os dados o permitem e a literatura não confirma; — Os artigos serão rejeitados quando escritos em português ou inglês de fraca qualidade linguística; — As abreviaturas deverão ser as referidas internacionalmente.

PÁGINA DE TÍTULO:

— A página de título deverá conter a seguinte informação: — Especificação do tipo de trabalho (cf. Tipos de publicação); — Título conciso mas suficientemente informativo; — Nomes dos autores, com a primeira e a inicial média (não incluir graus académicos) — "Running head" concisa não excedendo os 45 caracteres; — Nome e local da instituição onde o trabalho foi realizado; — Nome e morada do autor para onde toda a correspondência deverá ser enviada, incluindo endereço de e-mail

PÁGINA DE RESUMO:

— Resumo deverá ser informativo e não deverá referir-se ao texto do artigo; — Se o artigo for em português o resumo deverá ser feito em português e em inglês — Deve incluir os resultados mais importantes que suportem as conclusões do trabalho; — Deverão ser incluídas 3 a 6 palavras-chave; — Não deverão ser utilizadas abreviaturas; — O resumo não deverá exceder as 200 palavras.

INTRODUÇÃO:

— Deverá ser suficientemente compreensível, explicitando claramente o objectivo do trabalho e relevando a importância do estudo face ao estado actual do conhecimento; — A revisão da literatura não deverá ser exaustiva.

MATERIAL E MÉTODOS:

— Nesta secção deverá ser incluída toda a informação que permite aos leitores realizarem um trabalho com a mesma metodologia sem contactarem os autores; — Os métodos deverão ser ajustados ao objectivo do estudo; deverão ser replicáveis e com elevado grau de fidelidade; — Quando utilizados humanos deverá ser indicado que os procedimentos utilizados respeitam as normas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsínquia de 1975); — Quando utilizados animais deverão ser utilizados todos os princípios éticos de experimentação animal e, se possível, deverão ser submetidos a uma comissão de ética; — Todas as drogas e químicos utilizados deverão ser designados pelos nomes genéricos, princípios activos, dosagem e dosagem; — A confidencialidade dos sujeitos deverá ser estritamente mantida; — Os métodos estatísticos utilizados deverão ser cuidadosamente referidos.

RESULTADOS:

— Os resultados deverão apenas conter os dados que sejam relevantes para a discussão; — Os resultados só deverão aparecer uma vez no texto: ou em quadro ou em figura; — O texto só deverá servir para relevar os dados mais relevantes e nunca duplicar informação; — A relevância dos resultados deverá ser suficientemente expressa; — Unidades, quantidades e fórmulas deverão ser utilizados pelo Sistema Internacional (SI units). — Todas as medidas deverão ser referidas em unidades métricas.

DISCUSSÃO:

— Os dados novos e os aspectos mais importantes do estudo deverão ser relevados de forma clara e concisa; — Não deverão ser repetidos os resultados já apresentados; — A relevância dos dados deverá ser referida e a comparação com outros estudos deverá ser estimulada; — As especulações não suportadas pelos métodos estatísticos não deverão ser evitadas; — Sempre que possível, deverão ser incluídas recomendações; — A discussão deverá ser completada com um parágrafo final onde são realçadas as principais conclusões do estudo.

AGRADECIMENTOS:

— Se o artigo tiver sido parcialmente apresentado publicamente deverá aqui ser referido o facto; — Qualquer apoio financeiro deverá ser referido.

REFERÊNCIAS

— As referências deverão ser citadas no texto por número e compiladas alfabeticamente e ordenadas numericamente; — Os nomes das revistas deverão ser abreviados conforme normas internacionais (ex: Index Medicus); — Todos os autores deverão ser nomeados (não utilizar et al.) — Apenas artigos ou obras em situação de "in press" poderão ser citados. Dados não publicados deverão ser utilizados só em casos excepcionais sendo assinalados como "dados não publicados"; — Utilização de um número elevado de resumos ou de artigos não "peer-reviewed" será uma condição de não aceitação;

EXEMPLOS DE REFERÊNCIAS:

ARTIGO DE REVISTA

1 Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RA (1998). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. Int J Sports Med 18: 113-117

LIVRO COMPLETO

Hudlicka O, Tyler KR (1996). Angiogenesis. The growth of the vascular system. London: Academic Press Inc. Ltd.

CAPÍTULO DE UM LIVRO

Balon TW (1999). Integrative biology of nitric oxide and exercise. In: Holloszy JO (ed.). Exercise and Sport Science Reviews vol. 27. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 219-254

FIGURAS

— Figuras e ilustrações deverão ser utilizadas quando auxiliam na melhor compreensão do texto; — As figuras deverão ser numeradas em numeração árabe na sequência em que aparecem no texto; — As figuras deverão ser impressas em folhas separadas daquelascontendo o corpo de texto do manuscrito. No ficheiro informático em processador de texto, as figuras deverão também ser colocadas separadas do corpo de texto nas páginas finais do manuscrito e apenas uma única figura por página; — As figuras e ilustrações deverão ser submetidas com excelente qualidade gráfico, a preto e branco e com a qualidade necessária para serem reproduzidas ou reduzidas nas suas dimensões; — As fotos de equipamento ou sujeitos deverão ser evitadas.

QUADROS

— Os quadros deverão ser utilizados para apresentar os principais resultados da investigação. — Deverão ser acompanhados de um título curto; — Os quadros deverão ser apresentados com as mesmas regras das referidas para as legendas e figuras; — Uma nota de rodapé do quadro deverá ser utilizada para explicar as abreviaturas utilizadas no quadro.

SUBMISSÃO DOS MANUSCRITOS

— A submissão de artigos para à RPCD poderá ser efectuada por via postal, através do envio de 1 exemplar do manuscrito em versão impressa em papel, acompanhada de versão gravada em suporte informático (CD-ROM ou DVD) contendo o artigo em processador de texto Microsoft Word (*.doc). — Os artigos poderão igualmente ser submetidos via e-mail, anexando o ficheiro contendo o manuscrito em processador de texto Microsoft Word (*.doc) e a declaração de que o artigo nunca foi previamente publicado.

ENDEREÇOS PARA ENVIO DE ARTIGOS

Revista Portuguesa de Ciências do Desporto
Faculdade de Desporto
da Universidade do Porto
Rua Dr. Plácido Costa,
Porto Portugal
(+351) 914 200 450
e-mail: rpcd@fade.up.pt

PUBLICATION NORMS

WORKING MATERIALS (MANUSCRIPTS)

ORIGINAL INVESTIGATION

The PJSS publishes original papers related to all areas of Sport Sciences.

REVIEWS OF THE LITERATURE (STATE OF THE ART PAPERS):

State of the art papers or critical literature reviews are published if, and only if, they contribute to the generalization of knowledge. Meta-analytic papers or general reviews are possible modes from contributing authors. This type of publication is open only to invited authors.

COMMENTARIES:

Commentaries about published papers or literature reviews are highly recommended by the editorial board and accepted.

CASE STUDIES:

Highly relevant case studies are favoured by the editorial board if they contribute to specific knowledge within the framework of Sport Sciences research. The meticulous control of research methodology is a fundamental issue in terms of paper acceptance.

ESSAYS:

The PJSS shall invite highly regarded specialists to write essays or careful and deep thinking about several themes of the sport sciences mainly related to philosophy and/or strong argumentation in sociology or psychology.

BOOK REVIEWS:

the PJSS has a section for book reviews.

GENERAL PUBLICATION RULES:

all papers submitted to the PJSS are obliged to have original data, theoretical or experimental, within the realm of Sport Sciences. It is mandatory that the submitted paper has not yet been published elsewhere. If a minor part of the paper was previously published, it has to be stated explicitly in the acknowledgments section.

All papers are first evaluated by the editor in chief, and shall have as initial criteria for acceptance the following: fulfilment of all norms, clear relationship to Sport Sciences, and scientific merit. After this first screening, and if the paper is firstly accepted, two independent referees shall evaluate its content in a "double blind" fashion. A third referee shall be considered if the previous two are not in agreement about the quality of the paper. After the referees receive the manuscripts, it is hoped that their reviews are posted to the editor in chief in no longer than a month.

MANUSCRIPT PREPARATION

GENERAL ASPECTS:

The first page of the manuscript has to contain: — Title and author(s) name(s) — Declaration that the paper has never been published

FORMAT:

— All manuscripts are to be typed in A4 paper, with margins of 3 cm, using Times New Roman style size 12 with double space, and having no more than 20 pages in length.
— Pages are to be numbered sequentially, with the title page as n.1.

SIZE AND STYLE:

— Papers are to be written in a very precise and clear language. No place is allowed for speculation without the boundaries of available data. — If manuscripts are highly confused and written in a very poor Portuguese or English they are immediately rejected by the editor in chief. — All abbreviations are to be used according to international rules of the specific field.

TITLE PAGE:

— Title page has to contain the following information:
— Specification of type of manuscript (but see working materials-manuscripts). — Brief and highly informative title. — Author(s) name(s) with first and middle names (do not write academic degrees) — Running head with no more than 45 letters.
— Name and place of the academic institutions. — Name, address, Fax number and email of the person to whom the proof is to be sent.

ABSTRACT PAGE:

— The abstract has to be very precise and contain no more than 200 words, including objectives, design, main results and conclusions. It has to be intelligible without reference to the rest of the paper.
— Portuguese and English abstracts are mandatory. — Include 3 to 6 key words. — Do not use abbreviations.

INTRODUCTION:

— Has to be highly comprehensible, stating clearly the purpose(s) of the manuscript, and presenting the importance of the work.
— Literature review included is not expected to be exhaustive.

MATERIAL AND METHODS:

— Include all necessary information for the replication of the work without any further information from authors. — All applied methods are expected to be reliable and highly adjusted to the problem.
— If humans are to be used as sampling units in experimental or non-experimental research it is expected that all procedures follow Helsinki Declaration of Human Rights related to research. — When using animals all ethical principals related to animal experimentation are to be respected, and when possible submitted to an ethical committee. — All drugs and chemicals used are to be designated by their general names, active principles and dosage.
— Confidentiality of subjects is to be maintained. — All statistical methods used are to be precisely and carefully stated.

RESULTS:

— Do provide only relevant results that are useful for discussion.
— Results appear only once in Tables or Figures. — Do not duplicate information, and present only the most relevant results. — Importance of main results is to be explicitly stated. — Units, quantities and formulas are to be expressed according to the International System (SI units). — Use only metric units.

DISCUSSION:

— New information coming from data analysis should be presented clearly. — Do no repeat results.
— Data relevancy should be compared to existing information from previous research. — Do not speculate, otherwise carefully supported, in a way, by insights from your data analysis. — Final discussion should be summarized in its major points.

ACKNOWLEDGEMENTS:

— If the paper has been partly presented elsewhere, do provide such information. — Any financial support should be mentioned.

REFERENCES:

— Cited references are to be numbered in the text, and alphabetically listed. — Journals´ names are to be cited according to general abbreviations (ex: Index Medicus). — Please write the names of all authors (do not use et al.).
— Only published or "in press" papers should be cited. Very rarely are accepted "non published data".
— If non-reviewed papers are cited may cause the rejection of the paper.

EXAMPLES:

PEER-REVIEW PAPER

1 Pincivero DM, Lephart SM, Kurunakara RA (1998). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. In J Sports Med 18:113-117

COMPLETE BOOK

Hudlicka O, Tyler KR (1996). Angiogenesis. The growth of the vascular system. London:Academic Press Inc. Ltd.

BOOK CHAPTER

Balon TW (1999). Integrative biology of nitric oxide and exercise. In: Holloszy JO (ed.). Exercise and Sport Science Reviews vol. 27. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 219-254

FIGURES

— Figures and illustrations should be used only for a better understanding of the main text. — Use sequence arabic numbers for all Figures.
— Each Figure is to be presented in a separated sheet with a short and precise title. — In the back of each Figure do provide information regarding the author and title of the paper. Use a pencil to write this information.
— All Figures and illustrations should have excellent graphic quality I black and white.
— Avoid photos from equipments and human subjects.

TABLES

— Tables should be utilized to present relevant numerical data information. — Each table should have a very precise and short title. — Tables should be presented within the same rules as Legends and Figures. — Tables´ footnotes should be used only to describe abbreviations used.

MANUSCRIPT SUBMISSION

The manuscript submission could be made by post sending one hard copy of the article together with an electronic version [Microsoft Word (*.doc)] on CD-ROM or DVD. Manuscripts could also be submitted via e-mail attaching an electronic file version [Microsoft Word (*.doc)] together with the declaration that the paper has never been previously published.

ADDRESS FOR MANUSCRIPT SUBMISSION
Revista Portuguesa de Ciências do Desporto Faculdade de Desporto da Universidade do Porto
Rua Dr. Plácido Costa,
Porto Portugal
(+351) 914 200 450
e-mail: rpcd@fade.up.pt

António Manuel Fonseca [1]

Apresentação

[1] Editor-chefe da RPCD

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.11

O presente número da Revista Portuguesa de Ciências do Desporto (RPCD) (i.e., o RPCD 17/S4A), bem como os anteriores (i.e., o RPCD 17/S2A e RPCD 17/S3A) e o seguinte (i.e., o RPCD 17/S5A), é constituído integralmente por comunicações submetidas e aprovadas para inclusão no programa científico do 3º Encontro Internacional de Pesquisadores em Esporte, Saúde, Psicologia e Bem-Estar (EIPSE), realizado entre os dias 12 e 15 de outubro de 2016, em Montes Claros (Minas Gerais, Brasil).

Nesse sentido, e a exemplo do verificado em relação ao número suplementar da RPCD dedicado à publicação de todos os resumos das comunicações submetidas e aprovadas para inclusão no programa científico daquele congresso (i.e., RPCD 16/S3R) entendemos ser oportuno e apropriado transcrever parte da mensagem de apresentação disponível na respectiva página electrónica, particularmente quando se refere que este Encontro:

tem por objetivo proporcionar um formato onde se discutem os mesmos problemas tal como estudados por diferentes áreas científicas. Promovendo o diálogo e a partilha de ideias, perspectivas e experiências, pretendemos que os participantes possam contribuir para o avanço da ciência identificando problemas comuns e assim construírem projetos de pesquisa em que as diferentes áreas se complementem. Desta forma os participantes darão início a um processo que tem por objetivo consolidar uma linguagem científica de forma multidisciplinar e traduzida no desenvolvimento de projetos conjuntos de pesquisa, que se pretendem de caráter internacional.

Com a realização deste evento procuramos salvaguardar o princípio de que a ciência e o saber são bens Universais. Promover a troca de experiências com o objetivo de se desenvolv-er projetos transfronteiriços é também uma forma de incentivar as boas práticas científicas tal como estas se podem corporizar na internacionalização da produtividade científica que até agora tem sido realizada em contextos isolados e em que a prioridade, graças ao isola-mento dos investigadores, tende a traduzir-se na excessiva preocupação em acrescentar linhas ao curriculum vitae de cada investigador.

Partilhamos da opinião que é urgente encontrar estratégias que permitam o desenvolvi-mento de uma nova cultura de prática científica, traduzida em formas de partilha diferentes daquela que atualmente dispomos e que impõe limites à operacionalização da criatividade científica. Neste sentido e certos que este é um primeiro passo na longa caminhada que se adivinha na construção de comunidades internacionais de pesquisadores em que diferentes áreas científicas se predispõem a procurar soluções para os problemas comuns e que des-pertam a curiosidade dos seus membros.

Complementarmente, convirá sublinhar que a RPCD tem vindo a constituir-se, desde o seu início, como um veículo privilegiado de divulgação em língua portuguesa do conhecimento gerado por académicos e investigadores da área das ciências do desporto e afins em difer-entes partes do mundo, nomeadamente nos países de expressão portuguesa.

Assim sendo, a resposta da RPCD à solicitação da Comissão Organizadora do EIPSE para publicar um determinado número de comunicações aprovadas pela respectiva comissão científica para serem apresentadas na terceira edição deste importante evento científico foi naturalmente positiva, salvaguardado que fosse um conjunto de critérios que assegurasse a qualidade e o mérito do conteúdo a publicar.

Em conformidade, e na linha do verificado em situações anteriores similares, a RPCD e a Comissão Organizadora do EIPSE definiram um conjunto de critérios a respeitar para a revisão e avaliação cegas dos trabalhos submetidos para publicação, os quais serviram de base ao trabalho posteriormente desenvolvido pelos peritos convidados para esse efeito pela Comissão Organizadora do EIPSE.

Conforme anteriormente referido, o presente número é um dos quatros números especiais que a RPCD destinou para a publicação das comunicações selecionadas para esse efeito pela Comissão Organizadora do EIPSE. Esperamos que a sua leitura se constitua como uma experiência útil e agradável para todos que a isso se decidirem...

Resistance properties of elastic tubing commonly used in rehabilitation and sports training and the effects of previous cyclic loading-unloading

AUTHORS:
Leandro Vinhas de Paula [1]
Emerson Filipeino Coelho [1]
Renato Melo Ferreira [1]
Emerson Cruz de Oliveira [1]
Francisco Zacaron Werneck [1]
Cleudmar Amaral de Araújo [2]

[1] Centro Desportivo, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

[2] Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Santa Mônica – Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.13

KEYWORDS:
Biomechanics. Elastic resistance. Natural rubber elastic tubing. Látex elastic tubing. Sports training.

ABSTRACT

Elastic tubes have been widely used as an external variable resistance in protocols of rehabilitation and sports training. The aim of this study was to evaluate the resistance and effect of fatigue (stiffness reduction) after repeated stretching (cycling) of latex elastic tubing (LET) and natural rubber elastic tubing (NRET). The samples were submitted to axial traction tests at 0, 1000, and 3000 loading-unloading cycles. Each of the respective cycling values consisted of six samples. The loading-unloading cycle reached a 100% maximum strain from the initial length and 1800 mm/min displacement rate; after each test, the samples were loaded monotonically (500 mm/min) to 300% of strain and the force response recorded. The results obtained in this study are similar to the resistance values obtained at 0 cycles reported by the NRET manufacturer (84N vs. 80N), but they do not confirm the report that the “silver” tubing retains the ability to offer resistance after cycling of the elastic tubing for strains of 100% (p = .001), 200% (p = .021), and 250% (p = .002). The LET and NRET showed loss capacity for offering similar resistance (9.5 – 15.5% vs. 9.9 – 15.2%, respectively).

Corresponding author: Leandro Vinhas de Paula. Centro Desportivo, Universidade Federal de Ouro Preto; Rua Dois, 110, Campus Universitário Morro do Cruzeiro, s/n, Bauxita, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. (leandro59_educa@yahoo.com.br).

Propriedades de resistência de tubos elásticos utilizados em reabilitação e treinamento desportivo e efeito prévio da ciclagem carga-descarga

RESUMO

Os tubos elásticos têm sido amplamente utilizados como resistência externa variável em protocolos de reabilitação e treinamento desportivo. O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência e feito da fadiga (redução da rigidez) após estiramentos repetidos de tubos elásticos de látex (TEL) e tubos elásticos de borracha natural (TEBN). As amostras foram submetidas a testes de tração axial em 0, 1000 e 3000 ciclos de carga – descarga. Cada respectivo valor de ciclagem consistiu de 6 amostras. Os ciclos de carga – descarga alcançaram uma deformação máxima de 100% do comprimento inicial e taxa de deslocamento de 1800 mm/min; após cada teste, as amostras foram carregadas monotonicamente (500 mm/min) até 300% de deformação e registrada a resposta de força. Os resultados obtidos neste estudo são similares aos valores de resistência obtidos a 0 ciclos reportados pelo fabricante TEBN (84N vs. 80N), mas eles não confirmação a informação de que os tubos "prata" mantém a capacidade de oferecer resistência após o ciclagem dos tubos elásticos para as deformações de 100% (p = 0.001), 200% (p = 0.021), e 250% (p = 0.002) do comprimento inicial. Os TEL e TEBN mostraram uma perda da capacidade em oferecer resistência semelhante (9.5 – 15.5% vs. 9.9 – 15.2%, respectivamente).

PALAVRAS CHAVE:
Biomecânica. Resistência elástica.
Tubos elásticos de borracha natural.
Tubos elásticos de látex. Treinamento Desportivo.

INTRODUCTION

Elastic resistance (ER) has gained popularity in the last two decades and is largely used in rehabilitation programs and resistance training as a variable external load (Aboodarda, George, Mokhtar, & Thompson, 2011; Bellar et al. 2010; Hintersmeister, Bey, Lange, Steadman, & Dillman, 1998; Jakubiak & Saunders, 2008). ER can be produced using materials capable of storing elastic potential energy, such as metal springs, tubing, and rubber bands. The optimization of the use of such materials depends on the knowledge about specific mechanical requirements for the mechanical strain, dynamic in nature, of the training/ rehabilitation process (Cronin, Mcnair, & Marshall, 2003; Mcmaster, Cronin, & Mcguigan, 2010). Therefore, two characteristics of the material must be considered, force-deformation relationship and force/elastic decay (Patterson, Jansen, Hogan, & Nassif, 2001). In other words, with the cyclic loading, the material used on Variable Load (VL) loses the ability to respond with the same resistance for the same amount of deformation (Patterson et al., 2001; Simoneau, Bereda, Sobush, & Starsky, 2001).

Elastic tubing is widely used because of its versatility, practicality and lack of dependence on gravity (Ghigiarelli, Nagle, Gross, Robertson, & Irrgang, 2009; Hughes, Hurd, Jones, & Sprigle, 1999). Latex elastic tubing (LET) and natural rubber elastic tubing (NRET) can provide a considerable range of resistance and are dependent on the thickness and initial length of the material (Mcmaster et al., 2010; Santos, Tavares, Gasperi, & Bau, 2009). For example, the greater the thickness, the greater the resistance at a set initial length, and the smaller the initial length, the greater the resistance imposed on the exercise and strength required to deform the material to the same target length (Biscarini, 2012; Simoneau et al., 2001).

The use of such devices has been acclaimed for promoting increased resistance during exercise and is theoretically compared to ascending torque curve (e.g., bench press and squat exercises during the concentric action) upward trend (Rhea, Kenn, & Dermody, 2009; Wallace, Winchester, & Mcguigan, 2006). Higher resistance in the VL is observed at the end of the range of motion, next to the peak of torque curve (Anderson, Sforzo, & Sigg, 2008; Cronin et al., 2003). On the other hand, the eccentric action, as the ability to produce torque decreases, resistance is decreased too (Mcmaster et al., 2010; Rhea et al., 2009; Santos et al., 2009; Wallace et al., 2006). It is therefore presumed that the resistance applied across the range of motion is better adjusted to the force-versus-length curve than the constant load (Biscarini, 2012; Ghigiarelli et al., 2009; Kulig, Andrews, & Hay, 1984).

Surprisingly, despite the fact that ER is employed in a wide range of activities during different training/ rehabilitation phases, few studies have measured resistance under dynamic conditions and very little is known about the force response with repeated use. The change in the stress-strain relationship was investigated using only the NRET, with no consensus on the resistance loss (Patterson et al., 2001; Simoneau et al., 2001), which is unknown to the LET.

ER has been mainly quantified by static calibration tests, where the stress-strain relationship is obtained by recording the force response (weights or force transducers) associated with its displacement (deformation) from the initial length (Anderson et al., 2008; Cronin et al., 2003; Mcmaster et al., 2010; Rhea et al., 2009; Shoepe, Ramirez, & Almstedt, 2010; Thomas, Mueller, & Busse, 2005; Wallace et al., 2006). Despite the fact that the tested materials have viscoelastic properties, there is no agreement on the type of adjustment of regression models (linear, quadratic or logarithmic) provided to users (Anderson et al., 2008; Cronin et al., 2003; Mcmaster et al., 2010; Santos et al., 2009; Shoepe et al., 2010; Thomas et al., 2005). Additionally, although dynamic calibration testing demonstrates a non-linear distortion behavior, no regression models for natural rubber devices (NRET) (Patterson et al., 2001; Santos et al., 2009; Simoneau et al., 2001) and alternative synthetic rubbers have been reported (LET) (Azevedo, Benatti, Alves, & Filho, 2003).

Patterson et al. (2001) found that the response force was not significantly changed after 5000 cycles of load-unload at a constant loading rate of 1800 mm/min (0.5 Hz). Conversely, Simoneau et al. (2001) using the same tubes, observed a reduction in the force response from 4.76 – 15.36% in only 500 cycles (1080 mm/min). Considering that all of the rubber types materials exhibit some degree of fatigue (stiffness reduction) (Figliola & Beasley, 2007; Hibbeler, 2013) this phenomenon should negatively impact the average ER prescribed over chronic training protocols. Consequently, disregarding the magnitude of loads imposed on the musculoskeletal system in the VL planning and implementation may hamper a clear understanding of the adaptations (Issurin, 2010).

Accordingly, the aim of this study was to describe the force-deformation characteristics and the effect of the stiffness reduction after repeated cycling of LET and NRET. The NRET was selected because of their extensive use by therapists and coaches. Additionally, LET was tested with the empirical use of these as a cheap and easily available alternative. Thus, it was hypothesized that repeated cycling of tubes reduces the force generation over both natural rubber and latex, in the one week of use.

METHODS

EXPERIMENTAL SETUP

For the present study, the force versus deformation relationship for NRET and LET has been dynamically quantified with a mechanical testing lab machine. Elastic tubes with similar cross sectional areas (CSA) were used for testing. The machine concurrently provided the force response through a load cell with an actuator and its displacement. From the displacement of the actuator, it was possible to determine the absolute (mm) and relative deformation (%) achieved by specimens. To investigate the force response on the repeated material usage, the elastic tubes were tested for cycling (load-unloading) with a constant loading rate.

The choice of the maximum number of cycles was performed by simulating a short-duration exercise protocol (one week), 7 – 8 exercises, 3 – 4 sets, frequency of 3 – 5 times/ week for 15 – 20 repetitions (945-3200 cycles). The displacement rate (loading rate) was selected so that each load-unload cycle corresponded to the repetition performed with a 4-second duration, 2 seconds for the concentric action and 2 seconds for eccentric action (American College of Sports Medicine [ACSM], 2009; Andersen, Andersen, Mortensen, Poulsen, Bjørnlund, & Zebis, 2010).

During the cycling testing, material deformation was limited to 100% (l_{final}= 60 mm) from the standard length ($l_{standard}$ = 30 mm), in accordance with the studies that investigated the force response over repeated material usage (Patterson et al., 2001; Simoneau et al., 2001). For the cycling tests was used a triangular waveform. For the monotonic loading conducted after cycling, the specimens were deformed to 300% (l_{final}= 120 mm), which was the maximum displacement allowed by the testing machine.

SAMPLES

A sample of 18 LET (“Silver”, Thera-band tubing, Hygenic Corporation Akron, Ohio, USA) and 18 NRET (“204”, Auriflex, Auriflex Industry and Commerce, São Paulo, SP, Brazil) were selected. Subsequently, samples were distributed equally and randomly into three groups, each with six elastic tubing pieces. The number of elastic tubing per treatment was determined at 95% significance (p < .05) and 90% statistical power based on the study data of Simoneau et al. (2001). To perform the sample size calculation was used the package “sample size” of the R statistical software, version 3.0. The samples were prepared from new elastic tubing obtained from sealed packages within the validity period.

INSTRUMENTS AND PROCEDURES

The determination of the length of the tubes (Total and standard length) and the diameters (External and internal diameters) was performed with a Vonder® 508045 caliper, 10 cm graduated scale and vernier .05 mm. The measurements were made on each specimen for determining the mean values of length and diameter (bellow, in approximate values). Each sample had a 100 mm total length and 30 mm standard length (section exposed and loaded during testing) (FIGURE 1). Below are the LET (1) and NRET (2) CSA equations to determine the difference between the total CSA and CSA of the materials hollow centre:

(D_{LET}) External diameter LET= 12mm;
(d_{LET}) Internal diameter LET = 6mm

$$A_{LET}=\left(\frac{\pi}{4}\right)\left(D_{LET}^{2}-d^{2}_{LET}\right)=84.78\text{mm}^{2} \quad (1)$$

(DNRET)External diameter = 11.5mm;
(dNRET) Internal diameter= 5.5mm

$$A_{NRET}=\left(\frac{\pi}{4}\right)\left(D_{NRET}^{2}-d^{2}_{NRET}\right)=80.07\text{mm}^{2} \quad (2)$$

It were inserted carbon steel pins were inserted into the internal diameters at both ends of the samples and technyl bushings over the external diameters to increase the rigidity and facilitate the attachment of samples (FIGURE 1).

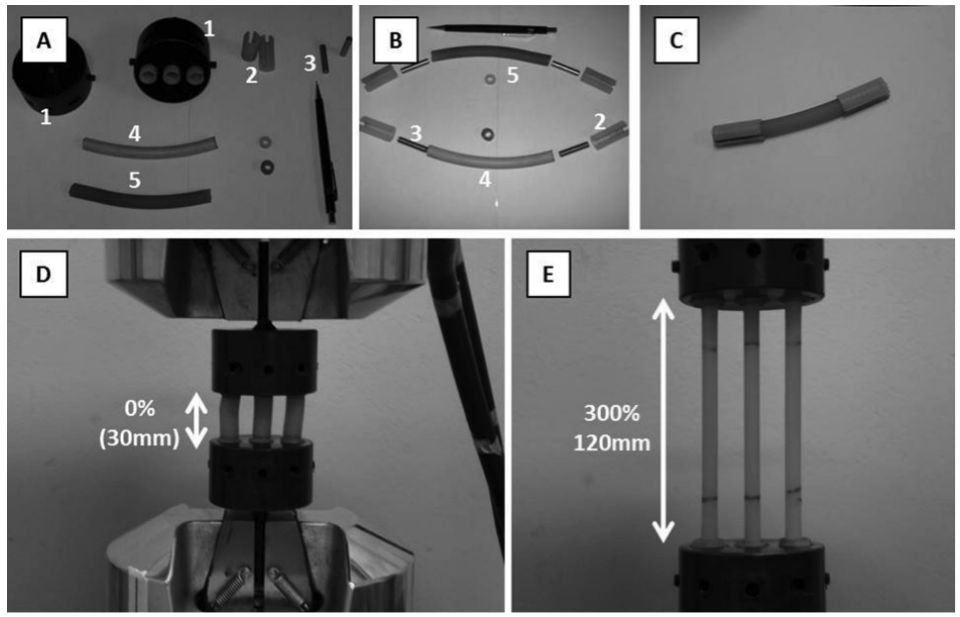

FIGURE 1. (A) Attachment device: 1 – Attachment device, 2 – Bushings, 3 – Pins, 4 – Elastic tubing Thera-band silver®; 5 – Elastic tubing Auriflex 204®, (B) Sample Assembly; (C) Sample; Mechanical evaluation of elastic resistance after cyclic loading – unloading of 0 (D) at 300% (E) deformation of the initial length.

Before the trials, each elastic tubing was manually elongated 20 times, as recommended by the study of Patterson et al. (2001). An attachment device for sample attachment in the testing machine was designed and built. Such a device enables the attachment of up to 3 samples, tensioned by screws, to evaluate the ER (FIGURE 1).

For analysis of the ER and stiffness reduction of samples, a testing machine MTS® 810 (Material Test System Corporation, Minneapolis, Minnesota, USA) was interfaced with a computer through the Multi Purpose Tortwore® (MPT) application. The testing machine had a load cell with 250KN capacity, which was previously calibrated for this study (Figure 1).

The elastic tubes were tested with a random distribution, without replenishment, in the following three treatments: 0 (Control, no cycling), 1000 (Treat1000), and 3000 (Treat3000) load-unload cycles. During experiment cycling at 1000 and 3000 cycles, the prescribed deformation was 0-100% ($l_{standard}$ = 30 mm; l_{final} = 60 mm) of the sample's initial length, at a displacement rate of 0.5 Hz (1800 mm / min) (FIGURE 2).

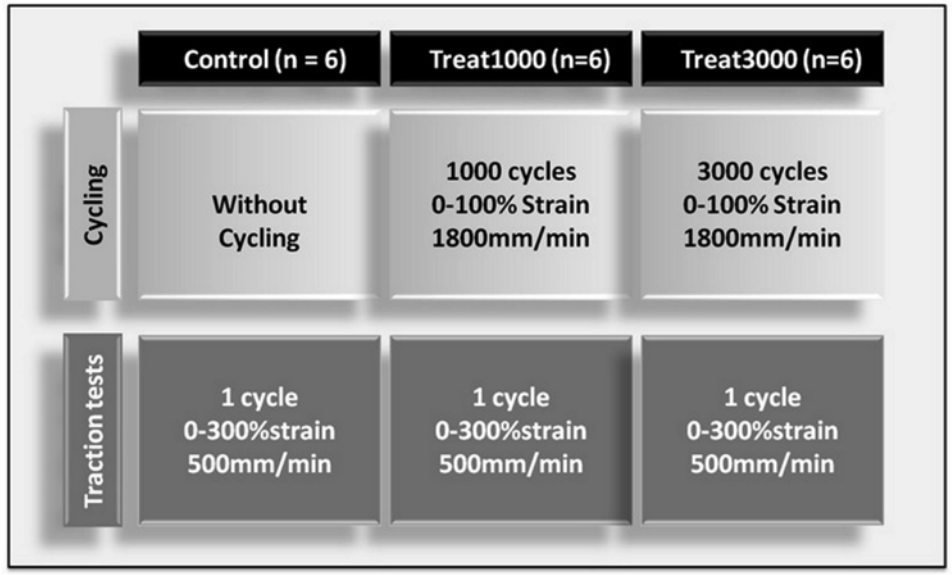

FIGURE 2. Experimental Design.

After each experimental condition was completed, the tubes were tested to 0-300% strain ($l_{standard}$ = 30 mm; l_{final} = 120 mm) in a single monotonic loading, at a displacement rate of 500 mm / min to determine the force –deformation relationship. Three samples were tested simultaneously (during cycling and post-treatment testing) by mounting them together in the same fixtures as shown in Figure 1. Thus, it was possible to save time in the implementation of the experimental design, without bias in to the tests on the force response.

The MPT software was used to acquire the signals of the force and displacement. From the data of the absolute displacement (mm) and relative deformation (%) was determined by initial length of the tubes. Data on force and strain during cycling to 100% strain and elongation to 300% strain were obtained from a sampling rate of 60Hz and 2Hz, respectively.

The total force data obtained after each treatment at 300% strain were filtered with a low-pass Butterworth filter (low-pass) of 20Hz, first order and then divided by the number of samples per test (3) to obtain the force for each sample. For each sample in each treatment was obtained a third-degree polynomial function of the force response according to the percentage deformation for the brands of elastic tubing tested. Equations were used to obtain the force response for percentages of 100%, 200% and 250% deformation, which was followed by the mean values of force. It was also plotted the mean force versus deformation (all specimens) for each treatment (FIGURES 2A E 2B). The data processing was performed with Matlab®, version 7.9 (Mathworks, Natick, USA).

STATISTICAL ANALYSIS

The force data for both types of elastic tubing tested were described with the mean and standard deviation for 100%, 200% and 250% deformations. A regression equation (force vs. deformation) was developed for each brand at 0 cycles and the coefficient of determination (R^2) of the models obtained. To determine the testing reliability, the coefficient of variation (CV% = mean/standard deviation x 100) was calculated for each type of tube and for force responses at 100%, 200% and 250% of deformation.

Previously the assumptions of data normality and homoscedasticity were verified. The normality of all data was verified with the Shapiro-Wilk test. The homoscedasticity was verified through the Bartlett's test. If any of the assumptions were violated, a logarithmic transformation was carried out and again performed the tests for normality and homoscedasticity of transformed data (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2008). As the normality assumption was violated, again a nonparametric Kruskal-Wallis test was used to compare treatments. To identify the differences between the treatments, were employed a test for multiple comparisons of Nemenyi. For all the procedures, was considered the significance of $p < .05$ and used the R® statistical software, version 3.0.

RESULTS

The LET tubing subjected to treatments of 1000 and 3000 load-unload cycles in this study showed significant reduction for force response to deformation of 100% ($p = .003$ for both treatments), 200% ($p = .002$ and $p = .002$, respectively) and 250% ($p = .002$ and $p = .002$, respectively) compared to the control treatment (0 cycles) for the respective strains. However, there was no significant change in the force response between the treatments of 1000 and 3000 cycles for deformations of 100% ($p = .985$), 200% ($p = .983$), and 250% ($p = .985$) (FIGURE 3 AND TABLE 1).

TABLE 1. Force response (mean ± standard deviation in Newtons – N) to deformation (%) obtained after treatments (0, 1000, and 3000 cycles) for latex elastic tubing and natural rubber elastic tubing (six samples for each treatment).

BRAND	LET			NRET		
	DEFORMATION (%)					
Treatments	100%	200%	250%	100%	200%	250%
0 cycles	43.99±0.04	61.65±0.19	67.87±0.12	50.61±4.23	72.25±4.24	80.26±3.87
1000 cycles	37.04±3.36*	55.31±4.71*	60.80±4.78*	42.69±1.02*	65.50±3.25	72.86±3.33*
3000 cycles	37.33±0.07*	55.79±0.55*	62.05±0.75*	43.11±0.05*	64.71±0.2*	71.77±0.05*

Note. * p <.05; indicates significant differences compared to control treatment.

At 3000 load-unload cycles, the NRET showed a significant reduction in the force response to 100% ($p = .001$), 200% ($p = .021$), and 250% ($p = .002$) strains compared to the control treatment. At 1000 cycles there was significant reduction in the force for 100% ($p = .001$) and 250% ($p = .002$) deformations without significant changes for 200% ($p = .093$). However, there were no significant changes in the force response between treatments of 1000 and 3000 cycles for 100% ($p = .987$) 200% ($p = .84$), and 250% ($p = .986$) strains (FIGURE 3 AND TABLE 1).

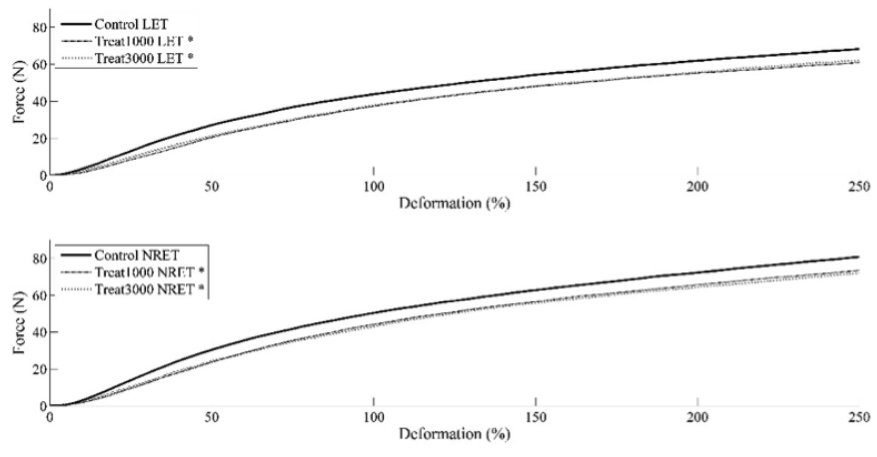

FIGURE 3. Force (N) – Deformation (%) ratio for the treatments (0, 1000, 3000 cycles) of Auriflex® (204) tubing (Upper graph – LET) and Thera-Tubing® tubing (Lower graph – NRET).

Additionally, the regression polynomial equations for LET and NRET showed high coefficients of determination for 0 cycles (TABLE 2).The relative instability (CV%) observed in the trials ranged from 0.1% – 9.1% for LET and from 0.1% – 8.4% for NRET (TABLE 3).

TABLE 2. Polynomial regression equation and coefficient of determination for latex elastic tubing and natural rubber elastic tubing (six samples for each brand).

TYPE	POLYNOMIAL REGRESSION EQUATION	COEFFICIENT OF DETERMINATION (R^2)
LET	*f = 0.000004x3– 0.0026x2+ 0.6403x + 5.7284†*	0.9963
NRET	*f = 0.000004x3– 0.0024x2 + 0.6421x + 6.9495†*	0.9975

Note. f = Force (Newtons – N), x = deformation (%).

TABLE 3. Reliability of tests (CV%) obtained after treatments (0, 1000, and 3000 cycles) for latex elastic tubing and natural rubber elastic tubing (six samples for each treatment).

BRAND	LET			NRET		
	DEFORMATION (%)					
Treatments	100%	200%	250%	100%	200%	250%
0 cycles	0.09	0.30	0.17	8.35	5.86	4.82
1000 cycles	9.07	8.51	7.86	2.38	4.96	4.57
3000 cycles	0.18	0.98	1.20	0.11	0.31	0.06

DISCUSSION

The aim of this study was to evaluate the force-deformation response of two different brands of tubes. The other major goal was to evaluate the effects of previous cyclic loading on the force-deformation response, for synthetic and natural rubber tubes. Table 1 provides information about the force response with respect to the percentage of deformation of elastic tubing tested. The regression equations provide useful information for quantifying the resistance and initial length at 0 cycles (TABLE 2). Low values on relative instability (CV < 10%) denoted a high reliability of the trials for LET and NRET, over the force response (TABLE 3).

It should first be noted that no studies were found that evaluated the resistance and stiffness reduction of LET tubing with the same experimental design. With respect to the LET, Azevedo et al. (2003) studied the properties of LET composed of the same material (butadiene-styrene) with the same cross-sectional area (84.83mm^2 vs 84.78mm^2). The LET tubing showed higher mean force response (12.7%) compared to used in that study, and they had the same manufacturing specifications at 0 cycles and 300% deformation (71.8 N vs. 62.7 N). The differences can be attributed to the material and manufacturing methods, because they are manufactured by different companies and standardized by their cross-sectional area and not their resistance. In the present study, LET showed an mean reduction of force response respectively 1000 and 3000 cycles of 15.75% – 15.13% to 100% elongation, 10.28% – 9.5% to 200% and 10.41% – 8.57% to 250%. The lower stiffness reduction observed at 200% and 250% in comparison to 100% strain can be explained by the difference in the number of loading and unloading cycles experienced at or beyond each strain length (Simoneau et al., 2001; Hibbeler, 2013). Figure 3 shows the force behavior depending on the deformation with the loss of potential generation of resistance of LET.

The mean force values obtained at 100%, 200% and 250% deformation to NRET are similar to those obtained in studies by Patterson et al. (2001) testing similar characteristics to 0 cycles stretching (84N vs 80 N). Regarding the study of Hughes et al. (1999) the percentage differences of 4.8%, 15.2% and 25.5% were found at 100%, 200%, and 250% elongation of the original length, respectively. The differences can be attributed to the method used to quantify the elastic loads. Hughes et al. (1999) quantified the force depending on five deformation percentages and determined a linear regression model for six types of NRET (thera-tubing yellow, red, blue, green, black and silver), disregarding the material's viscoelastic characteristic. The elastic tubing has a nonlinear behavior in the initial phase of the stretching and linear behavior after 100% deformation, which is typical to elastomeric materials (Hibbeler, 2013; Mcmaster et al., 2010; Patterson et al., 2001). Figure 2B shows the force behavior vs. deformation with the loss of generation potential of resistance for NRET.

Similarly to the LET, NRET showed force reduction of 15.64% – 14.81 % at 100%, 9.34% – 10.43% at 200% and 9.22% – 10.57% at 250% deformation, respectively 1000 and 3000 cycles. In contrast, the study of Patterson et al. (2001) reported no change in the force response for silver tubing with the same displacement rate of 0.5 Hz (1800mm/min), a higher number of stretching cycles (5000 cycles) and the same strain during cycling (100%). Based on these findings, the potential effect of preconditioning as described by Patterson et al. (2001) must be disregarded. In this study, the tubing was equally conditioned at each treatment being deformed manually before each testing of its initial length (20 cycles/sample).

Simoneau et al. (2001) evaluated the resistance descriptively as well as its relationship to the stiffness reduction of NRET (yellow, white, and black) with a piezoelectric force transducer associated with a linear actuator during 500 load-unload cycles with a deformation of 0–100% and 0-200%. The sample consisted of four samples of elastic tubing of each color. After testing there was mean reduction for yellow, green and black tubing of 4.76%, 5.02%, and 6.14% with cycling at 100% and 13.43%, 9.62%, and 15.36% at 200% cycling, respectively.

For both types of tubing tests there was greater force reduction at 100% strain (15.23 – 15.45%). Apparently, this may occur from the formation of tiny cracks in the tube structure leading to failure with repeated material stretching (Hibbeler, 2013). The strain band (0 – 100%) chosen for the cycling testing of materials produced greater reduction in the potential to generate resistance. In deformation percentages of the strain band chose in the trials, the reduction in the percentage values was similar (9.89-9.9% at 200%; 9.5-9.9% at 250%).

The dynamic determination on ER, just like on the present study, has been performed from the initial-length samples (< 100 mm) shorter than those used in practice (Azevedo et al., 2003; Patterson et al., 2001; Santos et al., 2009; Simoneau et al., 2001). Nevertheless, force versus deformation relationships have been commonly applied instead of the original length (%), which is based on the assumption that the elastic material properties are constant (Patterson et al., 2001; Santos et al., 2009; Simoneau et al., 2001; Thomas et al., 2005). In support of this argument, Patterson et al. (2001) and Thomas et al. (2005) showed that different lengths could produce similar-force responses with the same relative deformation.

Based on the polynomial regression equations provided, it is possible to determine the resistance offered by the elastic tubing tested, as well as the possible replacement, if nec-

essary, of NRET for that LET to lower cost. For example, NRET with a resting length of 0.6m deformed 150% provides 63 N or 6.4 Kg of resistance; where as LET with a resting of 0.48m deformed to 210% offers same resistance.

The same reasoning will apply if only one type of tubes is available (NRET or LET) and if there is a need to adequately reduce the length of tubes to meet a maximum or average ER, considering the individual anthropometric characteristics. This means that, given the relative resistance and excursion (deformation) for an exercise, when replacing those values on the calibration polynomials, it is possible to adjust the length and choose which tube to use (Santos et al., 2009).

However, after successive cycling during rehabilitation and training sessions as evidenced in the trials, the elastic tubing loses its ability to generate the same 62.76N. Therefore, knowing the stiffness reduction, it is possible to decrease the initial length of tubing to adjust it to the load and target final length of the session (Thomas et al., 2005), given the reduction in the percentages of force response of tubing. On the other hand, with the manipulation of the initial length (reducing the initial length by cutting), the resistance throughout the range of motion should be increased (Anderson et al., 2008), both by replacing an NRET tube with an LET tube with repeated use and by adapting the resistance for a particular task. After the cutting the tubes, this procedure should require a greater torque for the same deformation (%) from the individual during the execution of the exercise, especially at the beginning of the movement (Anderson et al., 2008).

A possible limitation of this study may be associated with the adopted interpolation method (Lagrange Interpolation). Like all numerical approximation of a polynomial, this one has a small error in the data manipulation. However, the estimation error should not interfere on the results because the method aims to optimize the curve that better fits the data set. Moreover, the coefficient of determination (R^2) of the models obtained with the regression models was high (above .99). As seen the tests (FIGURES 2A AND 2B), due the non – linear behavior of elastic tubes the use of linear models is inadvisable.

Possible methodological improvements for future research include the measurement of the tubing hysteresis, more samples, the use of higher rates of displacement, increasing the number of cycles and evaluation of other types of elastic for to provide information to therapists, physical education teachers and coaches with this information. Therefore, these factors are considered limiting in this study, and still require further understanding of the limits of mechanical testing in the practice of rehabilitation programs and sports training (real exercises).

CONCLUSION

The current findings indicate that the subsequent use of viscoelastic material (natural rubber NRET and latex LET) leads to a reduced ability to provide resistance, which must be considered during rehabilitation and training. This information may be useful in the selection and suitability of tubing, as well as the reduction of operational costs in rehabilitation programs and training. The exercise prescription with the use of ER must take into account the resistance loss of tubing to ensure that the training intensity and volume are achieved in resistance training. Finally, both the NRET and LET, commonly called “surgical tubes”, present with a similar reduction (as percentages) of the force response to cycling.

ACKNOWLEDGEMENTS

"Laboratório de Projetos Mecânicos Prof. Henner Alberto Gomide”, LPM, Faculdade de Engenharia de Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia e a Universidade Federal de Ouro Preto.

Edital “Auxilio Pesquisador 01/2016”, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós – Graduação da Universidade Federal de Ouro Preto.

REFERENCES

Aboodarda, S. J., George, J., Mokhtar, A. H., & Thompson, M. (2011). Muscle strength and damage following two modes of variable resistance training. *Journal of Sports Science and Medicine*, *10*(4), 635-642.

Anderson, C. E., Sforzo, G. A., & Sigg, J. A. (2008). The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(2), 567-574. doi:10.1519/JSC.0b013e3181634d1e.

Andersen, L. L., Andersen, C. H., Mortensen, O. S., Poulsen, O. M., Bjørnlund, I. B., & Zebis, M. K. (2010). Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: Comparison of dumbbells and elastic resistance. *Physical Therapy*, *90*(4), 538-549. doi:10.2522/ptj.20090167.

American College of Sports Medicine. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(3), 687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670.

Azevedo, F. M., Benatti, L. N., Alves, N., & Filho, R. F. N. (2003). Avaliação biomecânica e proposta para utilização de um sistema de tração baseado em resistência elástica para a realização de exercícios dinâmicos no músculo bíceps braquial. *Brazilian Journal of Biomechanics*, *4*(1), 49-54.

Bellar, D. M., Muller, M. D., Barkley, J. E., Kim, C., H., Ida, K., Ryan, E. J., ... Glickman E. L. (2010). The effects of combined elastic and free weight tension on one-repetition maximum strength in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *25*(2), 1-5. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c1f8b6.

Biscarini. A. (2012). Determination and optimization of joint torques and joint reaction Strength in therapeutic exercises with elastic resistance. *Medicine and Engineering Physics, 34*(1), 9-16. doi:10.1016/j.medengphy.2011.06.011.

Cronin, J., Mcnair, P. J., & Marshall, R. N. (2003). The effects of bungy weight training on muscle function and functional performance. *Journal of Sports Sciences*, *21*(1), 59-71. doi:10.1080/0264041031000071001.

Figliola, R. S., & Beasley, D. E. (2007). *Theory and design for mechanical measurements* (4th Ed.). New York, NY: Willey.

Ghigiarelli, J. J., Nagle, E. F., Gross, F. L., Robertson, R. J., & Irrgang, J. J. (2009). The effects of a 7-week heavy elastic band and weight chain program on upper-body strength and upper-body power in a sample of division 1-AA football players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*(3), 756-764. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a2b8a2.

Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, *40*(3), 189-206. doi:10.2165/11319770-000000000-00000.

Hibbeler, R. C. (2013). Mechanical properties of materials. In R. C. Hibbeler (Ed.), *Mechanics of materials* (9ª Ed., pp. 81-118). Columbus, OH: Pearson.

Hintersmeister, R. A., Bey, M. J., Lange, G. W., Steadman, J. R., & Dillman. C. J. (1998) Quantification of elastic resistance knee rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy*, *28*(1), 16-24. doi:10.2519/jospt.1998.28.1.40.

Hopkins, W., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2008). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(1), 3-12. doi:10.1249/MSS.0b013e31818cb278.

Hughes, C. J., Hurd, K., Jones, A., & Sprigle, S. (1999). Resistance properties of thera-band tubing during shoulder abduction exercise. *Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy*, *29*(7), 413-420. doi:10.2519/jospt.1999.29.7.413.

Jakubiak, N, & Saunders, D. H. (2008). The feasibility and efficacy of elastic resistance training for improving the velocity of the Olympic taekwondo turning kick. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22*(4), 1194-1197. doi:10.1519/JSC.0b013e31816d4f66.

Kulig, K., Andrews, J. G., & Hay, J.G. (1984). Human strength curves. *Exercise and Sports Sciences Reviews*, *12*, 417-466.

Mcmaster, D. T., Cronin, J., & Mcguigan, M. R. (2010). Quantification of rubber and chain-based resistance modes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(8), 2056-2064. doi:10.1519/JSC.0b013e3181dc4200.

Patterson, R. M., Jansen, C. W. S., Hogan, H. A., & Nassif, M. D. (2001). Material properties of thera-band tubing. *Physical Therapy*, *81*(8), 1437-1445.

Rhea, M. R., Kenn, J. G., & Dermody, B. M. (2009). Alterations in speed of squat movement and the use of accommodated resistance among college athletes training for power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *23*(9), 2645-2650. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b3e1b6.

Santos, G. M., Tavares, G. M. S., Gasperi G., & Bau, G. R. (2009). Mechanical evaluation of the resistance of elastic bands. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *13*(6), 521-526. doi:10.3109/09593985.2013.845806.

Simoneau, G. G., Bereda, S. M., Sobush, D. C., & Starsky A. J. (2001). Biomechanics of elastic resistance in therapeutic exercise programs. *Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy*, *31*(1), 16-24. doi:10.2519/jospt.2001.31.1.16.

Shoepe, T. C., Ramirez, D. A., & Almstedt, H. C. (2010). Elastic band prediction equations for combined free-weight and elastic band bench presses and squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(1), 195-200. doi:10.1519/JSC.0b013e318199d963.

Thomas, M., Mueller, T., & Busse, M. W. (2005). Quantification of tension in Thera-Band® and Cando® tubing at different strains and starting lengths. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *45*(2), 188-198.

Wallace, B. J., Winchester, J. B., & Mcguigan, M. R. (2006). Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *20*(2), 268-272. doi:10.1519/R-16854.1.

Muscle rate of torque development in female futsal players

AUTHORS:

Ana Carolina de M A Rodrigues [1]

Nathália Arnosti Vieira [2]

Sergio Augusto Cunha [2]

Sérgio Rocha Piedade [1]

[1] School of Medical Sciences, State University of Campinas, Campinas/SP Brasil

[2] Physical Education College, State University of Campinas, Campinas/SP, Brasil

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.29

KEYWORDS:

Torque. Female. Dynamometer.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the maximum rate of torque development (peak RTD) of knee extensors and flexors of futsal players in the dominant (DM) and non-dominant member (NDM), as well as the interval time in which this value is reached. Eighteen futsal female players with no history of knee's injury were evaluated (21.0 ± 2.8years; 56.4 ± 6.1Kg; 1.60 ± 0.1m) in a series of 5 repetitions of knee extension and flexion of DM and NDM at an angular velocity of 180°·s^{-1}. The peak RTD of knee extensors and flexors was calculated by the derivative of torque/ time. No significant difference in extensor peak RTD between DM and NDM (p = .97) and in flexors peak RTD (p = .47) were found. Time interval for maximum TDR achievement was between 0-100ms. There was no difference in the peak RTD of muscle groups analyzed between DM and NDM, and time interval in occurred the peak RTD reveals symmetry between lower limbs, and time appropriate time for producing torque quickly.

Corresponding author: Ana Carolina de Mello Alves Rodrigues. School of Medical Sciences, State University of Campinas, Campinas/SP, Brasil (acmarodrigues@hotmail.com)

Taxa de desenvolvimento de torque muscular em atletas de futsal feminino

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a máxima taxa de desenvolvimento de torque (pico TDT) dos extensores e flexores do joelho de jogadores de futsal no membro dominante (MD) e não dominante (MND), bem como o intervalo de tempo em que esse valor é alcançado. Dezoito jogadoras de futsal sem histórico de lesão de joelho foram avaliadas (21.0 ± 2.8anos; 56.4 ± 6.1Kg; 1.60 ± 0.1m) em uma série de 5 repetições de extensão e flexão do joelho do MD e MND a uma velocidade angular de 180°·s^{-1}. O pico TDT dos extensores e flexores do joelho foi calculado pela derivada da torque / time. Não foram encontradas diferenças significativas no pico TDT extensor (p = .97) e flexores (p = .47) entre MD e MND. O intervalo de tempo em que ocorreu o pico de TDT foi entre 0-100ms. A não diferença dos picos TDT dos grupos musculares analisados entre os MD e MND, e o intervalo de tempo em que ocorreu o pico TDT revela a simetria entre os membros inferiores dos atletas, e tempo adequado para a produção de torque de forma rapida.

PALAVRAS CHAVE:
Torque. Feminino.
Dinamômetro.

INTRODUCTION

Futsal players are known by developing maximum strength in a short period of time, especially in knee's extensors and flexors, providing greater efficiency in tasks such as sprints and changes of directions (Eniseler, Sahan, Vurgun, & Mavi, 2012; Greco, da Silva, Camarda, & Denadai, 2013; Requena et al., 2009). Literature points out that in sports movements, the time accepted to exert force is very limited, approximately 50-250ms, while is needed longer time to reach the maximum muscle force (> 300ms) (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002; Andersen, Andersen, Zebis, & Aagaard, 2010; Angelozzi et al., 2012; Blazevich, Horne, Cannavan, Coleman, & Aagaard, 2008; Molina & Denadai, 2012; Morel et al., 2015; Oliveira, Oliveira, Rizatto, & Denadai, 2013). Thus, in the practice of sports as the futsal, to achieve higher rate of torque development (RTD) values in the initial phase of contraction is important to the successful performance of the tasks (Blazevich et al., 2008; Greco, da Silva, Camarda, & Denadai, 2012; Molina & Denadai, 2012). In the early stages of muscle contraction (Aagaard et al., 2002), RTD is a useful parameter to evaluate the dynamic of muscle contraction in sports activities (Angelozzi et al., 2012; Greco et al., 2013; Holtermann, Roeleveld, Engstrom, & Sand, 2007; Tillin, Jimenez-Reyes, Pain, & Folland, 2010), as well the joint stability in order to promote actions to prevent injuries (Andersen et al., 2010; Angelozzi et al., 2012; Jay et al., 2013; Morel et al., 2015).

Studies analyzed the RTD in different populations, both in isometric conditions (Aagaard et al., 2002; Angelozzi et al., 2012; Blazevich et al., 2008; Heggelund, Fimland, Helgerud, & Hoff, 2013; Holtermann et al., 2007; Mebes et al., 2008; Oliveira et al., 2013) as for dynamic conditions (Greco et al., 2013; Molina & Denadai, 2012; Oliveira et al., 2013). However, dynamic analysis takes into consideration the factors that influence the muscle ability to generate force, as the type of muscle contraction, contraction velocity and range of motion. Consequently, the value of RTD in this condition has a greater relationship with the sport practice.

In clinical practice, the RTD is the ratio of torque/ time calculate between 0 ms and 250 ms, which is obtained between variation of strength to the varying time (Aagaard et al., 2002; Andersen et al., 2010; Angelozzi et al., 2012; Blazevich et al., 2008; Greco et al., 2012; Heggelund et al., 2013; Holtermann et al., 2007; Mebes et al., 2008), resulting in an average value. This found studies analyzed the average values RTD in sedentary and trained healthy subjects, and soccer athletes. When evaluating athletes is interesting know the maximum RTD, for evaluate the exact moment when has a greater increment of muscle strength, important factor to be used in power training. However, in athletes the maximum RTD occur in the beginning of movement, due to its important for performance of the tasks in game. Thus, it is necessary to know the maximum of the acceleration of dominant and non-dominant member of these athletes, instead of the average value, to assist in the training of prescription.

Therefore, the aim of this study was to analyze the maximum rate of torque development (peak RTD) of knee extensors and flexor in dominant and non-dominant member, and the period time at which the peak RTD occurs.

METHODS

SUBJECTS

We analyzed the performance of the best trial of 18 amateur female futsal players aged 21.0 ± 2.8 years (mean ± standard deviation), body mass of 56.4 ± 6.1kg and height 1.60 ± 0.1m. All athletes filled out the inclusion criteria of study, which is the absence of previous injuries in knee joint to the realization of isokinetic test in dominant and non-dominant member. The exclusion criteria were pathology on lower-limb muscles, with no contra-indication to maximal effort, and at least five years of futsal practice participated in the study.

After receiving information about the experimental procedures, a consent form was signed, approved by the Ethics Committee of the Faculty of Medical Sciences, State University of Campinas (No 1201/2010-CEP).

INSTRUMENTS

A Biodex Medical Systems 3 (New York, USA), with a sampling frequency of 100Hz, was used for the isokinetic testing of knee extension torque. Subjects were seated in the dynamometer chair and had the dominant hip, thigh, and tibia stabilized by straps. The knee joint axis of rotation was aligned with the dynamometer's axis of rotation. Gravity correction was obtained with the participant's lower limbs positioned over the machine's lever arm at 30° of knee flexion, where the limb passive torque values were measured and the dynamometer software corrected automatically these values (Fillyaw, Bevins, & Fernandez, 1986).

PROCEDURES

Participants went through a familiarization procedure in the dynamometer aimed at providing the athletes with a previous experience of the maximal effort test. Before the test, athletes had a five-minute warm-up trial on a cycle ergometer, cycling at their preferred cadence.

Each subject performed 1 set of 5 knee extension and flexion repetitions at 180°·s^{-1} with dominant (DM) and non-dominant (NDM) member. The method of contraction used was the concentric, both to extension/flexion knee, with the knee joint range of motion limited between 90° and 0° of flexion (0° = full extension).

After find the peak torque of extensors and flexors it was possible calculate the peak RTD by the derived, torque as a function of time derivation in the corresponding time interval. This variation interval goes from the beginning of the movement till the instant at which the maximum torque is reached. So, the peak RTD (N·m·s^{-1}) was calculated for knee extensors and flexors of DM and NDM of athletes.

STATISTICAL ANALYSIS

All statistical procedures were analyzed in software Matlab®. As the data had normal distribution, ANOVA was performed to compare peak RTD between DM and NDM and between muscle groups. For all statistical comparisons, the level of significance considered was α = 5%.

RESULTS

Table I showed no difference between the DM and NDM in the peak RTD of extensor (p = .97) and of flexor muscle group (p = .47). This result shows a similar behavior in the peak RTD muscle groups among the members, indicating that the muscle response to torque production in a short period of time in the DM and NDM are similar in movement execution of extension/flexion knee.

TABLE 1. Values of means peak RTD of knee extensors and flexors from dominant (DM) and non-dominant member (NDM) at 180°·s-1.

	PEAK RTD (N·m·s^{-1})	
	DM	NDM
Extensors	578.58 ± 99.12	560.32 ± 96.36
Flexors	356.57 ± 113.86	334.04 ± 115.05

Note: Peak RTD = maximum torque development ratio

Another factor observed is the time interval used to accelerate and thereby reach the peak torque of extensor/flexor muscle group. In both lower limbs, the athlete accelerates at the beginning of movement so as after wards achieve the peak torque. The instant time in which occurred the peak RTD of muscles groups was between 0-100ms.

DISCUSSION

The analysis of the peak RTD of knee extensors and flexors, and the time instant at this peak RTD occurred, was possible to observed muscular performance of the lower limbs of futsal players female.

The non-difference between DM and NDM may be due to the training that athletes are subjected (Aagaard et al., 2002; Andersen et al., 2010; Behm & Sale, 1993; Hakkinen et al., 1998), in that is required of athletes the use of both lower limbs in carrying out different tasks, such as the kick and change of direction. Thus, under normal conditions the training conducted is the same for both lower members, especially during specific activities training aiming gain strength, power and muscular resistance.

The values peak RTD of the female athletes show symmetry between the lower limbs, with results consistent with those found in the literature (Ageberg, Roos, Silbernagel, Thomee, & Roos, 2009; Pinczewski et al., 2007), and that reveals to the efficiency of muscle performance and promotion of joint stability in the DM and NDM.

This information is relevant not only for verify performance, but also for observe the neuromuscular balance in the DM and NDM, once the contralateral imbalance may be a risk of musculoskeletal injuries and consequently compromise the performance. Thus, the RTD is a parameter that deserves attention not only for showing athlete's performance in sports movements execution (Greco et al., 2013), as well as being a way to assess joint stability in order to prevent injuries (Andersen et al., 2010; Angelozzi et al., 2012).

The dynamic and intensity of a futsal game requires athletes to develop muscle contractions as fast as possible of the antagonists muscle groups, for example, extensors and flexors of the knee. In the functional tasks, the need to produce torque rapidly may be more important than maximum torque (Crockett et al., 2013; Jay et al., 2013), for successful performance of the tasks. This confirms the relevance of analysis of peak RTD as evaluation parameter of the athlete's performances.

According Morel et al. (2015) the peak RTD is an important factor in movements characterized by reduced contractions times (< 250ms) such as sprinting, jumping or kicking performed throughout practice sports. In the present study, the peak RTD of knee extensor and flexor occurred between 0ms and 100ms, within the expected time interval. This enables check the ability the female futsal athletes of to accelerate as quickly possible the muscle groups involves in practice sport.

Angelozzi et al. (2012) report that the rapid attainment of peak RTD can be a factor of stability and joint protection if it occurs between 30ms to 70ms after the beginning of muscle contraction. The present study the athletes presented an interval time around 0ms to 100ms for development peak RTD of knee extensors and flexors, reflecting an interval time adequate for prevent excessive forces about knee joint and prevent injuries.

In this way, the female futsal athletes have symmetry between the lower limbs important to the performance of tasks, what reflects stability joint and injury prevention in order to contribute to the maintenance of sports performance.

This study has as limitations the analysis only of performance female athletes futsal, it is necessary in future studies analyze the athletes male futsal to know the profile of the athletes futsal and so contribute in the specific training of the muscles involved in practicing of futsal.

CONCLUSION

The symmetry between the lower limbs and the capacity of torque production in a short period of time of the extensor and flexor muscle groups corroborates to the achievement of greater efficiency of the tasks performed in futsal.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Capes of Brazil.

REFERÊNCIAS

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology, 93*(4), 1318-1326. doi:10.1152/japplphysiol.00283.2002

Ageberg, E., Roos, H. P., Silbernagel, K. G., Thomee, R., & Roos, E. M. (2009). Knee extension and flexion muscle power after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft or hamstring tendons graft: a cross-sectional comparison 3 years post surgery. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy, 17*(2), 162-169. doi:10.1007/s00167-008-0645-4

Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 20*(1), e162-169. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00933.x

Angelozzi, M., Madama, M., Corsica, C., Calvisi, V., Properzi, G., McCaw, S. T., & Cacchio, A. (2012). Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 42*(9), 772-780. doi:10.2519/jospt.2012.37802782

Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of Applied Physiology, 74*(1), 359-368.

Blazevich, A. J., Horne, S., Cannavan, D., Coleman, D. R., & Aagaard, P. (2008). Effect of contraction mode of slow-speed resistance training on the maximum rate of force development in the human quadriceps. *Muscle Nerve, 38*(3), 1133-1146. doi:10.1002/mus.21021

Crockett, K., Ardell, K., Hermanson, M., Penner, A., Lanovaz, J., Farthing, J., & Arnold, C. (2013). The relationship of knee-extensor strength and rate of torque development to sit-to-stand performance in older adults. *Physiotherapy Canada, 65*(3), 229-235. doi:10.3138/ptc.2012-04

Eniseler, N., Sahan, C., Vurgun, H., & Mavi, H. F. (2012). Isokinetic strength responses to season-long training and competition in turkish elite soccer players. *Journal of Human Kinetics, 31*, 159-168. doi:10.2478/v10078-012-0017-5

Fillyaw, M., Bevins, T., & Fernandez, L. (1986). Importance of correcting isokinetic peak torque for the effect of gravity when calculating knee flexor to extensor muscle ratios. *Physical Therapy Journal, 66*(1), 23-31.

Greco, C. C., Da Silva, W. L., Camarda, S. R., & Denadai, B. S. (2012). Rapid hamstrings/quadriceps strength capacity in professional soccer players with different conventional isokinetic muscle strength ratios. *Journal of Sports Science and Medicine, 11*(3), 418-422.

Greco, C. C., da Silva, W. L., Camarda, S. R., & Denadai, B. S. (2013). Fatigue and rapid hamstring/quadriceps force capacity in professional soccer players. *Clinical Physiology and Functional Imaging, 33*(1), 18-23. doi:10.1111/j.1475-097X.2012.01160.x

Hakkinen, K., Newton, R. U., Gordon, S. E., McCormick, M., Volek, J. S., Nindl, B. C., ... Kraemer, W. J. (1998). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 53*(6), B415-423.

Heggelund, J., Fimland, M. S., Helgerud, J., & Hoff, J. (2013). Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *European Journal of Applied Physiology, 113*(6), 1565-1573. doi:10.1007/s00421-013-2586-y

Holtermann, A., Roeleveld, K., Engstrom, M., & Sand, T. (2007). Enhanced H-reflex with resistance training is related to increased rate of force development. *European Journal of Applied Physiology, 101*(3), 301-312. doi:10.1007/s00421-007-0503-y

Jay, K., Schraefel, M., Andersen, C. H., Ebbesen, F. S., Christiansen, D. H., Skotte, J., ... Andersen, L. L. (2013). Effect of brief daily resistance training on rapid force development in painful neck and shoulder muscles: randomized controlled trial. *Clinical Physiology and Functional Imaging, 33*(5), 386-392. doi:10.1111/cpf.12041

Mebes, C., Amstutz, A., Luder, G., Ziswiler, H. R., Stettler, M., Villiger, P. M., & Radlinger, L. (2008). Isometric rate of force development, maximum voluntary contraction, and balance in women with and without joint hypermobility. *Arthritis & Rheumatology, 59*(11), 1665-1669. doi:10.1002/art.24196

Molina, R., & Denadai, B. S. (2012). Dissociated time course recovery between rate of force development and peak torque after eccentric exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging, 32*(3), 179-184. doi:10.1111/j.1475-097X.2011.01074.x

Morel, B., Rouffet, D. M., Saboul, D., Rota, S., Clemencon, M., & Hautier, C. A. (2015). Peak torque and rate of torque development influence on repeated maximal exercise performance: contractile and neural contributions. *PLoS One, 10*(4), e0119719. doi:10.1371/journal.pone.0119719

Oliveira, F. B., Oliveira, A. S., Rizatto, G. F., & Denadai, B. S. (2013). Resistance training for explosive and maximal strength: effects on early and late rate of force development. *Journal of Sports Science and Medicine, 12*(3), 402-408.

Pinczewski, L. A., Lyman, J., Salmon, L. J., Russell, V. J., Roe, J., & Linklater, J. (2007). A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial. *The American Journal of Sports Medicine, 35*(4), 564-574. doi:10.1177/0363546506296042

Requena, B., Gonzalez-Badillo, J. J., de Villareal, E. S., Ereline, J., Garcia, I., Gapeyeva, H., & Paasuke, M. (2009). Functional performance, maximal strength, and power characteristics in isometric and dynamic actions of lower extremities in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 23*(5), 1391-1401. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a4e88e

Tillin, N. A., Jimenez-Reyes, P., Pain, M. T., & Folland, J. P. (2010). Neuromuscular performance of explosive power athletes versus untrained individuals. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 42*(4), 781-790. doi:10.1249/MSS.0b013e3181be9c7e

AUTORES:
Karine Naves de O Goulart
Iago Bozzi Vaccari
Marcos Daniel M Drummond
Ytalo Mota Soares
Reginaldo Gonçalves
Leszek Antoni Szmuchrowski
Bruno Pena Couto

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.38

Aumento no volume total de indivíduos submetidos ao treinamento de força com falha concêntrica

PALAVRAS CHAVE:
Treinamento de força. Adaptação. Falha concêntrica. Monitoramento. Volume total de treinamento.

RESUMO

O objetivo do estudo foi analisar o efeito do treinamento de força realizado até a falha concêntrica sobre o volume total de indivíduos treinados em força, mas sem experiência no treinamento por repetições máximas. Todos os sujeitos realizaram um teste de 10RM em dois exercícios: agachamento guiado e *leg press* 45°. Os indivíduos realizaram duas sessões por semana, compostas por 5 séries de 8 a 10 repetições máximas, ou seja, repetições até a falha concêntrica. Foi verificado aumento significativo do volume total de treinamento entre a 1° e a 7° sessão e entre a 1° e 13° sessão. Os resultados indicam que houve uma adaptação ao treinamento de repetições máximas, uma vez que mesmo sendo treinados em força, após 7 sessões de treinamento com falha concêntrica houve um aumento significativo no desempenho dos voluntários (tamanho do efeito: 0.597). Conclui-se que quatro semanas de treinamento de força até a falha foram suficientes para ganhos iniciais de força e aumento do desempenho de indivíduos treinados e sem experiência nesse tipo de protocolo de treinamento. Após três semanas adicionais de treinamento (sessões 8-13), o volume total se manteve estável, indicando que o desempenho havia estabilizado e os sujeitos adaptados ao protocolo de treinamento.

Correspondência: Karine Naves de Oliveira Goulart (karinegoulart91@gmail.com)

Increase in the volume load of individuals undergoing strength training with concentric failure

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of strength training performed until concentric failure on the volume load of individuals trained in strength, but no experience in training with maximum repetitions. All subjects performed a 10RM test in two exercises: squat and leg press. Subjects performed two sessions per week, consisting of 5 sets of 8 to 10 maximum repetitions, in other words, repetitions until concentric failure. It was verified a significant increase in volume load between 1 ° and 7 ° session and also between 1 ° and 13 ° session. The results indicate that an adaptation to repetitions maximum training protocol occurred, since even being strength-trained individuals, after seven training sessions with concentric failure, it was verified increase in performance of volunteers (effect size: 0.597). It was concluded that four weeks of strength training to concentric failure were sufficient for initial strength gains and increased performance of trained individuals with no experience in this type of training protocol. After three additional weeks of training (sessions 8-13), the volume load remained stable, indicating that the performance had stabilized and subjects adapted with the training protocol.

KEYWORDS:
Strength training. Concentric failure. Monitoring. Adaptation. Volume load.

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos protocolos de treinamento de força adotados na musculação, protocolos de repetições máximas ou até a falha concêntrica contribuem para ativar um maior número de unidades motoras, aumentam a estimulação de unidades motoras de maior limiar (Willardson, 2007), o estresse metabólico e a liberação de hormônios anabólicos (Linnamo, Pakarinen, Komi, Kraemer, & Hakkinen, 2005), potencializando, dessa forma, a resposta hipertrófica (Willardson, 2007). Além disso, protocolos até a falha concêntrica permitem monitorar o desempenho máximo do indivíduo em uma determinada sessão, considerando falha concêntrica o momento da série em que os músculos não mais conseguem produzir força suficiente para deslocar um determinado peso contra a ação da gravidade (Schoenfeld, 2010).

Monitorar e regular as cargas de treinamento é fundamental para garantir ao atleta uma adequada recuperação e progressão da carga (Gabbett, 2010) e, como consequência, uma melhora do desempenho. Sabe-se que os efeitos do treinamento são bem avaliados quando o padrão de movimento do teste é semelhante ao exercício realizado no treinamento (Lamas et al., 2012), e que diferentes tarefas de força envolvem diferentes estratégias de controle motor (Vila-Chã, Hassanlouei, Farina, & Falla, 2012). Sendo assim, considerando o treinamento de força na musculação, uma possível ferramenta individualizada e específica, seria o monitoramento do próprio desempenho na sessão, avaliado por meio do volume total de treinamento (massa deslocada x número de repetições máximas realizadas). Para monitorar e verificar alterações no desempenho por meio dessa variável é preciso submeter os indivíduos ao esforço máximo, sendo este alcançado em protocolos com repetições até a falha concêntrica.

Contudo, o que se observa, na prática, é a realização predominante de protocolos de treinamento com um número submáximo de repetições. Alguns estudos compararam os efeitos de protocolos com diferentes "níveis de esforço" (Gonzalez-Badillo et al., 2016; Sanchez-Medina & Gonzalez-Badillo, 2011). Esses estudos compararam protocolos de repetições máximas com protocolos submáximos, ou seja, que tiveram o número de repetições determinado em relação ao número máximo que poderia ser realizado com uma determinada intensidade, até a falha muscular. Gonzalez-Badillo et al. (2016) investigaram alterações geradas nos sistemas neuromuscular, endócrino e cardiovascular em protocolo composto por repetições máximas e em protocolo composto pela metade do número máximo de repetições previsto. Contudo, os próprios autores questionam se realizar metade do número de repetições seria um estímulo suficiente para obter ganhos de força e adaptações neuromusculares necessários para aumentar o desempenho esportivo. Além disso, considerando o monitoramento de sessões de treinamento de força na musculação, realizar protocolos com número submáximo de repetições não nos permite quantificar alterações no desempenho por meio do volume total.

Por outro lado, utilizar o volume total (massa deslocada x número de repetições máximas realizadas) como ferramenta para monitorar as sessões de treinamento até a falha concêntrica pode trazer informações importantes relacionadas aos ganhos de força e às alterações de desempenho. Além disso, considerando estudos que investigam o treinamento de força, um período de familiarização ao protocolo pode ser necessário. Sampson, Mcandrew, Donohoe, Jenkins e Groeller (2013) verificaram que a realização de um período de familiarização de quatro semanas de treinamento de força, previamente a situações experimentais, garantiu um melhor controle sobre possíveis influências que exercem impacto sobre a adaptação ao treinamento de força e o monitoramento das sessões em indivíduos não treinados. Contudo, permanece a lacuna na literatura sobre a importância de um período de familiarização ou de adaptação a um novo protocolo de treinamento para sujeitos já treinados em força, porém, sem experiência com protocolos até a falha concêntrica. É possível que estes indivíduos, apesar de treinados, sejam muito responsivos ao novo tipo de estímulo e, por isso, os resultados obtidos no início no novo programa de treinamento podem ser muito heterogêneos e ruidosos, dificultando a adequada análise destes resultados para fins de pesquisa ou de monitoramento.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito do treinamento de força realizado até a falha concêntrica sobre o volume total de indivíduos treinados em força, mas sem experiência com esse tipo de treinamento. Esperava-se que nas primeiras sessões de treinamento com repetições até a falha concêntrica ocorresse um aumento no desempenho, avaliado por meio do volume total, seguido por uma estabilização dessa variável nas demais sessões.

MÉTODO

A duração total do período experimental foi de sete semanas, sendo que em cada semana os voluntários realizaram duas sessões de treinamento compostas pelos exercícios agachamento guiado e *leg press* 45°. No primeiro dia (S0), foram realizadas medidas antropométricas com o intuito de caracterizar a amostra do estudo. Além disso, foi também padronizado o posicionamento e a amplitude nos equipamentos e realizado testes de 10 RM. A partir do segundo dia de coleta (S1) os voluntários iniciavam as sessões de treinamento. Em todas as sessões foram registrados o número máximo de repetições realizadas em cada série e o peso correspondente a cada série, para posterior cálculo do volume total de treinamento no início (S1), na metade (S7) e no final do período de treinamento (S13). As sessões foram realizadas com um intervalo mínimo de 48 horas e máximo de 96 horas. A figura 1 apresenta o delineamento do estudo.

Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Antropometria Teste de 10RM Sessão 1	Sessões 2 e 3	Sessões 4 e 5	Sessões 6 e 7	Sessões 8 e 9	Sessões 10 e 11	Sessões 12 e 13

FIGURA 1. Delineamento Experimental

AMOSTRA

Participaram do estudo 14 indivíduos do sexo masculino, treinados em força, mas que não possuíam experiência com protocolos de repetições até a falha concêntrica. O quadro 1 apresenta a caracterização da amostra. Os critérios de inclusão para participar do presente estudo foram ter idade entre 18 e 30 anos, não apresentar ocorrência ou antecedentes de lesão musculoesquelética em membros inferiores nos últimos doze meses, ter experiência de pelo menos doze meses ininterruptos de treinamento de força na musculação, estar treinando de forma regular previamente ao início das coletas e não utilizar recursos ergogênicos, nutricionais ou farmacológicos.

Todos os voluntários receberam esclarecimentos sobre os critérios de inclusão, objetivos e riscos associados ao estudo, e na concordância em participar, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, sendo garantidos o anonimato e a confidencialidade dos dados. O presente estudo foi aprovado pelo comitê de Ética e pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, CAAE 34777714.1.0000.5149.

QUADRO 1. Caracterização da amostra

MASSA (KG)	ESTATURA (CM)	IDADE (ANOS)	% GORDURA
77,1 ± 7,2	174,4 ± 5,2	23,6 ± 2,2	14,9 ± 2,8

INSTRUMENTOS

Para estimativa do percentual de gordura por meio da equação sugerida por Polock e Jackson, foram coletadas sete dobras cutâneas utilizando plicômetro *(Cescorf clínico)*. Além disso, foi mensurada a estatura e massa corporal dos voluntários com uma balança (Filizola, São Paulo).

No exercício agachamento guiado *(Gervasport Fitness Equipment),* o voluntário deveria agachar até ser alcançada a amplitude de 90° de flexão de joelhos. Foi utilizada uma fita elástica para delimitar a altura na qual o voluntário deveria agachar, e uma fita adesiva foi colocada no chão para padronizar o posicionamento dos pés (FIGURA 2). No exercício *leg press 45°(Gervasport Fitness Equipment),* o posicionamento dos pés foi padronizado para todas as sessões sendo que a distância entre os pés correspondeu aproximadamente à largura dos ombros. O ângulo 0° foi definido quando os pés estavam apoiados na plataforma e os joelhos estendidos, sendo que os voluntários deveriam flexionar os joelhos (descer a plataforma) até alcançar 40° de amplitude de movimento (FIGURA 3). Para facilitar o controle desta amplitude foi utilizada uma marcação individualizada no equipamento. Para a medição dos graus de flexão do joelho foi utilizado um goniômetro *(SANNY, Brasil).*

FIGURA 2. Posicionamento durante o exercício agachamento guiado.

FIGURA 3. Posicionamento durante o exercício agachamento guiado.

PROCEDIMENTOS

Teste de 10 RM

Com o intuito de estimar o peso que seria utilizado na primeira série da primeira sessão de treinamento, os voluntários realizaram um teste de 10RM no agachamento guiado, e após 15 minutos de intervalo realizaram o teste de 10RM no *leg press 45°,* respeitando a ordem dos exercícios que foi utilizada nas sessões de treinamento. O voluntário realizava no máximo cinco tentativas, com intervalo de 3 minutos entre elas para determinação do peso correspondente a 10RM. O peso foi ajustado, ao longo das tentativas de acordo a percepção do pesquisador e do voluntário (Simão et al., 2006).

Sessões de treinamento

A sessão de treinamento foi composta por cinco séries para cada exercício (agachamento guiado e *leg press 45°*), sendo adotados intervalos de dois minutos entre as séries e cinco minutos entre os exercícios. Os voluntários realizaram 8 a 10 repetições máximas (RM), ou seja, repetições até a falha concêntrica. O peso foi ajustado ao longo das séries e sessões, de acordo com a percepção do pesquisador e do voluntário, para que a faixa de 8 a 10 RM fosse mantida. A duração da repetição foi livre, ou seja, cada voluntário realizou as repeti-

ções com a duração de preferência. As sessões foram filmadas para posterior registro da velocidade de execução.

Volume total de treinamento

O volume total de treinamento foi calculado pelo produto da massa deslocada nos exercícios e o número de repetições máximas realizadas. Uma vez que o peso utilizado variou ao longo das séries, o volume total de treinamento representou o somatório da massa deslocada multiplicada pelo número de repetições de cada série de ambos os exercícios.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise descritiva dos resultados foi apresentada por meio dos valores médios e respectivos desvios padrão. Para verificar a normalidade e a esfericidade dos dados foram utilizados os testes de Shapiro Wilk e o Mauchly's, respectivamente. Uma vez que os pressupostos foram atendidos, a *ANOVA one way* de medidas repetidas e o *post hoc* de LSD foram utilizados para comparar o volume total ao longo do período de treinamento. Para verificar o efeito da intervenção foi calculado o tamanho do efeito global. O nível de significância adotado foi de $\alpha < .05$. Para análise estatística dos dados coletados foi utilizado o aplicativo SPSS 20.0.

RESULTADOS

O quadro 2 apresenta os valores médios e respectivos desvios padrão do volume total de treinamento das sessões 1, 7 e 13. Os pressupostos de normalidade e esfericidade dos dados foram atendidos. A *ANOVA one-way* de medidas repetidas mostrou que houve diferença significativa entre o volume total das sessões de treinamento ($F[2,26] = 19.23$, com $p = .001$). O *post hoc* de LSD mostrou que as diferenças encontradas ocorreram entre o volume total de treinamento das sessões 7 e 13 com a sessão 1. Um tamanho do efeito global de .597 mostrou que aproximadamente 60% da variação do volume total de treinamento foi decorrente do efeito da intervenção. Não foi verificada diferença significativa para os valores de volume total de treinamento entre as sessões 7 e 13 ($p = .157$). Em termos percentuais, o volume total de treinamento aumentou 16.32 % comparando-se as sessões 1 e 7, e 20.38 % comparando-se as sessões 1 e 13.

QUADRO 2. Volume total das sessões analisadas.

SESSÃO 1	SESSÃO 7	SESSÃO 13
10088,1 ± 2324,4	11734,2 ± 2741,2	12143,6 ± 2614,0

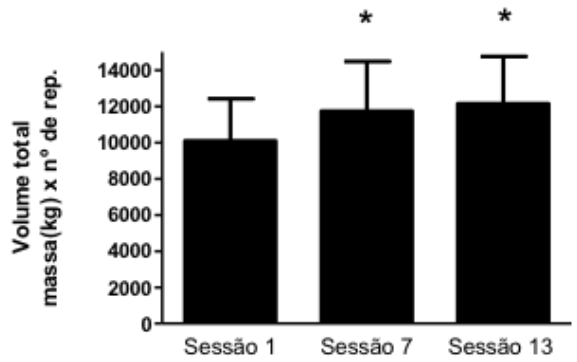

FIGURA 4. Volume total em três momentos do período de treinamento.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito do treinamento de força realizado até a falha concêntrica sobre o volume total de indivíduos treinados em força, mas sem experiência com esse tipo de treinamento. A hipótese do estudo foi confirmada, uma vez que foi constatado um aumento significativo do desempenho, verificado por meio do aumento do volume total, ao longo das primeiras sessões de treinamento e uma posterior estabilização dessa variável.

Considerando que o volume total aumentou significativamente no período de treinamento de quatro semanas, ou seja, da primeira sessão comparada a sétima sessão, pode-se afirmar que nesse período houve adaptações ao treinamento, ou seja, uma familiarização ao protocolo proposto. Além disso, analisando o volume total entre a sétima e a décima terceira sessão, correspondente às semanas 5 a 7 de treinamento, não foi verificada diferença significativa, confirmando que houve uma estabilização do desempenho e que os indivíduos estavam familiarizados ao protocolo. Sampson et al. (2013) verificaram que um período de familiarização de quatro semanas foi capaz de provocar aumentos significativos de força em indivíduos não treinados. Esses autores classificaram os voluntários em altos e baixos "responsivos". Os baixos responsivos apresentaram maiores valores de 1RM basal e menores ganhos de força ao longo das quatro semanas de familiarização. Os alto responsivos, de forma contrária, apresentaram menores valores de 1 RM basal e maiores ganhos de força ao longo da familiarização. Dessa forma, ao final das quatro semanas, os valores de 1RM dos dois grupos encontravam-se semelhantes. Sendo assim, as adaptações ao treinamento de força foram diferentes entre altos e baixos responsivos durante a familiarização, contudo,

durante a fase seguinte, na qual foram realizadas as situações experimentais, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos. Dessa forma, o principal achado do presente estudo corrobora a importância de se realizar um período de adaptação previamente a situações experimentais em estudos que investigam o treinamento de força, mesmo em indivíduos já treinados.

O aumento do volume total de treinamento está relacionado ao aumento de força (Kraemer & Ratamess, 2004) que os voluntários obtiveram durante o período de treinamento, decorrente, possivelmente, de adaptação neural e morfológica. Embora no presente estudo não tenham sido utilizados métodos que mensurassem essas adaptações, segundo Sale (1988), alterações neurais significativas já ocorrem com 4 a 6 semanas de treinamento de força. Vale lembrar que a amostra do presente estudo foi composta por indivíduos treinados e foi analisado o efeito de 7 semanas de um novo protocolo de treinamento. Um mecanismo fundamental para a produção de força é a ativação muscular, que implica no recrutamento de unidades motoras disponíveis e no disparo de frequências de estimulação (Knight & Kamen, 2001). Sendo assim, o aumento da ativação neural potencializa elementos neurais que interferem no aumento da força e consequentemente no desempenho. Outra adaptação neural importante é a sincronização dos disparos das unidades motoras, que melhora a coordenação intra e intermuscular, proporcionando uma capacidade de gerar maior força. A melhora na sincronização implica no aumento da quantidade de disparos de potencias de ação advindos de unidades motoras de múltiplos grupamentos musculares sinergistas em uma mesma unidade de tempo (Ide, Muramatsu, Ramari, Macedo & Palomari, 2014; Semmler, 2002). Além disso, o estímulo mecânico, como o aumento da sobrecarga, pode provocar adaptações que resultam em aumento da área de secção transversa (hipertrofia) e alterações nas características contráteis das fibras musculares. Adaptações morfológicas geralmente são encontradas principalmente após 8-12 semanas de treinamento de força (Akima et al., 1999). Contudo, como os voluntários do presente estudo eram indivíduos treinados e que estavam realizando treinamento de força previamente ao início das coletas, é possível que o aumento de força verificado por meio do aumento do volume total de treinamento, também tenha sido decorrente de alterações hipertróficas.

O monitoramento das cargas de treinamento, além de possibilitar ao treinador utilizar as informações obtidas para avaliar a magnitude das cargas (Nakamura, Moreira & Aoki, 2010) e contribuir para que o atleta tenha uma adequada recuperação e progressão da carga (Gabbett, 2010), possibilita verificar as alterações de desempenho. Uma vez que foi possível constatar o aumento do volume total de treinamento, principalmente pelo aumento da massa deslocada em cada exercício, é possível sugerir o volume total como ferramenta de monitoramento do desempenho, considerando protocolos com falha concêntrica, e também de verificação de adaptação dos sujeitos com o protocolo realizado.

Uma possível limitação do presente estudo foi que a duração da repetição não foi controlada, sendo as ações musculares realizadas com velocidade determinada pelos próprios voluntários. Contudo, foi verificado, por meio de filmagem das sessões de treinamento, que cada voluntário manteve o seu padrão de velocidade de execução da repetição ao longo do experimento, possivelmente por serem indivíduos que possuíam experiência em treinamento na musculação. Sugere-se que estudos futuros utilizem o volume total para monitorar o treinamento de força na musculação por um período mais extenso comparando protocolos máximos (até a falha concêntrica) e submáximos e que sejam mensuradas adaptações neurais e morfológicas durante o período experimental.

CONCLUSÕES

Diante dos dados analisados foi possível concluir que quatro semanas de treinamento de força até a falha concêntrica resultaram em aumento do volume total de indivíduos treinados e sem experiência nesse tipo de protocolo de treinamento. Após três semanas adicionais de treinamento, o volume total se manteve estável. Sugere-se, portanto, a utilização de um período de quatro semanas de treinamento por repetições máximas para familiarização ou adaptação de indivíduos treinados, mas sem experiência com a realização de protocolos até a falha concêntrica, antes da utilização deste recurso para fins de monitoramento ou pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG – Minas Gerais / Brasil) e a Pró-reitoria de Pesquisa (PRPQ) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

REFERÊNCIAS

Akima, H., Takahashi, H., Kuno, S. Y., Masuda, K., Masuda, T., Shimojo, H., ... Katsuta, S. (1999). Early phase adaptations of muscle use and strength to isokinetic training. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 31*, 588 –594.

Gabbett, T. J. (2010). The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft--tissue injuries in elite collision sports athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(10), 2593-2603. doi:10.1519/JSC.0b013e3181f19da4

Gonzalez-Badillo, J. J, Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Ribas, J., Lopez-Lopez, C., Mora-Custodio, R., ... Pareja-Blanco, F. (2016). Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure. *International Journal of Sports Medicine*, *37*(4), 295-304. doi:10.1055/s-0035-1564254

Ide, B. N., Muramatsu, L. V., Ramari, C., Macedo, D. V., & Palomari, E. T. (2014). Adaptações neurais ao treinamento de força. *Acta Brasileira do Movimento Humano*, *4*(5), 1-16.

Knight, C. A., & Kamen, G. (2001). Adaptations in muscular activation of the knee extensor muscles with strength training in young and older adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 11*(6), 405–412.

Kraemer, W. J., Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688. doi: 10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61

Lamas, L., Ugrinowitsch, C., Rodacki, A., Pereira, G., Mattos, E. C. T., Kohn, A. F., & Tricoli, V. (2012). Effects of strength and power training on neuromuscular adaptations and jumping movement pattern and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(12), 3335-3344. doi:10.1519/JSC.0b013e318248ad16

Linnamo, V., Pakarinen, A., Komi, P. V., Kraemer, W. J., & Hakkinen, K. (2005). Acute hormonal responses to submaximal and maximal high intensity resistance and explosive exercise in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research, 19*(3), 566–571. doi:10.1519/R-15404.1

Nakamura, F. Y., Moreira, A., & Aoki, M. S. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: A percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Revista da Educação Física/UEM Maringá*, *21*(1), 1-11. doi:10.4025/reveducfis.v21i1.6713

Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *20*, 135–145.

Sampson, J. A., Mcandrew, D., Donohoe, A., Jenkins, A., & Groeller, H. (2013). The effect of a familiarization period on subsequent strength gain. *Journal of Sports Sciences*, *31*(2), 204-211. doi:10.1080/02640414.2012.725134

Sanchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 43*(9), 1725-1734. doi:10.1249/MSS.0b013e318213f880

Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(10), 2857-2872. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e840f3

Semmler, J. G. (2002). Motor unit synchronization and neuromuscular performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *30*(1), 8-14.

Simão, R., Souza, J. A. A. A., Cavalcante, S., Miranda, H., Viveiros, L., & Maior, A. S. (2006). Diferentes intervalos entre séries e sua influência no volume total dos exercícios resistido. *Fitness & Performance Journal*, *5*(2), 76-80.

Vila-Chã, C., Hassanlouei, H., Farina, D., & Falla, D. (2012). Eccentric exercise and delayed onset muscle soreness of the quadriceps induce adjustments in agonist–antagonist activity, which are dependent on the motor task. *Experimental Brain Research*, *216*(3), 385-395. doi:10.1007/s00221-011-2942-2

Willardson, J. M. (2007). The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. *Journal of Strength and Conditioning Research, 21*(2), 628–631. doi:10.1519/R-20426.1

AUTHORS:

Ciro José Brito

Danilo Gomes Moreira

José Raimundo Fernandes

Aparecido Pimentel Ferreira

Cláudio Córdova

Renato André Souza da Silva

Bianca Miark

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.49

Technical-tactical comparisons between weight divisions in elite judo athletes

KEYWORDS:

Motor control.

Task performance and analysis.

Martial arts. Statistics.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to compare technical-tactical (T-T) aspects between weight divisions of elite judo athletes. We analyzed 154 male athletes. The T-T actions comprised the approach, gripping, attack, groundwork, defense, and pause phases. The main results indicated that athletes of half-middleweight division have more combat time with the right foot on forward position (p = .047) and middleweights perform a higher time in frontal foot position (p = .002). The light categories are those that most change the handgrip (p = .041), and extra-lightweight maintaining a lower handgrip time (p = .026). The half-middleweight are more defensive and that causes higher number of penalties to the opponent (p = .003). The heavyweight division dedicated lower time to groundwork combat (p = .013). Weight (W) and height (H) significantly correlate with frontal foot position (r = .223; p = .01 for W and r = .191; p = .03 for H), attempts to grip (r = -.188; p = .02 for W and r = -.213; p = .01 for H), gripping on the left back/sleeve (r = .332; p = .001 for W and r = .29; p = .001 for H) and gripping on left/ right sleeve (r = -.204; p = .01 for W and r = -.269; p = .001 for H). We can conclude that weight divisions would significantly affect T-T and biomechanical patterns during individual combat phases.

Correspondência: Ciro José Brito (cirojbrito@gmail.com)

Comparações técnico-táticas entre divisões de peso em judocas masculinos de elite

RESUMO

O presente estudo comparou aspectos técnico-táticos (T-T) em judocas de elite nas diferentes categorias de peso. Foram avaliados 154 atletas. As ações T-T foram analisadas quanto a aproximação, agarre, ataque, luta de solo, defesa e pausa. Os principais resultados indicaram que os atletas da categoria meio-médio lutam mais tempo com o pé direito à frente (p = .047) e médios ficam maior parte do tempo com um dos pés à frente (p = .002). As categorias mais leves são aquelas que trocam mais pegadas (p = .041), a superligeiro é aquela que mantém a pegada por menor tempo (p = .026). A categoria meio pesado é a mais defensiva e que impõe ao adversário maior quantidade de faltas (p = .003). A categoria pesado é a que dedica menor tempo em combate de solo (p = .013). A massa corporal (MC) e estatura (ES) foram correlacionadas à posição frontal do pé (r = .223; p = .01 para MC e r = .191; p=0,03 para ES), tentativa de pegada (r = -.188; p = .002 para MC e r = -.213; p = .001 para ES), pegada à esquerda costa/manga (r = .32; p = .001 para MC e r = .29; p = .001 para ES), pegada manga-manga (r = -.204; p = .01 para MC e r = -.269; p = .001 para ES). Nossos resultados permitem concluir que as ações T-T interferem nos padrões biomecânicos durante as fases de combate.

PALAVRAS CHAVE:

Controle motor. Análise de desempenho.
Artes marciais. Estatística.

INTRODUCTION

Coordinative action skills in judo refer to the ability of an athlete to achieve appropriate movement at the right moment while quickly adjusting to the constantly instable competitive situation (Miarka, Branco, Vecchio, Camey, & Franchini, 2015). Notational analysis is concerned with recognizing movement patterns, often mentioned to as 'performance indicators', in the championship environment (Woods, Joyce, & Robertson, 2016). While match demands have been well-described in judo using time-motion data and muscle group specific torque production (Lech, Chwała, AmbroÐy, & Sterkowicz, 2015), a technical-tactical (T-T) model (Sterkowicz, Sacripanti, & Sterkowicz-Przybycien, 2013), with accurate biomechanical and statistical analyses considering anthropometric aspects, is needed to evaluate contextual information between weight divisions. Indeed, considering the complex system of actions performed by athletes of different weight categories, the analysis of T-T movement patterns may contribute for a better understanding of these activities with inferences over physiological work profiles in judo.

Combat performance involves a multifaceted interaction of open and complex skills, purportedly presenting irregular activity and pause periods (Branco et al., 2013; Courel, Franchini, Femia, Stankovic, & Escobar-Molina, 2014; Franchini, Sterkowicz, Meira, Gomes, & Tani, 2008). During judo competition, combat actions and pause phases are highly diversified and the relationships between these variables collectively represent an athlete's system of attack or fighting style (Miarka et al., 2014). Previous research has shown specific parameters that influence T-T actions in combat sports, including expertise (Drid et al., 2015), competitive outcome (Escobar-Molina, Courel, Franchini, Femia, & Stankovic, 2014), competitive level (Pozo, Bastien, & Dierick, 2011) and weight categories (Tabben et al., 2015). Furthermore, age effects have been observed in the time dedicated to the approach, gripping, groundwork and pause phases during judo competition (Miarka et al., 2014; Miarka et al., 2012). Despite these time-motion analysis differences, the effects of T-T indicators during each combat phase have yet to be identified between weight divisions.

Judo is composed by seven weight categories ranging from extra-lightweight (-60 kg) to heavyweight (+100 kg). Besides different morphological characteristics contained within each category, it was suggested that the choice of the fighting technique also differs among weight divisions (Miarka et al., 2014; Sterkowicz et al., 2013). Sterkowicz et al. (2013) have investigated frequently used techniques during London Olympic Tournament dividing into four weight categories: (1) extra lightweight; (2) half lightweight, lightweight, half middleweight; (3) middleweight; half heavyweight; (4) heavy weight. The results showed differences in technical preferences between extra lightweight and heavy weight groups, especially those with physical lever applied with max arm, physical lever applied with variable arm, and couple of forces applied by trunk and legs, which can be justified by the biomechanics of throws, once couple techniques are energetically more convenient compared to lever tech-

niques. However, the authors did not investigate combat/pause phases, grip fighting characteristics and ground fighting which may add important information in order to understand T-T approach between weight categories. Recent T-T analysis reports displayed specific factors that affect judo performance and determine competitive success, such as the approach and grip attempts, gripping patterns (*kumi-kata*), and effective attacks in varying orientations (Calmet, Miarka, & Franchini, 2010; Sterkowicz, Lech, & Blecharz, 2010). Consequently, it is recommended that notational analysis in judo be conducted with consideration for weight divisions differences in each combat phase with a wide range of interconnected elements, such as the type of approach (Calmet et al., 2010), type of attacks (Sterkowicz et al., 2013), defensive actions (Boguszewski, 2011), and groundwork attempts (Miarka et al., 2015).

A sequential T-T analysis examining each combat phase in high level athletes is needed to evaluate the fighting style and movement pattern differences between weight divisions. This hypothesis is supported by the fact that physical (Sterkowicz-Przybycień, & Almansba, 2011; Sterkowicz-Przybycien & Franchini, 2013) and physiological (Sterkowicz-Przybycien & Fukuda, 2014) characteristics vary between and among these athletes. Therefore, the purpose of the current study was to: (1) quantify different T-T indicators in high level judo matches; (2) quantify specific actions employed among weight divisions during individual combat/pause phases; and (3) determine the extent to which anthropometric-based differences occur between Olympic level athletes.

METHODS

This is a cross-section and descriptive applied study, using time-motion analysis.

SAMPLE

The present study comprised 154 male judo athletes who qualified for the 2012 Olympic Games, from this amount, 53.403 sequential combat actions were analyzed separated by seven official categories: extra-lightweight (-60 kg; *n* = 4.908, from 18 athletes with 27 ± 2.4 yrs., 60.0 ± 0.4 kg and 155.9 ± 37.7 cm), half-lightweight (-66 kg; *n* = 10.681, from 23 athletes with 28.6 ± 4.0 yrs., 64.9 ± 2.3 kg and 168.5 ± 5.4 cm), lightweight (-73 kg; *n* = 8.203, from 20 athletes with 28.6 ± 2.6 yrs., 72.6 ± 1.6 kg and 172 ± 4.6 cm), half-middleweight (-81 kg; *n* = 10.896, from 28 athletes with 28.7 ± 4.0 yrs., 79.3 ± 4.2 kg and 177.4 ± 6.3 cm), middleweight (-90 kg; *n* = 7.292, from 24 athletes with 28.7 ± 4.1 yrs., 87.9 ± 4.7 kg and 179.4 ± 6.3 cm), half-heavyweight (-100 kg; *n* = 4.112, from 14 athletes with 28 ± 3 yrs., 100 ± 0.5 kg and 184 ± 6.9 cm) and heavyweight (+100 kg; *n* = 7.174, from 27 athletes with 29.3 ± 3.9 yrs., 121.1 ± 22.4 kg and 188 ± 12 cm). In order to guarantee ecological validity and to verify the elite status of the sample, the competitive bouts were analyzed using several publically available judo video databases, including those provided by the International Judo Federation and the International Olympic Committee. In order to be included, each video had to be of sufficient quality (standard definition 480/60i) and taken from a landscape view of the entire competition area. While potential limitations exist due to these requirements, the procedures utilized reflect a method to observe critical events in combat performance which can be quantified in a consistent and reliable manner (Del Vecchio, Hirata, & Franchini, 2011; Tabben et al., 2015). Furthermore, performance analysis systems were used to collect a large sample sufficient to define movement patterns 'norms' while subsequent evaluation was based upon the principles of technical-tactical modelling (Kempe, Grunz, & Memmert, 2015). The competitive bouts were evaluated following previously outlined protocols (Miarka et al., 2012), from 36 international competitions from International Judo Federation (IJF) in 2011-12, including the Olympic Games (London, 2012), World Championship (Paris, 2011), two editions of *World Masters* (Almaty, 2012; Baku, 2011), five *Grand Slams* (Paris, 2011 and 2012; Tokyo, 2011; Rio de Janeiro, 2011 and Moscow, 2011) six *Grand Prix´s* (Düsseldorf, 2011 and 2012; Qingdao, 2011; Amsterdam, 2011; Abu Dhabi, 2011), three Continental Competitions (Asian, Uzbekistan, 2012; American, Montreal, 2012, and; European, Chelyabinsk, 2012) and 19 *World Cups* (Prague, 2012 and 2011; Oberwart, 2012 and 2011; Bucharest, 2012 and 2011; Jeju, 2012; Madrid, 2012 and 2011; Tbilisi, 2012 and 2011; Warsaw, 2011, Tallinn, 2012, Miami, 2012, San Salvador, 2012, Apia, 2012, Buenos Aires, 2012, Lisbon, 2012 and Sofia, 2012). The free computer version of VirtualDub Program 1.8.6 was used to fragment and edit images and Frami® software was used to conduct the time-motion analysis; the study was previously approved by the local Ethics and Research Committee.

DETERMINATION OF MOVEMENT WITH BIOMECHANICAL AND TECHNICAL-TACTICAL PATTERNS

The approach phase of combat was subdivided into four categories according to the movement pattern performed, including a right foot forward stance (*migi-shizentai*), a left foot forward stance (*hidari-shizentai*), a frontal stance (*shizen-hontai*), and attempting to grip (Calmet et al., 2010). The gripping phase of combat was evaluated by the location of the placement of the hands on the opponent's judo uniform (*judogi*), such as the collar, sleeve or back, and lateral location, right or left, following a previously validated protocol (Miarka, Hayashida, Julio, Calmet, & Franchini, 2011).

The attack phase of combat was characterized by the direction of the throwing technique, as front/rear or right/ left, and according to the specific biomechanical principles utilized, which were identified by the type of force couple applied or the length and point of application of the moment arm, as outlined by Sterkowicz et al. (2013). Throwing techniques that employed a force couple were designated as using: an arm lever (i.e., *Kuchiki-taoshi, Kibisu-gaeshi, Kakato-gaeshi* and *Te-guruma)*, an arm/ leg lever (i.e., *De-ashi-harai, O-uchi-gari, Okuri-ashi-harai, Kosoto-gake, Ko-uchi-gari, Ko-soto-gari)*, trunk/leg lever (i.e., *O-soto-*

gari, Uchi-mata, Ko-uchi-makikomi, Haraí-makikomi, Haraí-goshi, Hane-goshi), or a trunk/arm lever (i.e., *Morote-gari variations*), while techniques described by the moment arm were designated as minimal length (applied at the opponent's waist, i.e., *O-guruma, Ura-nage, Soto-Makikomi, Makikomi, Sukui-nage, Ushiro-goshi, Utsuri-goshi*), medium length (applied at the opponent's knee, i.e., *Hiza-guruma, Ashi-guruma, Hizasoto-muso, Soto-kibisu-gaeshi*), variable length (below the opponent's waist, i.e. *Tsuri-komi-goshi, O-goshi, Sasae-tsuri-komi-goshi, Koshi-guruma, Seoi-nage, Morote-seoi-nage*) or maximal length (applied at the opponent's foot/ankle, i.e., *Uki-otoshi, Sumi-otoshi, Seoi-otoshi, Tani-otoshi, Tai-otoshi, Tomoe-nage, Sumigaeshi, Yoko-tomoe, Uki-waza, Sasae-tsuri-komi-ashi*) (Sacripanti, 2012).

The groundwork phase of combat was determined by the specific actions conducted, including immobilization/pinning techniques (*osae-waza*), chokes (*shime-waza*) and arm-locks (*kansetsu-waza*) (Sacripanti, 2012; Sterkowicz et al., 2013). The defense phase of combat was categorized by the manner in which the defending athlete changed his/her body position and orientation, right or left (*tae-sabaki*), in response to an attack and by the use of a counter-attack (Boguszewski, 2009, 2011). During the pause phase, determinant penalty scores or advantages were counted according to penalties received by the athlete, or given to the opposing athlete (Miarka et al., 2014), and further designated between the initial penalty that did not result in a score or subsequent penalties that did result in a score, as determined by the referee officiating the match (Escobar-Molina et al., 2014).

Data were collected through systematic observation, performed by 3 evaluators which were previously trained to perform this analysis. To guarantee internal validity and verify the objectivity of the analysis, the reliability measures were assessed through intra-observer and inter-observer testing procedures (Bland & Altman, 2007), with a agreement classified as 'Strong' and 'Almost Perfect' for Kappa values, with a mean of agreement of .77 and .93 through intra-observer and inter-observer tests previously, respectivly (Miarka et al., 2011).

STATISTICAL ANALYSIS

All statistical tests were processed using SPSS software (version 20.0; SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Descriptive data are presented as mean and standard deviation (SD). Kolmogorov-Smirnov test (K-S) was used to determine data's normal distribution. T-T indicators comparisons between weight divisions were made by calculating the *Kruskal-Wallis* test, used to conduct analysis of variance by ranks, followed by Bonferroni *post hoc* to verify the differences between weight divisions (extra-lightweight vs. half-lightweight vs. lightweight vs. half-middleweight vs. middleweight vs. half-heavyweight vs. heavyweight). For analysis of variance, eta squared (η^2) values were calculated to evaluate effect size and interpreted using the criteria: strong effect size ($\eta^2 > .14$), moderate effect size ($.06 < \eta^2 < .14$) and weak effect size ($\eta^2 < .06$). The 95% confidence intervals were calculated and a significance level of $p \leq .05$ was used for all analysis.

RESULTS

Table 1 presents a descriptive and inferential analysis of T-T indicator frequencies of elite judo athletes by weight divisions.

TABLE 1. Descriptive analysis of technical-tactical indicator (frequencies) of elite judo athletes by weight divisions.

	EXTRA-LIGHTWEIGHT			HALF-LIGHTWEIGHT			LIGHTWEIGHT			HALF-MIDDLEWEIGHT			MIDDLEWEIGHT			HALF-HEAVYWEIGHT			HEAVYWEIGHT		
	MD	Q1	Q3	MD	Q1	Q3	MD	Q1	Q3	MD	Q1	Q3	MD	Q1	Q3	MD	Q1	Q3	MD	Q1	Q3
APPROACH PHASE	12.5	9.0	21.5	26.0	21.0	34.0	27.0	15.5	36.0	19.5	12.3	29.5	21.0	9.3	30.0	20.0	13.3	28.5	15.0	7.0	27.0
Right foot forward position	0.5	0.0	2.3	1.0	0.0	12.0	0.0	0.0	4.8	4.0[a]	0.3	11.5	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	2.0
Left foot forward position	1.0	0.0	6.0	1.0	0.0	12.0	5.0	0.0	14.5	1.0	0.0	6.8	1.0	0.0	2.8	0.5	0.0	8.3	0.0	0.0	2.0
Frontal foot position	0.5	0.0	3.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.8	4.0[b]	1.0	13.0	3.5	0.0	12.3	1.0	0.0	6.0
Attempts to grip	7.0	4.0	13.8	15.0[c]	9.0	20.0	15.0[c]	8.0	23.0	6.5	5.0	11.0	8.0	4.3	13.8	7.5	3.8	13.0	5.0	3.0	11.0
GRIPPING PHASE	10.0[d]	6.5	21.5	18.0	13.0	25.0	20.0	11.3	28.0	17.0	9.0	24.8	19.5	9.3	29.8	27.5	23.0	34.0	16.0	7.0	29.0
Gripping on the right back	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
Gripping on the right back/sleeve	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	4.3	0.0	0.0	1.0
Gripping on the left back	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Gripping on the left back/sleeve	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.5	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	4.0
Gripping on the right collar/sleeve	1.0	0.0	2.5	1.0	0.0	3.0	1.0	0.0	2.8	3.0	0.0	5.0	1.5	0.0	4.0	5.0	0.8	8.5	1.0	0.0	4.0
Gripping on the right collar	0.0	0.0	2.3	1.0	0.0	2.0	0.5	0.0	2.8	1.0	0.0	2.8	0.5	0.0	2.0	2.5	0.0	8.0	0.0	0.0	4.0
Gripping on the left collar	0.5	0.0	2.3	2.0	0.0	5.0	2.0	1.0	5.8	1.0	0.0	3.0	2.0	0.0	5.0	1.5	0.8	3.5	1.0	0.0	2.0
Gripping on the left collar/sleeve	0.5	0.0	4.5	1.0	1.0	3.0	2.0	0.0	4.0	2.0	0.3	5.0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0	2.0	1.0	0.0	4.0
Gripping on the right/left collar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	3.5	0.0	0.0	2.0
Gripping on the right sleeve	1.0	0.0	2.5	1.0	0.0	5.0	0.5	0.0	3.8	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	3.5	0.5	0.0	2.3	1.0	0.0	3.0
Gripping on the left sleeve	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	2.0	1.5	0.0	4.0	1.0	0.0	2.0	1.5	0.0	6.0	1.0	0.0	4.0	0.0	0.0	1.0
Gripping on the right/left sleeve	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.0	1.0	0.0	2.0	1.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
ATTACK PHASE	3.5	2.0	8.5	8.0	3.0	13.0	5.5	2.5	11.0	6.0	3.0	9.8	6.5	3.0	9.8	6.5	4.0	10.8	5.0	2.0	10.0

Arm Lever	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arm and Leg Lever	1.0	0.0	2.0	1.0	0.0	4.0	1.0	0.0	2.8	2.0	0.0	4.0	2.0	1.0	6.0	3.0	0.0	6.5	3.0	1.0	4.0
Minimum Lever	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
Trunk/leg Lever	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
Medium length	0.5	0.0	2.0	1.0	0.0	2.0	1.0	0.3	2.0	1.0	0.0	2.8	0.5	0.0	1.0	0.5	0.0	2.8	0.0	0.0	1.0
Maximal length	0.5	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
Attacks to the Front	0.5	0.0	1.3	1.0	0.0	2.0	1.0	0.0	3.0	1.0	0.0	1.8	1.0	0.0	3.5	1.5	0.0	3.5	1.0	0.0	2.0
Attacks to the Right	0.5	0.0	2.5	1.0	0.0	4.0	1.0	0.0	3.0	1.0	0.0	2.0	1.0	0.0	2.0	0.5	0.0	6.0	1.0	0.0	2.0
Attacks to the Rear	2.0	0.0	3.0	2.0	1.0	4.0	1.0	0.0	2.0	2.0	1.0	2.8	2.0	0.3	3.0	2.0	0.8	4.0	1.0	0.0	5.0
Attacks to the Left	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	4.0	1.0	0.0	2.0	0.5	0.0	1.5	1.0	0.0	2.0
Defense phase	3.5	1.0	7.5	6.0	3.0	10.0	8.0[e]	3.3	11.5	2.0	1.0	4.8	5.5	1.3	13.0	6.0	2.8	9.3	2.0	1.0	6.0
Use of counter-attack	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Use of tae-sabaki to the right	1.0	0.0	2.8	2.0	0.0	4.0	2.0	0.3	4.8	1.0	0.3	3.8	2.0	0.0	5.0	3.0	1.0	5.8	1.0	0.0	3.0
Use of tae-sabaki to the left	2.0	0.8	3.3	2.0	1.0	5.0	4.5[f]	2.3	6.0	0.5[g]	0.0	1.8	2.0	0.0	5.8	2.0	1.0	3.3	1.0	0.0	2.0
GROUNDWORK PHASE	4.5	2.5	10.0	9.0	6.0	11.0	10.0	5.5	12.8	5.5	2.0	10.8	4.0	1.3	8.0	6.0	4.0	10.0	2.0[h]	1.0	4.0
Osae-waza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kansetsu-waza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Shime-waza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PAUSE PHASE	7.0	3.0	13.3	13.0	9.0	18.0	14.0	8.0	19.8	9.5	6.0	12.8	7.5	3.3	13.8	10.5	6.0	17.0	6.0	1.0	14.0
Initial penalty received	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0
Initial opponent penalty	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0[i]	0.0	1.8	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Subsequent penalty received (score)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
Subsequent opponent penalty (score)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

MD – Median, Q1 – 1st Quartile and Q 3 – 3rd Quartile. [a] $p \leqslant .047$ from this weight division vs. extra-lightweight and middleweight, [b] $p = .002$ from this weight division vs. middle-lightweight and lightweight, [c] $p \leqslant .041$ from this weight division vs. Half-middleweight, half-heavyweight and heavyweight, [d] $p = .026$ from this weight division vs. half-heavyweight, [e] $p = .013$ from this weight division vs. half-middleweight, [f] $p \leqslant .04$ from this weight division vs. extra-lightweight, half-middleweight and heavyweight, [g] $p \leqslant .032$ from this weight division vs. half-lightweight and middleweight, [h] $p \leqslant .013$ from this weight division vs. half-lightweight, half-middleweight and half-heavyweight, [i] $p = .003$ from this weight division vs. heavyweight.

The analysis showed a main effect of weight division in approach phase ($\chi^2 = 13.507$, $p = .036$, $\eta^2 = .09$), multiple comparisons did not showed effect between groups ($p > .005$ for all comparisons). Determinant effect of weight divisions was observed in Right foot forward position ($\chi^2 = 15.794$, $p = .015$, $\eta^2 = .14$), where half-middleweight used a higher frequency than extra-lightweight ($p = .01$, 95% CI = 0.67 to 10.13), middleweight ($p = .047$, 95% CI = .03 to 8.74) and heavyweight ($p = .014$, 95% CI = 0.53 to 8.98). A main effect of weight divisions was observed in Frontal foot position frequency ($\chi^2 = 32.313$, $p < 0.001$, $\eta^2 = .17$), where middleweight presented higher values than middle-lightweight ($p = .002$, 95% CI = 1.46 to 11.15) and lightweight ($p = .002$, 95% CI = 1.57 to 11.63). No effect was observed in approach with Left foot forward position ($p = .298$). Determinant effect of weight divisions was observed in approach with attempts to grip ($\chi^2 = 23.224$, $p < 001$, $\eta^2 = .19$), half-lightweight showed higher frequency than half-middleweight ($p = .002$, 95% CI = 1.8 to 13.27), half-heavyweight ($p = .036$, 95% CI = 0.24 to 14.05), and heavyweight ($p = .011$, 95% CI = 0.85 to 12.41) and lightweight division demonstrated higher frequency trying to grip than half-middleweight ($p = .002$, 95% CI = 1.67 to 13.6), half-heavyweight ($p = .041$, 95% CI = 0.14 to 14.34), and heavyweight ($p = .015$, 95% CI = 0.72 to 12.74).

Determinant effect of weight divisions was observed in *gripping phase* ($\chi^2 = 12.784$, $p = .047$, $\eta^2 = .08$), where Extra-Lightweight presented lower values than Half-heavyweight group ($p = .026$, 95% CI = -26.7 to -0.84). Determinant effect of weight divisions was observed in Gripping on the left back/sleeve ($\chi^2 = 12.747$, $p = .047$, $\eta^2 = .10$), no effects were observed in multiple comparisons ($p > .05$ for all comparisons). Determinant effect of weight divisions was observed in Gripping on left/right sleeve ($\chi^2 = 23.680$, $p < .001$, $\eta^2 = .11$), no effects were observed in multiple comparisons ($p > .05$ for all comparisons). No effects were observed in comparisons of gripping on right back ($p = .610$), gripping on right back/sleeve ($p = .536$), gripping on left back ($p = .133$), gripping on right collar ($p = .128$), gripping on right collar/ sleeve ($p = .650$), gripping on left collar ($p = .243$), gripping on left collar/ sleeve ($p = .301$), gripping on left/ right collar ($p = .116$), gripping on right sleeve ($p = .213$) and gripping on left sleeve ($p = .194$).

No effects were observed when compared the frequency of attack phase ($p = .67$) and their orientations, to the front ($p = .59$), to the right ($p = .82$), to the rear ($p = .96$), and to the left direction ($p = .30$). No effects were observed in throwing types according to the specific biomechanical principles utilized of arm lever ($p = .293$), arm and leg lever ($p = .128$), trunk/ leg lever ($p = .123$), minimal length ($p = .117$), medium length ($p = .246$) and variable length or maximal length ($p = .265$).

Determinant effect of weight division was observed in defense phase ($\chi^2 = 18.003$, $p = .006$, $\eta^2 = .12$), Lightweight presented higher values than half-middleweight group ($p = .013$, 95% CI = 0.55 to 9.14). No effect was observed in counter-attack comparisons ($p = .562$) and in *tae-sabaki* to the right side ($p = .38$). Determinant effect of weight divisions was observed in

tae sabaki to the left (χ^2 = 33.312, p < .001, η^2 = .2), Lightweight division demonstrated higher frequency of *tae sabaki* to the left than extra-lightweight (p = .04, 95% CI = 0.05 to 4.62), half-middleweight (p < .001, 95% CI = 0.39 to 5.51), and heavyweight (p < .001, 95% CI = 1.08 to 5.23), and half-middleweight presented lower values than half-lightweight (p < .001, 95% CI = -4.11 to -0.15) and middleweight group (p = .032, 95% CI = -4 to -0.09).

A main effect of weight divisions was observed in groundwork phase (χ^2 = 37.584, p < .001, η^2 = .23), heavyweight presented lower values than lightweight division (p < .001, 95% CI = -11.4 to -3.31), half-lightweight (p < .001, 95% CI = -9.93 to -2.14), half-middleweight (p = .003, 95% CI = -8.36 to -0.96) and half-heavyweight (p = .013, 95% CI = -9.65 to -0.61), and middleweight presented lower values than lightweight group (p = .01, 95% CI = -8.95 to -0.65). No effects were observed in *Osae-waza* (p = 1.00), *Kansetsu-waza* (p = 1.00) and *Shime-waza* (p = 1.00).

The analysis showed a main effect of weight division in pause phase (χ^2=14.552, p = .024, η^2 = 0.1), multiple comparisons did not showed effects between weight divisions (p > .005 for all comparisons). Determinant effect of weight divisions was observed in opponent penalties (χ^2 = 14.783, p = .022, η^2 = .22), half-middleweight presented higher values than heavyweight (p = .003, 95% CI = 0.15 to 1.26). Determinant effect of weight divisions was observed in opponent's score by penalties (χ^2 = 18.372, p = .005, η^2 = .9), no effects were observed in multiple comparisons (p > .05 for all comparisons). No effects were observed when compared the number of penalties received (p = .112) and score by opponent's penalties (p = .228). The

Table 2 presents the CC between weight (W) and height (H) and approach and gripping.

TABLE 2. Correlation (CC) between weight and height and Approach and Gripping T-T indicators.

T-T INDICATORS		WEIGHT(KG)	HEIGHT(CM)
APPROACH PHASE	CC	-0.08	-0.12
	P	0.31	0.19
Right foot forward position	CC	-0.04	-0.08
	P	0.67	0.38
Left foot forward position	CC	-0.12	-0.13
	P	0.16	0.15
Frontal foot position	CC	0.223**	0.191*
	P	0.01	0.03
Attempts to grip	CC	-0.188*	-0.213*
	P	0.02	0.01
GRIPPING PHASE	CC	0.1	0.09
	P	0.24	0.33
Gripping on the right back	CC	-0.02	0.11
	P	0.77	0.2
Gripping on the right back/sleeve	CC	0.03	0.16
	P	0.69	0.07
Gripping on the left back	CC	0.03	0.06
	P	0.74	0.52
Gripping on the left back/sleeve	CC	0.332**	0.29**
	P	0.001	0.001
Gripping on the right collar	CC	0.09	0.07
	P	0.27	0.44
Gripping on the right collar/sleeve	CC	0.02	-0.02
	P	0.81	0.86
Gripping on the left collar	CC	-0.05	-0.08
	P	0.52	0.34
Gripping on the left collar/sleeve	CC	-0.09	-0.13
	P	0.27	0.15
Gripping on right/left collar	CC	0.12	0.07
	P	0.14	0.41
Gripping on right sleeve	CC	0.03	0.01
	P	0.74	0.9
Gripping on left sleeve	CC	0.09	0.03
	P	0.3	0.75
Gripping on left/right sleeve	CC	-0.204*	-0.269**
	P	0.01	0.001

** Coefficient Correlation (CC) statistical (P) significant at the 0.01 level (2-tailed);
* CC significant at the 0.05 level (2-tailed).

W and height H present a significantly and direct correlation with frontal foot position (r = .223; p = .0.01 for W and r = .191; p = .03 for H), gripping on the left back/sleeve (r = .332; p = .001 for W and r = .29; p = .001 for H), and inversely correlation with attempts to grip (r = -.188; p = .02 for W and r = -.213; p = .01 for H), and gripping on left/ right sleeve (r = -.204; p = .01 for W and r = -.269; p = .001 for H). The Table 3 presents the CC between W and H versus attack and defense T-T.

TABLE 3. Correlation (CC) between weight and height versus Attack and Defense T-T indicators.

T-T INDICATORS		WEIGHT(KG)	HEIGHT(CM)
ATTACK PHASE	CC	0.01	-0.03
	P	0.93	0.76
Arm Lever	CC	-0.07	-0.06
	P	0.41	0.51
Arm and Leg Lever	CC	0.173*	0.15
	P	0.04	0.1
Minimum Lever	CC	-0.1	-0.214*
	P	0.21	0.01

Trunk/leg Lever	CC	-0.16	-0.16
	P	0.06	0.07
Medium length	CC	-0.13	-0.176*
	P	0.13	0.05
Maximal length	CC	0.0	0.0
	P	0.97	0.96
Attacks to the Front	CC	0.07	0.05
	P	0.37	0.59
Attacks to the Right	CC	-0.05	-0.05
	P	0.55	0.55
Attacks to the Rear	CC	0.02	0.01
	P	0.81	0.9
Attacks to the Left	CC	-0.05	-0.05
	P	0.54	0.59
DEFENSE PHASE	CC	-0.01	-0.07
	P	0.9	0.42
Use of counter-attack	CC	-0.03	-0.03
	P	0.73	0.74
Use of tae-sabaki to the right	CC	0.03	0.01
	P	0.68	0.94
Use of tae-sabaki to the left	CC	-0.02	-0.11
	P	0.77	0.21
Groundwork Phase	CC	-0.11	-0.13
	P	0.2	0.15

** Coefficient Correlation (CC) statistical (P) significant at the 0.01 level (2-tailed);
* CC significant at the 0.05 level (2-tailed).

The W was directly correlated with arm and leg lever (r = .173; p = .04) and H was inversely correlated with minimum lever (r = -.214; p = .01) and medium length (r = -.176; p < .05). The Table 4 presents the CC between W and H versus technical-tactical indicators on pause phase. There was no significant correlation (p > .05) between the variables.

TABLE 4. Correlation (CC) between weight and height versus Technical-Tactical indicators on Pause phase.

TECHNICAL-TACTICAL INDICATORS		WEIGHT (KG)	HEIGHT (CM)
PAUSE PHASE	CC	-0.06	-0.08
	P	0.47	0.36
Golden score	CC	-0.12	-0.10
	P	0.16	0.25
Initial penalty received	CC	0.03	0.03
	P	0.72	0.71
Initial opponent penalty	CC	0.0	0.0
	P	0.98	10.0
Subsequent penalty received (with score)	CC	0.1	0.14
	P	0.24	0.1
Subsequent opponent penalty (with score)	CC	-0.01	-0.03
	P	0.93	0.72

DISCUSSION

This study aimed to quantify T-T indicators in high level judo matches, specific actions among weight divisions during combat/ pause phases and determine the anthropometric influence in T-T actions between Olympic level judo athletes. The present investigation assumed that weight divisions would significantly affect T-T and biomechanical patterns during individual combat phases. The main results indicated that athletes of half-middleweight division have more combat time with the right foot on forward position and middleweight perform a higher time in frontal foot position. The light categories are those that most change the handgrip, as half-lightweight and lightweight change more handgrip, and extra-lightweight maintaining a lower grip time. The half-middleweight is more defensive and that causes higher number of penalties to the opponent. The heavyweight division dedicated lower time to ground combat. Weight and height significantly correlate with frontal foot position, attempts to grip and gripping position. Weight significantly correlates with arm and leg lever, height significantly correlate with minimum lever and medium length. The knowledge about the T-T actions can assist in guiding the coaches to planning the training (Miarka, Del Vecchio, et al., 2016), improving the accuracy and precision of the athlete in the application of a technique (Drust, 2010) and establish a precise strategies for specific opponent (Miarka, Del Vecchio, et al., 2016).

APPROACH FREQUENCY

We observed differences in T-T actions during the approach phase in some weight division. Intermediary weight divisions (half-middleweight and middleweight) seem to be those that best differentiate as to approach strategies. These strategies are important for the judoka advantage in handgrip (Heinisch, Oswald, & Büsch, 2010), can be result in better combat posture, which can result in a penalty for the opponent (Miarka et al., 2014). In contrast, Miarka, Del Vecchio, et al. (2016) observed that, in Olympic games, the approach strategies do not differentiate between winners and their opponents. The results highlighted here point to a homogeneous behavior among the weight categories, it is noteworthy, however, that particularities should be considered in the intermediary divisions, which an approach strategy can become a competitive advantage. In this sense, it may be advantageous in these categories apply the left handgrip, thus, the opposition (*kenka-yotsu*) seems to be more effective (Courel et al., 2014).

GRIPPING FREQUENCY

There is a range of primary and secondary factors influencing the development of judo expertise, and gripping appears to be one of the essential characteristics that determines proficiency in competition (Sterkowicz et al., 2010). The currently identified differences in specific T-T gripping actions between weight division athletes are of particular importance due to recent findings outlining the relationship between gripping and attacking on competitive success (Heinisch et al., 2010). A factor that possibly determines the higher handgrip change and shorter handgrip time is related to the agility of athletes from lighter divisions (extra-lightweight, half-lightweight and lightweight). In fact, biomechanical and anthropometric characteristics affect the preferred techniques choices made by judokas (Sterkowicz et al., 2013). Then, regarding the T-T strategies by lighter athletes in judo, it is important to domain the handgrip fight in order to be able to perform more sequential attacks which are needed for competing at a high-level in these categories. It must be noted that, judokas of lighter categories have lower handgrip strength in comparison the heavy weight (Gutierrez Sanchez, Soria Dominguez, Perez Turpin, Cortell Tormo, & Suarez Llorca, 2011), so, it seems indispensable to adopt, for example, visual search training methods to improve the visual-motor coordination skills and perform, efficiently, the handgrip before the opponent (Piras, Pierantozzi, & Squatrito, 2014). Extended approach time could be used by athletes to quickly analyze the opponent and execute their desired gripping strategy, which has been established to be a key indicator of technical efficiency (Imamura, Hreljac, Escamilla, & Edwards, 2006). In addition, athletes may utilize this time to engage in evasive actions in order to control space and, ultimately, gain control of their opponent for subsequent attacks (Heinisch et al., 2013).

ATTACK AND DEFENSE FREQUENCIES

We observed slight differences between attack and defense actions in weight divisions, some indicators can be applied to the establishment of specific training strategies. According to Franchini et al. (2008) the variability and attack's orientation is the key aspect that discriminates Olympic level athletes. In this sense, seems to be fundamental training of multiple attack strategies that imposed difficulties to the opponents and achieved competitive advantages (Sterkowicz et al., 2013), especially in the half-lightweight division, which was more defensive and at the same time one where the opponents receive greater amount of penalties. Defensive strategies appear to be fundamental in combat sports; karateka's who have greater competitive success are those who present a better defense (Tabben et al., 2015). This difference indicates the need for a more aggressive strategy, which can be achieved by effectiveness in approach, gripping and dodge (*tae-sabaki)* (especially in half-lightweight and half-middleweight division). The frequency of attacks from the current sample appear to be similar to those described by previous authors in international medalists and non-medalists (Heinisch et al., 2013). Although not observed great differences between weight divisions, the correlations between body weight/ height and combined handgrips sleeve-sleeve and back-sleeve, weight and arm and leg lever and height with minimum lever and medium length should be considered. These results support the view that attacking strategies are an important factor in the technical development of judo athletes. Sterkowicz et al. (2013) observed a predominance of upper extremity actions during the London Olympic Games, but with specific differences in the techniques utilized.

Our results agree with those obtained by Miarka, Del Vecchio, et al. (2016), where judokas winners in the Olympic Games not differ from the opponents, except for the attacks performed to the right side. However, they differ from previous studies that observed difference in weight categories and biomechanical characteristics of the attacks (Imamura et al., 2006; Imamura, Iteya, Hreljac, & Escamilla, 2007; Sacripanti, 2012). Imamura et al. (2006) suggest that the lower extremity techniques (*ashi-waza)* executed to the front or side (left/ right), such as *o-soto-gari* and *de-ashi-haraí*, require high amounts of torque and/ or velocity before contact with the opponent (*uke*), while those executed to the rear orientation that involve rotation, such as *morote-seoi-nage*, and sacrifice techniques (*sutemi-waza*), such as *tomoe-nage,* require more time to be applied. Furthermore, lower extremity techniques are generally more successfully incorporated by wider, stronger and heavier athletes, while sacrifice techniques tend to be used more by smaller and lighter athletes that possess superior agility (Imamura et al., 2006; Imamura et al., 2007; Sacripanti, 2012).

GROUNDWORK FREQUENCY

Overall, there were no differences in the weight divisions and the time of groundwork combat. Groundwork actions are related to attacking actions during standing combat and 20% of all attempts to attack during the 2012 Olympic Games occurred during the transition to/ or into groundwork (Heinisch et al., 2013). Our results indicate that the time on the groundwork is less effective, especially in the heavyweight division, thus it appears to be more effective for this division weight, the use of standing combat strategies. In fact, Miarka, Del Vecchio, et al. (2016) observed that winners in the Olympic Games spend less time in the groundwork combat. Furthermore, fewer *ippons* are scored during international competition compared to Olympic Games, while elite athletes strategically place their opponents in susceptible positions during the transition to groundwork (Heinisch et al., 2013).

PAUSE FREQUENCY

Our results showed no difference between the penalties during pause periods, except for the half-middleweight. According to Miarka, Del Vecchio, et al. (2016), winning in Olympic Games did not differ from their opponents in the pause phase of combat. The number of penalties given at the Olympic Game has been trending upward since before Beijing in

2008 and outweighed the number of full point scores awarded in London 2012 (Heinisch et al., 2010). Despite the rule modifications in 2009, the number of penalties increased in the senior world championships, with 1.58 penalties/min, which was greater than in junior world championships, with 1.46 penalties/min, but less than in the under-23 world championships, with 2.17 penalties/min (Heinisch et al., 2010). Subsequent reports have demonstrated an increase in the number of penalties and fewer partial scores in high level athletes, and fewer full point scores awarded and disqualifications due to penalties in men, when compared to the two previously held European championships (Franchini, Takito, & Calmet, 2013). This contextual information about weight division differences can be used to support technical-tactical skill improvement efforts which are the primary goal of any judo development program for Olympic athletes.

LIMITATIONS AND PERSPECTIVES

A potential limitation of notational analysis methods is the reliability of the data entry procedure, or the researcher's ability to reproduce the observed value when measurement is repeated (Miarka, Del Vecchio, et al., 2016; Miarka, Fukuda, Del Vecchio, & Franchini, 2016; Tabben et al., 2015). Large variations in the total time, frequency and mean duration of combat actions measured during reliability analyses can affect inter-observer consistency (Tabben et al., 2015). The observational-descriptive approach implemented in the current investigation may limit extrapolation of the results. Furthermore, there was a limited detailed data available comparing the match demands between weight divisions. The results of this study are based on analysis of the most recent Olympic Games (up to date), it should be noted, however, that changes occurred in judo rules in 2013 (Franchini et al., 2013), so future studies should focus on analyzing the impact of these changes in the Olympic Games following (Rio, 2016 and Tokyo 2020).

PRACTICAL APPLICATIONS AND THEORETICAL IMPLICATIONS

The present study partially validates the biomechanical analysis of judo techniques described by Sacripanti (2012) with respect to the notational analysis of movement patterns. Thus, coaches and analysts can make extensive use of video analysis and data collection procedures to provide useful feedback about each combat phase (approach, gripping, attack, defense, groundwork and pause moments) while developing systematic methods of technical observation. The present research was primarily concerned with the methodological processes associated with competitive tactics and strategies, including the specific problems associated with technical observations in match analyses, and their connection with the biomechanical aspects of judo. The differences in T-T variables by weight division, as well as those associated with the weight and height profile can be a reference for coaches to identify optimal and sub-optimal performances of Olympic judo athletes and facilitates comparative analyses.

CONCLUSION

Based on these results and applied methodology, we can conclude that weight divisions would significantly affect T-T and biomechanical patterns during individual combat phases. Athletes of half-middleweight division have more combat time with the right foot on forward position and middleweight athletes perform more time in frontal foot position. The lightweight divisions are those that most change the handgrip, as half-lightweight and lightweight change more handgrip and extra-lightweight maintaining a lower grip time. The half-middleweight is more defensive and that causes higher number of penalties to the opponent. The heavyweight division dedicated lower time to ground combat. Weight and height significantly correlate with frontal foot position, attempts to grip and gripping position. Weight significantly correlates with arm and leg lever, height significantly correlate with minimum lever and medium length.

REFERENCES

Bland, J. M., & Altman, D. G. (2007). Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *Journal of Biopharmaceutical Statistics, 17*(4), 571-582.

Boguszewski, D. (2009). Defensive actions of contestants during Polish Judo Championships in the years 2005-2008. *Baltic Journal of Health and Physical Activity, 1*(2), 111-117.

Boguszewski, D. (2011). Defensive actions of world top judoists. *Journal of Human Kinetics, 27*, 111-122.

Branco, B. H., Massuca, L. M., Andreato, L. V., Marinho, B. F., Miarka, B., Monteiro, L., & Franchini, E. (2013). Association between the Rating of Perceived Exertion, heart rate and blood lactate in successive judo fights (Randori). *Asian Journal of Sports Medicine, 4*(2), 125-130.

Calmet, M., Miarka, B., & Franchini, E. (2010). Modeling of grasps in judo contests. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 10*(3), 229-240.

Courel, J., Franchini, E., Femia, P., Stankovic, N., & Escobar-Molina, R. (2014). Effects of kumi-kata grip laterality and throwing side on attack effectiveness and combat result in elite judo athletes. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 14*(1), 138-147.

Del Vecchio, F. B., Hirata, S. M., & Franchini, E. (2011). A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. *Perceptual and Motor Skills, 112*(2), 639-648.

Drid, P., Casals, C., Mekic, A., Radjo, I., Stojanovic, M., & Ostojic, S. M. (2015). Fitness and anthropometric profiles of international vs. national judo medalists in half-heavyweight category. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 29*(8), 2115-2121.

Drust, B. (2010). Performance analysis research: Meeting the challenge. *Journal of Sports Sciences, 28*(9), 921-922.

Escobar-Molina, R., Courel, J., Franchini, E., Femia, P., & Stankovic, N. (2014). The impact of penalties on subsequent attack effectiveness and combat outcome among high elite judo competitors. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 14*(3), 946-954.

Franchini, E., Sterkowicz, S., Meira, C. M., Gomes, F. R. F., & Tani, G. (2008). Technical variation in a sample of high level judo players. *Perceptual and Motor Skills, 106*(3), 859-869.

Franchini, E., Takito, M. Y., & Calmet, M. (2013). European Judo Championships: impact of the new rule changes on points and penalties. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 13*(2), 474-479.

Gutierrez Sanchez, A., Soria Dominguez, A., Perez Turpin, J. A., Cortell Tormo, J. M., & Suarez Llorca, C. (2011). Importance of hand-grip strength as an indicator for predicting the results of competitions of young judokas. *Archives of Budo, 7*(3), 167-172.

Heinisch, H., Oswald, R., & Büsch, D. (2010). Entwicklungstendenzen der wettkampfleistung im judo unter berücksichtigung des einflusses von regeländenrungen [Trends in the competitive performance in judo considering the influence of regulation changes]. *Leistungssport, 40*, 13-20.

Heinisch, H., Oswald, R., Ultsch, D., Bazynski, M., Birod, M., & Büsch, D. (2013). Analyse der Olympischen Spiele 2012 im Judo. *Zeit-A Trainingswissenschaft, 19*(2), 121-150.

Imamura, R. T., Hreljac, A., Escamilla, R. F., & Edwards, W. B. (2006). A three-dimensional analysis of the center of mass for three different judo throwing techniques. *Journal of Sports Science and Medicine, 5*(CSSI), 122-131.

Imamura, R. T., Iteya, M., Hreljac, A., & Escamilla, R. F. (2007). A kinematic comparison of the judo throw Harai-goshi during competitive and non-competitive conditions. *Journal of Sports Science and Medicine, 6*(2), 15-22.

Kempe, M., Grunz, A., & Memmert, D. (2015). Detecting tactical patterns in basketball: Comparison of merge self-organising maps and dynamic controlled neural networks. *European Journal of Sport Science, 15*(4), 249-255.

Lech, G., Chwała, W., AmbroÐy, T., & Sterkowicz, S. (2015). Muscle torque and its relation to technique, tactics, sports level and age group in judo contestants. *Journal of Human Kinetics, 45*(1), 167-175.

Miarka, B., Branco, B. H., Vecchio, F. B., Camey, S., & Franchini, E. (2015). Development and validation of a time-motion judo combat model based on the markovian processes. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 15*(1), 315-331.

Miarka, B., Cury, R., Julianetti, R., Battazza, R., Julio, U. F., Calmet, M., & Franchini, E. (2014). A comparison of time-motion and technical-tactical variables between age groups of female judo matches. *Journal of Sports Sciences, 32*(16), 1529-1538.

Miarka, B., Del Vecchio, F. B., Julianetti, R., Cury, R., Camey, S., & Franchini, E. (2016). Time-motion and tactical analysis of Olympic judo fighters. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 16*(1), 133-142.

Miarka, B., Fukuda, D. H., Del Vecchio, F. B., & Franchini, E. (2016). Discriminant analysis of technical-tactical actions in high-level judo athletes. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 16*(1), 30-39.

Miarka, B., Hayashida, C. R., Julio, U. F., Calmet, M., & Franchini, E. (2011). Objectivity of FRAMI-software for judo match analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 11*(2), 254-266.

Miarka, B., Panissa, V. L., Julio, U. F., Del Vecchio, F. B., Calmet, M., & Franchini, E. (2012). A comparison of time-motion performance between age groups in judo matches. *Journal of Sports Sciences, 30*(9), 899-905.

Piras, A., Pierantozzi, E., & Squatrito, S. (2014). Visual search strategy in judo fighters during the execution of the first grip. *International Journal of Sports Science & Coaching, 9*(1), 185-198.

Pozo, J., Bastien, G., & Dierick, F. (2011). Execution time, kinetics, and kinematics of the mae-geri kick: Comparison of national and international standard karate athletes. *Journal of Sports Sciences, 29*(14), 1553-1561.

Sacripanti, A. (2012). Biomechanical revision of the principles of Dr. Jigoro Kano's judo kodokan. *Medicina Dello Sport, 65*(2), 265-281.

Sterkowicz-PrzybycieÐ, K., & Almansba, R. (2011). Sexual dimorphism of anthropometrical measurements in judoists vs untrained subject. *Science & Sports, 26*(6), 316-323.

Sterkowicz-Przybycien, K., & Franchini, E. (2013). Demographic profile of combat sports athletes: A comparative analysis between genders and competitive achievement in London 2012. *Archives of Budo, 9*(2), 149-159.

Sterkowicz-Przybycien, K. L., & Fukuda, D. H. (2014). Establishing normative data for the special judo fitness test in female athletes using systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 28*(12), 3585-3593.

Sterkowicz, S., Lech, G., & Blecharz, J. (2010). Effects of laterality on the technical/tactical behavior in view of the results of judo fights. *Archives of Budo, 6*(4), 173-177.

Sterkowicz, S., Sacripanti, A., & Sterkowicz-Przybycien, K. (2013). Techniques frequently used during London Olympic judo tournaments: a biomechanical approach. *arXiv preprint arXiv:1308.0716*.

Tabben, M., Coquart, J., Chaabène, H., Franchini, E., Ghoul, N., & Tourny, C. (2015). Time-motion, tactical and technical analysis in top-level karatekas according to gender, match outcome and weight categories. *Journal of Sports Sciences, 33*(8), 841-849.

Woods, C. T., Joyce, C., & Robertson, S. (2016). What are talent scouts actually identifying? Investigating the physical and technical skill match activity profiles of drafted and non-drafted U18 Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport, 19*(5), 419-423.

AUTORES:
Ramon Lopes Fernandes [1]
Júlio César Piedade M S Rocha [1]
Guilherme de Azambuja Pussieldi [1]

[1] Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, Minas Gerais, Brasil

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.68

Comparação dos níveis de desempenho físico em atletas de BMX após 5 meses de treinamento

PALAVRAS CHAVE:
Atletas de BMX.
Controle do treinamento.
Desempenho físico.

RESUMO

Este estudo teve o objetivo de verificar o desempenho físico em atletas de ciclismo de BMX após um período de cinco meses de treinamento. Participaram cinco atletas de ciclismo BMX do sexo masculino, com idade média de 22.3 ± 1.4. Foram aplicadas duas baterias de testes de aptidão física e desempenho esportivo, com um intervalo de cinco meses entre uma e outra. Os testes utilizados foram o salto horizontal, o salto vertical, força dorsal, velocidade de 50m em bicicleta e o teste de agilidade do quadrado. Em nenhuma variável antropométrica analisada foi encontrada diferença significativa. Para as variáveis salto vertical sem carga e salto vertical com carga não foram encontradas diferenças significativas. No entanto, para a variável agilidade, foram encontradas diferenças significativas. Para os testes motores de força dorsal, impulsão horizontal e sprint 50m também não foram encontradas diferenças significativas. Pode-se concluir que a agilidade melhora durante o treinamento sistematizado de cinco meses, e que os testes aplicados aos atletas de BMX mesmo não produzindo diferenças significativas no desempenho físico, apresentaram tendências de melhora, sendo respostas são muito importantes para o controle de treinamento, pois possibilitam análises mais precisas do desempenho no esporte.

Correspondência: Ramon Lopes Fernandes. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, Rod LMG 818, Km 6, UFV – Campus Florestal. Minas Gerais, Brasil. (ramonlopes_crvg@hotmail.com)

Comparison of physical performance levels in BMX athletes after 5 months of training

ABSTRACT

This study aimed to verify the physical performance in BMX cycling athletes after a period of five months of training. Five five BMX cycling male athletes with a mean age of 22.3 ± 1.4 completed two battery of fitness tests and sporting performance, with a gap of five months between the first and the second. The tests used were the horizontal jump, vertical jump, dorsal strength, 50m speed bicycle and square agility test. No significant differences were found in any anthropometric variable, and in the variables vertical jump without load and vertical jump with load. However, for the agility test, significant differences were found. For the strength dorsal test, horizontal jump test and sprint 50m no significant differences were found. It can be concluded that the agility improves during the five months of systemized training, and that the tests applied to the same BMX athletes don't show significant differences in physical performance; however, but they showed improvement trends, and this responses are very important to control training, as they allow a more precise analysis of performance in sports.

KEYWORDS:
BMX athletes. Training workload.
Physical performance

INTRODUÇÃO

O ciclismo BMX é uma modalidade de ciclismo considerada relativamente nova. Com aparições nas Olimpíadas desde 2008, o esporte vem, aos poucos ganhando seu espaço no cenário mundial do ciclismo. Segundo o Comitê Olímpico Brasileiro (COB, 2015), o ciclismo BMX ou bicicross surgiu na década de 1960 como uma brincadeira, na Califórnia (EUA).

No que diz respeito as competições de alto rendimento nessa modalidade, é de extrema importância que os atletas tenham um bom condicionamento físico e uma boa força de explosão, uma vez que as competições duram em média 45 segundos, ainda segundo o COB (2015). No entanto, estudos sobre essa modalidade ainda são muito escassos, dentro e fora do Brasil, fazendo-se necessárias a utilização de análises do desempenho físico.

Para Gibala, Little, Macdonald e Hawley (2012) o desempenho físico pode ser analisado através das variáveis, adaptações músculo esquelético e as adaptações cardiorrespiratórias.

O objetivo desse estudo foi comparar o desempenho físico em atletas de ciclismo de BMX após um período de cinco meses de treinamento, com o intuito de auxiliar no controle de treinamento e melhorar o rendimento desses atletas.

MATERIAIS E MÉTODOS

AMOSTRA

A amostra foi composta por cinco atletas de ciclismo BMX do sexo masculino, com mais de cinco anos de experiência em competições oficiais com idade média de 22.3 ± 1.4. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CAAE: 36578014.2.0000.5153, Parecer nº 845.910, de 13 de outubro de 2014.

QUADRO 1. Caracterização da amostra.

ATLETA	IDADE	ESTATURA (CM)	MASSA CORPORAL (KG)	%G
1	22,1	170,6	77,1	7,1
2	23,5	176,8	79,2	12,7
3	23,4	176,6	85,3	13,9
4	22,3	171,2	73,7	13,4
5	20	173,8	73,1	14
Media	22,3	173,8	77,7	12,2
S.D.	1,4	2,9	4,9	2,9

INSTRUMENTOS

Inicialmente, foram realizadas as medidas antropométricas e de composição corporal. Para a medida da massa corporal e estatura foi utilizada uma balança mecânica com estadiômetro acoplado (Filizola, São Paulo, Brasil), com precisão de 0,1 Kg e 0,1 cm, respectivamente. Para mensuração da composição corporal foi utilizada a Balança de Bioimpedância Inbody R20, que estabelece os seguintes dados: massa corporal (MC); percentual de gordura corporal (%G); massa corporal magra (MCM); e peso gorduroso (PG). Sendo estas informações coletadas incialmente com a finalidade de caracterizar a amostra e posteriormente verificar possíveis modificações antropométricas.

Para os saltos verticais com e sem carga, foi utilizado a Plataforma Multisprint Hidrofit (Belo Horizonte, Brasil) e as anilhas e barra para levantamento de peso olímpico da Eleiko (Gotemburgo, Suécia). Foi utilizado o teste de impulsão horizontal para medir a potência de membros inferiores e o teste do quadrado para mensurar a agilidade. Para o teste de força dorsal foi utilizado um dinamômetro mecânico dorsal Crown (São Paulo, Brasil). No teste de velocidade com bicicleta foi realizado um esforço máximo de 50m (sprint 50m), onde cada voluntário utilizou a sua própria bicicleta, e foram utilizados três sistemas de fotocélulas Multi Sprint Hidrofit (Belo Horizonte, Brasil) para medição do tempo do percurso.

PROCEDIMENTOS

Foram aplicadas duas baterias de testes de aptidão física e desempenho esportivo, com um intervalo de cinco meses entre cada, sendo que todos os testes foram aplicados em ambas as baterias da mesma forma.

Nos testes de impulsão horizontal os atletas realizaram o salto horizontal ao lado de uma trena fixada ao solo, perpendicularmente à linha de partida. A linha de partida utilizada foi uma das linhas que demarca o ginásio poliesportivo. O avaliado coloca-se imediatamente atrás da linha, com os pés paralelos, ligeiramente afastados, joelhos semi-flexionados, tronco ligeiramente projetado à frente. Ao sinal do aplicador o atleta deveria saltar a maior distância possível aterrissando com os dois pés em simultâneo. Foram realizadas três tentativas, sendo considerado o melhor resultado.

O teste do salto vertical foi o proposto por Fernandes Filho (2003), baseado no teste original de Dudley Allen Sargent, onde o indivíduo deve saltar o mais alto possível e no caso se utilizará a plataforma de contato para determinar o tempo de voo e com isto determinar a distância saltada. Foi utilizado a plataforma de contato denominado Plataforma Jumptest® (Hidrofit Ltda, Brasil) com dimensões de 50cm x 60cm, conectado ao software Multisprint® (Hidrofit Ltda, Brasil). A plataforma consiste de duas superfícies condutivas que fecham o circuito elétrico com pequenas pressões (princípio do interruptor). No momento em que os pés do avaliado perdem o contato com o tapete, um cronômetro é disparado (no software). A interrupção do cronômetro acontece no momento em que os pés do avaliado entram em

contato novamente com o tapete e fecham os interruptores. Desse modo o tempo do voo é mensurado e a altura do salto é calculada com base na fórmula: h = g.t .8-¹, onde, "h" é a altura, "g" é o valor da aceleração da gravidade e "t" é o tempo de voo. A posição preparatória é semelhante ao teste de impulsão horizontal, mas o voluntário deverá estar sobre a plataforma. O salto no teste foi repetido três vezes e a melhor marca foi utilizada. Também foi realizado o teste de Salto vertical com carga, segundo o mesmo modelo do teste anterior, mas o salto foi realizado com uma carga de 50% do corporal do atleta, usando a barra e anilhas da Eleiko. Foram realizadas três tentativas, considerando a melhor.

Para força dorsal foi realizado o teste do dinamômetro dorsal que consiste na realização da tração lombar, o atleta se posiciona em pé sobre a plataforma do dinamômetro com os joelhos completamente estendidos. O tronco ficará flexionado à frente formando um ângulo de aproximadamente 120º. O avaliado deverá posiciona a cabeça no prolongamento do tronco com o olhar fixado à frente e os braços estendidos. O ponteiro inicia na posição zero da escala do dinamômetro e o atleta deve aplicar a maior força possível no movimento de extensão da coluna, utilizando os músculos da região lombar, fazendo com que a coluna fique na posição ereta. Durante este movimento as pernas e os braços deverão permanecer estendidos, evitando que o avaliado realize qualquer tipo de movimento adicional com os membros inferiores e superiores. Foram realizadas três tentativas, considerando a melhor tentativa.

O teste de velocidade em bicicleta consiste em um sprint realizado individualmente por cada atleta numa reta demarcada de 50 metros, utilizando a própria bicicleta. A reta foi demarcada com 3 linhas, a de partida, a 30 metros e a 50 metros e o sistema com três fotocélulas localizadas nas distâncias de 30 e 50m para mensurar o tempo dos atletas. Ao sinal do avaliador em saída estática o voluntário partia em velocidade e iniciava-se a marcação do tempo sendo terminada quando o atleta ultrapassava a marcação dos 50 metros. Foram realizadas 3 repetições, sendo considerada a melhor.

Para o teste de agilidade foi demarcado um quadrado de 4 por 4 metros e em cada ângulo do quadrado foi colocado um cone. Uma fita crepe indica a linha de partida. O aluno partia da posição de pé, com um pé avançado à frente imediatamente atrás da linha de partida (num dos vértices do quadrado). Ao sinal do aplicador, o atleta deslocava-se em velocidade máxima e com uma das mãos tocava o cone situada no canto em diagonal do quadrado (atravessa o quadrado). Na sequência, corria para tocar o cone à sua esquerda e depois se deslocava para tocar o cone em diagonal. Finalmente, corria em direção ao último cone, que corresponde ao ponto de partida. Foram realizadas 3 tentativas, considerando a melhor. O cronômetro manual para mensuração do tempo era acionado no momento em que a primeira passada tocava no solo e o tempo era interrompido no momento em que o atleta tocava no último cone do quadrado.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a tabulação dos dados foi realizada a comparação das médias feita análise não paramétrica através do teste de Mann Whitney com probabilidade de 5%. Para os procedimentos estatísticos foi utilizado o pacote estatístico Graphic Prism Versão 6.0..

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ser uma modalidade esportiva muito nova e possuir escassez de trabalhos científicos publicados, muitos dos resultados encontrados não puderam ser comparados aos obtidos em nosso estudo. Começando pelas variáveis antropométricas, em nenhuma das analisadas foram encontradas diferenças significativas quando comparadas após cinco meses de treinamento. Em planificações de treinamento em outros esportes é comum encontrar os mesmos resultados. No estudo realizado com um tempo de treinamento de 24 semanas em futsal, Cyrino, Altimari, Okano e Coelho (2002) concluíram que o tempo de treinamento não foi muito efetivos para as variáveis antropométricas, e que possivelmente um tempo maior poderia apresentar alguma mudança significativa. Da mesma maneira, no estudo de Pussieldi (2007) com nadadores após um período de treinamento de 9 semanas também não foi possível encontrar diferenças estatisticamente significativas. Provavelmente devido ao fato de que o treinamento realizado não objetivava aumento das características antropométricas, mas melhoria de rendimento. Cabe ressaltar que os trabalhos físicos realizados tiveram aumento das cargas durante os cinco meses da pesquisa, sempre respeitando os princípios do treinamento esportivo. Na literatura atual não existe nenhum artigo que trata do controle do desempenho físico após um período de treinamento em atletas de BMX.

Ao analisarmos as comparações entre os momentos antes para depois, para a variável salto vertical sem carga e salto vertical com carga não foram encontradas diferenças significativas, quando comparados os atletas após cinco meses de treinamento (Figura 1). No entanto para a variável agilidade, avaliada a partir do teste do quadrado, foram encontradas diferenças significativas, sendo que os voluntários melhoraram a habilidade, pois fizeram o teste em menor tempo após cinco meses de treinamento (Figura 1C).

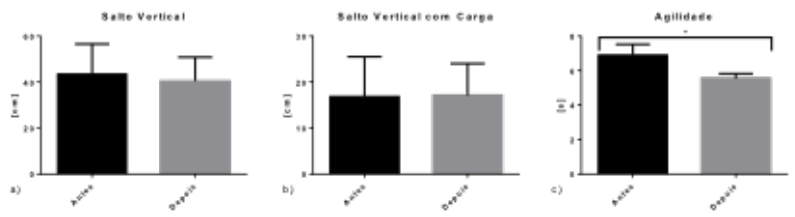

FIGURA 1. Comparação dos testes de motores de Salto Vertical (a), Salto Vertical com carga (b) e Agilidade (c) dos atletas de ciclismo BMX.
* Diferente significativamente com p ⩽ 0,05

A variável agilidade é muito importante no esporte, no entanto as pesquisas científicas abordam principalmente os esportes coletivos (Fessi et al., 2016). Os mesmos autores reforçam a afirmação de que é uma variável necessária em todas estas modalidades de equipes. O ciclismo BMX, apesar de ser um esporte de muita potência e velocidade, apresenta uma alta demanda técnica durante a sua execução. Isto pode ser verificado no estudo de Cowell, Cronin e McGuican (2011), onde os atletas passam 69% da prova executando movimentos técnicos de saltos e passagens sobre as rampas e apenas 31% pedalando em alta velocidade. Não foi encontrado nenhum estudo científico que aborda os temas agilidade e saltos relacionados ao ciclismo BMX, mesmo com as altas demandas técnicas que o esporte requer. Da mesma maneira, estudos que controlam o ciclo de treinamento dos atletas desta modalidade não foram encontrados e nem testes específicos para verificar o desempenho.

Em nosso estudo foi utilizado a carga de 50% da massa corporal para realizarmos o teste vertical com peso. Esta carga foi estabelecida através dos resultados do estudo de Naclerio, Rodríguez e Colado (2008) que indicam que com cargas abaixo de 40% os atletas atingem maior potência e maior altura, resultado que poderia subestimar os treinamentos de saltos realizados durante o período de cinco meses. Em função disso, a aplicação do teste de salto vertical foi com 50% do peso corporal, pois no mesmo estudo citado acima, os atletas atingiram alturas e potências médias, com carga entre 40% a 60%, estando dentro da faixa por nós estabelecida.

Para os testes motores de força dorsal, impulsão horizontal e *sprint* 50m (FIGURA 2) não foram encontradas diferenças significativas, quando comprados após cinco meses de treinamento. No entanto pode-se observar que mesmo não havendo diferença estatisticamente significativas, existe uma tendência para a melhoria na impulsão horizontal e no sprint de 50m. A diferença estatística numérica pode não ter ocorrido, mas a melhoria de rendimento mesmo pequena no esporte pode significar muito (Figura 2b e 2c).

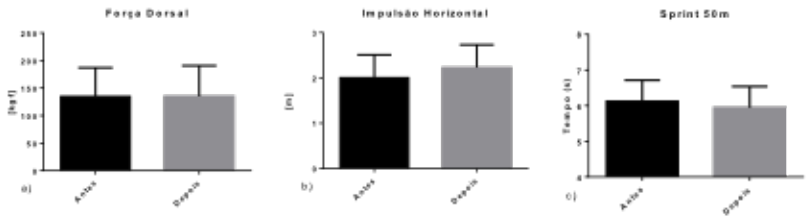

FIGURA 2. Comparação dos testes de motores de Força Dorsal (a), de Impulsão Horizontal (b), e Sprint 50m (c) dos atletas de ciclismo BMX.

Isto talvez tenha ocorrido devido ao fato de que são movimentos utilizado na mecânica do ciclismo BMX, diferente das outras variáveis que não compõem gestos específicos da modalidade. Os testes de impulsão horizontal e sprint de 50 metros foram semelhantes ao utilizados no estudo de Asadi (2016) onde encontrou-se uma correlação forte entre os grupos musculares recrutados para realização dos movimentos. A capacidade de gerar maior potência no ciclismo BMX é fator determinante para um bom rendimento (Chiementin, Crequy & Bertucci, 2013; Mateo, Blasco-Lafarga & Zabala, 2011). No entanto, existe um número elevado de fatores fisiológicos e características que contribuem para o bom rendimento, e que incluem a habilidade do atleta em completar o percurso em menor tempo possível (Rylands, Roberts, Cheethman, & Baker, 2013), técnica e cadência (Cowell, Cronin, & Mcguigan, 2011), potência (Mateo, Blasco-Lafarga, & Zabala, 2011), e uma boa largada (Silva & Pussieldi). Existe a necessidade de ser elaborado uma bateria de testes específicas para o esporte, pois com dados de campo talvez seja possível estabelecer correlações significativas entre o observado e o verificado, como citado nos estudos de Bampouras e Marrin (2009) e Henriksson et al. (2016). O estudo de Rylands, Hurst, Roberts, e Graydon (2016) relata que a musculatura envolvida nos movimentos de passagem nas rampas de ciclismo BMX não difere nos tipos de técnica, mas que são necessários priorizar treinamentos técnicos nos programas de treinamento. No entanto, os testes de campo são mais precisos e fidedignos para medir algumas variáveis de rendimento, como potência dos membros inferiores e tempo para produção de forca, conforme relatado por Rylands, Roberts e Hurst (2015) em sua pesquisa com ciclistas de BMX da categoria elite.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função do discutido acima, concluímos que a agilidade foi a única variável que apresentou melhora significativa após um o treinamento sistematizado de cinco meses, e que os testes aplicados aos atletas de BMX mesmo não produzindo diferenças significativas são importantes para avaliação do rendimento, pois as melhoras mesmo não significativas produzem respostas importantes para uma análise do desempenho no esporte que auxiliam no controle do rendimento.

Adicionalmente, a utilização de testes específicos da modalidade é muito importante para análise das melhorias e controle do treinamento. Sugerimos a inclusão de testes específicos em pista de ciclismo BMX como, por exemplo, tomadas de tempo e análise de filmagens.

FONTES DE FINANCIAMENTO

FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

Asadi A. (2016). Relationship between jumping ability, agility and sprint performance of elite young basketball players: A field-test approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desenvolvimento Humano, 18*(2), 177-186. doi:10.5007/1980-0037.

Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2009). Comparasion of two anaerobic water polo-specific tests with the Wingate test. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*(1), 336-340.

Chiementin, X., Crequy, S., & Bertucci, W. (2013). Validity and reliability of the G-Cog device for kinematic measurements. *International Journal of Sports Medicine, 34*(11),945-949.

Comitê Olímpico Brasileiro. (2015). *Ciclismo. Portal do Comitê Olímpico Brasileiro.* Disponível em: http://www.cob.org.br/pt/Esportes/ciclismo-bmx

Cowell, J. F., Cronin, J. B., & McGuigan, M. R. (2011). Time motion analysis of supercross BMX racing. *Journal of Sports Science and Medicine, 10*(2), 420-421.

Cyrino, E. S., Altimari, L. R., Okano, A. H., & Coelho, C. F. (2002) Efeitos do treinamento de futsal sobre a composição corporal e o desempenho motor de jovens atletas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 10*(1), 41-46.

Fessi, M. S., Makni, E, Jemni, M., Elloumi, M., Chamari, K., Nabli, M. A., ... Moalla, W. (2016). Reliability and criterion-related validity of a new repeated agility test. *Biology of Sport. 33*(2): 159-164. doi:10.5604/20831862.1198635

Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J, & Hawley, J. A. (2012) Physiological adaptations to low--volume, high-intensity interval training in health and disease. The *Journal of Physiology, 590*, 1077–1084. doi:10.1113/jphysiol.2011.224725.

Henriksson, T., Vescovi, J. D., Fjellman-Wiklund, A., & Gilenstam, K. (2016). Laboratory – and field-based testing as predictors of skating performance in competitive-level female ice hockey. *Journal of Sports Medicine*, *7*, 81-88. doi:10.2147/OAJSM.S109124

Mateo, M., Blasco-Lafarga, C., & Zabala, M. (2011). Pedaling power and speed production vs. technical factors and track difficulty in bicycle motocross cycling. *Journal of Strength Conditioning Research, 25*(12), 3248-3256.

Naclerio F., Rodríguez, G., & Colado, J. C. (2008) Application of a jump test with increasing weights to evaluate the relation between strength-speed and potency. *Fitness & Performance Journal. 7*(5), 295-300. doi:10.3900/fpj.7.5.295.e

Pussieldi. G. A. (2006) *Optimización de la carga de esfuerzo en natación para el mantenimiento de la salud; una comparación de factores fisiológicos con psicológicos*. Tese de doutorado, Universidad de Léon, Espanha.

Rylands, L. P., Hurst, H. T., Roberts, S. J., & Graydon, R. (2016). The effect of 'pumping' and 'non-pumping' techniques on velocity production and muscle activity during field-based BMX cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research.* Advance online publication.

Rylands, L., Roberts, S. J., Cheethman, M., & Baker, A. (2013). Velocity production in elite BMX riders: a field based study using a SRM power meter. *Journal of Exercise Physiology Online, 16*(3), 40-50.

Rylands, L. P., Roberts, S. J., & Hurst, H. T. (2015). Variability in laboratory vs. field testing of peak power, torque, and time of peak power production among elite bicycle motocross cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29*(9), 2635-2640. doi:10.1519/JSC.0000000000000884.

Silva, R. P., & Pussieldi, G. A. (2015). Análise dos ângulos da articulação do joelho na largada com relação ao tempo final em ciclismo BMX. *Revista Mineira de Educação Física (UFV), 23*, 47-55.

Secchi, L. L. B., Muratt, M. D., Andrade, N. V. S., & Greve, J. M. A. (2010). Isokinetic trunk dynamometry in different swimming strokes. *Acta Ortopédica Brasileira, 18*(5), 295-297.

AUTORES:

Juscelia Cristina Pereira
Valéria Cristina Faria
Ana Paula Muniz Guttierres
Rita de Cássia G Alfenas
João Carlos Bouzas Marins

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.77

Efeitos de bebidas energéticas no equilíbrio hidroeletrolítico em exercício

06

PALAVRAS CHAVE:

Cafeína. Taurina.
Desidratação. Ciclismo.

RESUMO

Objetivo: Verificar o efeito da ingestão prévia de bebida energética (BE) com (BE1) e sem carboidratos (BE2) sobre o equilíbrio hidroeletrolítico no exercício contínuo. Metodologia: Participaram do estudo 12 voluntários do sexo masculino. O protocolo de exercícios consistia de três sessões experimentais com duração de 60 minutos de exercício contínuo (65-75% $VO_{2MáxEs}$), seguido por um *sprint* de 6 km. Trata-se de um estudo duplo cego, *crossover* randomizado, em que 40 minutos antes do início dos exercícios foram ingeridas uma das três bebidas: BE1, BE2, ou bebida placebo (PL). A quantidade de bebida consumida foi calculada individualmente, para fornecer uma dose de 2 mg de cafeína/kg de peso corporal (PC). Resultados: Não houve diferença (p > .05) entre os três tratamentos nos parâmetros do balanço hídrico, nas concentrações plasmáticas do sódio e no hematócrito. Após a fase do *sprint*, no tratamento PL, houve aumento significativo nos valores de potássio comparado com os tratamentos BE1 (p = .017) e BE2 (p = .012). Conclusão: Ambas as bebidas, BE1 e BE2, geraram semelhante equilíbrio hidroeletrolítico em relação ao PL, não sendo observado efeito diurético durante o exercício.

Corresponding: Juscelia Cristina Pereira (jusceliapereira87@gmail.com)

Effects of energy drinks on the hydroelectrolyte balance in exercise

ABSTRACT

Objective: To identify if previous consumption of energy drink (ED) with (ED1) and without carbohydrates (ED2) affect in the same way the hydroelectrolyte balance in continuous exercise. Methods: Twelve male subjects took part in this study. The exercise's protocol consisted in three experimental sessions of 60 minutes in continuous exercise (65-75% $VO_{2MáxEs}$), followed for a 6km sprint. This is a double blind study, in crossover randomized, which 40 minutes before begin exercise was ingested one of the three drinks: ED1, ED or placebo (PL). The amount of drink consumed was calculated individually, for offer 2mg of caffeine/kg of body weight (BW). Results: There was no difference (p > .05) among treatments in the parameters of the water balance, plasma concentrations of sodium and hematocrit. After the sprint, at the PL treatment, a significant increase in the potassium values compared to EB1 supplements (p = .017) and EB2 (p = .012). Conclusion: Both drinks, BE1 and BE2, generated similar electrolyte balance in relation to the PL and thus not observed diuretic effect during exercise

KEYWORDS:

Caffeine. Taurine.

Dehydration. Cycling.

INTRODUÇÃO

A perda hídrica pela sudorese durante o exercício pode levar o organismo à desidratação, com aumento da osmolalidade (Logan-Sprenger, Heigenhauser, Killian, & Spriet, 2012), do sódio plasmático (Sawka et al., 2007) e diminuição do volume plasmático (Yanagisawa, Ito, Nagai, & Onishi, 2012). A homeostase hídrica será comprometida se o consumo de líquidos for inferior à perda de líquidos ou por ingestão de diuréticos (Sawka et al., 2007). A cafeína tem sido associada com uma ação diurética, mas é utilizada com frequência como substância ergogênica de forma aguda, antes da realização de exercícios físicos, com o intuito de protelar a fadiga e, consequentemente, aprimorar a performance (Del Coso et al., 2014; Wellington, Leveritt, & Kelly, 2016).

Apesar do seu efeito ergogênico, advertências sobre o consumo de cafeína previamente ou durante o exercício tem sido feitas devido ao seu potencial diurético, o que poderia gerar assim maior desidratação e redução da performance (Armstrong, Casa, Maresh, & Ganio, 2007). Também tem sido sugerido que a cafeína reduz o fluxo sanguíneo cutâneo, aumentando a temperatura interna durante o exercício que pode potencialmente levar a exaustão pelo calor (Armstrong et al., 2007).

Bebidas energéticas (BE) contêm na sua composição cafeína e tornou-se popular entre atletas (Petroczi et al., 2008), devido à suposta ação ergogênica favorecendo o desempenho (Lara et al., 2015; Prins et al., 2016). Assim, é interessante investigar o efeito do consumo prévio de BE no balanço hidroeletrolítico durante o exercício, já que a maioria dos estudos avalia o efeito diurético da cafeína quando consumida em dose isolada (Del Coso, Estevez, & Mora-Rodriguez, 2009; Wemple, Lamb, & McKeever, 1997)

Todavia, nos últimos anos, a ingestão de BE sem carboidratos (*sugar free*) aumentou entre os esportistas e praticantes de atividade física, possivelmente porque muitos indivíduos ativos optam por ser uma bebida cafeinada, sem açúcar e com baixo teor calórico (Candow, Kleisinger, Grenier, & Dorsch, 2009). Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da ingestão prévia de BE com e sem carboidratos sobre o equilíbrio hidroeletrolítico no exercício contínuo em cicloergômetro.

MÉTODO

AMOSTRA

Participaram deste estudo 12 homens [idade = 24.45 ± 6.62 anos; massa corporal: 72.70 ± 7.20 kg; $VO_{2MáxEs}$: 54.51 ± 4.80 ml. $(kg.min)^{-1}$], praticantes regulares de ciclismo. Todos eram considerados aparentemente saudáveis pelo questionário PAR-Q (Chisholm, Collis, Kulak, Davenport, & Gruber, 1975) e pela Tabela de Risco Coronariano proposta pela *Michigan Heart Association* (Mcardle, Katch, & Katch, 2008). Os participantes não eram fumantes

e nem usuários de álcool ou de medicamentos que afetassem a ingestão de alimentos ou metabolismo energético, e não tinham antecedentes de doenças cardiometabólicas. Apresentaram também um baixo consumo diário de cafeína (<200mg/dia) conforme questionário quantitativo de frequência alimentar adaptado para a ingestão de cafeína. O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (Protocolo 154/2011). Todos os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a sua participação no presente estudo.

INSTRUMENTOS

Para as medidas antropométricas, o peso corporal (PC) foi aferido utilizando-se uma balança eletrônica digital com capacidade de 150 quilogramas e precisão de 50g (Welmy, W200A, Brasil). A estatura dos avaliados foi mensurada utilizando-se um estadiômetro milimetrado com extensão de 2 metros e escala de 0.5 cm (Welmy, W200A, Brasil).

A capacidade cardiorrespiratória dos voluntários foi mensurada por meio do analisador de gases metabólicos (VO2000, *Aerosport, Medgraphics,* St. Paul, Minnesota, USA) durante um teste em cicloergômetro eletromagnético (SCIFIT® modelo ISSO1000, *Oklahoma*, USA) e analisadas pelo *software Aerograph* 4.3 (*Medical Graphics Corporation*). O teste ergométrico foi composto por 3 minutos de aquecimento com carga correspondente ao PC de cada voluntário (1Watt = 1 kg), e a partir disso foram adicionados 30 W a cada minuto até que se atingisse 85% da frequência cardíaca (FC), calculada previamente através da equação [$FCT_{\text{frequência cardíaca de treino}}$= % ($FC_{\text{máxima}}$ – FC_{repouso}) + FC_{repouso}], sendo $FC_{\text{máxima}}$ calculada pela equação [$FC_{\text{máxima}}$ = 202 – 0,72 x idade] (Jones, Makrides, Hitchcock, Chypchar, & McCartney, 1985). Por segurança foi adotado o $VO_{2MáxEs}$ para o cálculo da carga de trabalho, obtido a partir da equação gerada por uma regressão linear com valores de FC e do consumo de oxigênio (VO_2) registrados durante o exercício até o momento em que este foi interrompido (Marsh, 2012). Em seguida, foi determinada a carga que corresponderia à faixa de 65 a 75% do $VO_{2MáxEs}$ como a carga principal nos experimentos. A regressão linear foi estabelecida através do *software* SigmaPlot® *Version* 11.0 (*Systat Software,* Inc.,Chicago, IL,USA). Os voluntários foram orientados a evitarem consumo de cafeína e de álcool por 48 horas e prática de atividade física antes de cada visita ao laboratório.

PROCEDIMENTOS

O desenho experimental adotado foi duplo cego, em *crossover* randomizado, sendo os testes separados por pelo menos dois dias. Cada avaliado realizou três visitas experimentais com chegada ao laborário entre 7 e 8h da manhã após jejum de 10 a 12 h. Foi oferecido aos voluntários um "café da manhã" de acordo com as recomendações do *Institute of Medicine* (2002), que fornecia 15% da necessidade estimada de energia, calculada a partir das necessidades nutricionais de cada participante. Os alimentos que compunham esse café da manhã eram: suco de uva, pão de forma branco, queijo mussarela e maçã. Os voluntários foram orientados a manter o mesmo padrão de refeição no dia anterior as três visitas, monitorada através do recordatório alimentar 24 horas, coletado antes de cada protocolo experimental.

Uma hora após a ingestão do café da manhã cada avaliado consumiu uma das três bebidas. As BE diferiram apenas na presença (BE1) ou não de carboidratos (BE2). A solução placebo (PL) foi preparada com suco *Clight*® Zero sabor limão, dissolvidos a 500 ml de água gaseificada. Todas as bebidas foram ingeridas 40 minutos antes do início dos ensaios, sendo fornecidas em garrafas de plástico opacas para evitar identificação. A quantidade de líquido consumida (454,72±44,17 ml) foi calculada individualmente para fornecer uma dose de 2 mg de cafeína/kg de PC. O quadro 1 apresenta as características de composição das bebidas do estudo.

QUADRO 1. Composição nutricional das bebidas utilizadas nos ensaios experimentais em 250 mL.

INGREDIENTES	BE1	BE2	PL
Calorias (kcal)	110	10	6,37
Carboidratos (g)	28	3	0
Proteína (g)	0	0	0
Gordura (g)	0	0	0
Cafeína (mg)	80	80	0
Taurina (mg)	1000	1000	0
Sódio (mg)	201	201	0
Potássio	0	0	9,6
Outros ingredientes	Inositol, água, vitaminas do grupo B e glucuronolactona	Inositol, água, vitaminas do grupo B e glucuronolactona	

Nota. BE= bebida energética, PL: placebo

O exercício consistiu de aquecimento com 5 minutos entre 45 e 55 % do $VO_{2MáxEs}$ e parte principal com ritmo contínuo entre 65 e 75 % do $VO_{2MáxEs.}$ Imediatamente após os 60 minutos de exercício, os avaliados executaram um *sprint* de 6 km com a mesma carga que realizaram todo o teste, sendo computado o tempo gasto para realizar essa tarefa. Os três testes experimentais foram realizados em condições ambientais semelhantes de temperatura (23.2 ± 0.91º C) e umidade relativa do ar (69.5 ± 5.56 UR).

Imediatamente antes e a cada 15 minutos ao longo do exercício, bem como após o final do *sprint* os participantes se hidrataram com água a cada 15 minutos, sendo 3 ml/kg de PC. Para verificar o estado de hidratação dos avaliados foram mensurados os seguintes parâmetros: PC, volume urinário final, densidade da urina e hematócrito.

Antes e após do exercício foi monitorado o PC permitindo o acompanhamento da desidratação, tanto de forma relativa (Dr), obtida pela diferença do PC inicial (PCi) e final (PCf), como de forma absoluta (Da), utilizando a equação de Hoswill (Horswill, 1998).

Equação: Da = (PCi + volume de líquido ingerido) – (PCf + volume urinário)

O percentual de desidratação relativa e absoluta foi determinada respectivamente pela Dr e pela Da multiplicadas por cem e divididas pelo PCi dos voluntários (Burke & Hawley, 1997).

$$\% Dr = Dr \times 100 / PCi$$
$$\% Da = Da \times 100 / PCi$$

A taxa de sudorese foi verificada pela diferença do PC (Dr) mais o volume de líquido ingerido dividido pelo tempo total da atividade (minutos).

Antes e após o exercício, cada avaliado forneceu uma amostra de urina, coletada em recipientes plásticos de 50 mL para avaliação da densidade da urina, baseando-se nos pontos de corte estabelecidos por Casa et al. (2000). A densidade da urina foi analisada por um refratômetro óptico (LF Equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil). Após o exercicio, os avaliados foram orientados a esvaziarem a bexiga e a coletarem toda a urina em coletor de urina graduado com capacidade de 2000 mL (Medic – Plast, São Paulo, Brasil) para a determinação do volume urinário.

As amostras sanguíneas foram coletadas por um enfermeiro, o qual inseriu um cateter jelco intravenoso n°22 em uma veia do antebraço, sendo afixada uma torneira de 3 vias para a coleta de sangue nos seguintes momentos: antes do início do exercício (0 minutos), a cada 20 minutos de exercício contínuo e ao final do *sprint*. Cada amostra de sangue (1 mL) era coletada em seringas descartáveis, e transferidas imediatamente para eppendorfs, de onde eram retirados 100 µL de sangue por meio de uma pipeta automática. Em seguida, essa amostra era injetada em um cartucho descartável e analisada pelo i-STAT® (Abbott®, Illinois, Estados Unidos) para determinação do hematócrito, sódio e potássio.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Empregou-se o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados que foram considerados normais. Após uma estatística descritiva, foi empregado o teste t pareado para identificar diferenças entre variáveis temporais (antes e depois). Para comparação entre os diferentes tratamentos, empregou-se o teste de *Anova One Way* de medidas repetidas com *post-hoc de Tukey* HSD. Para verificação da interação entre os diferentes tratamentos vs. momentos utilizou-se o teste de *Anova Two Way* para medidas repetidas *(Split-plot Anova*) e o teste de *Mauchly* foi consultado e a correção de Greenhouse–Geisser aplicada quando violado o pressuposto da esfericidade. A análise estatística foi realizada usando SPSS (v 17.0, EUA), sendo adotado nível de significância $p < .05$.

RESULTADOS

BALANÇO HÍDRICO E ESTADO DE HIDRATAÇÃO

Os parâmetros utilizados para avaliação do balanço hídrico e do estado de hidratação estão apresentados no quadro 2. Os tratamentos BE1, BE2 e PL não diferiram estatisticamente (p>0,05) em relação a todos os parâmetros de avaliação do balanço hídrico e do estado de hidratação. Em relação aos momentos antes e após o exercício, houve redução estatisticamente significativa ($p < .001$) do PC e da densidade da urina após o exercício ($p = .024$) para todos os tratamentos. Nenhum dos avaliados apresentou perda de peso acima de 2%.

QUADRO 2. Média ± desvio padrão dos parâmetros relacionados ao balanço hídrico e estado de hidratação apresentados pelos participantes do estudo.

	TIPO DE TRATAMENTO		
	BE1	BE2	PL
Peso corporal antes (kg)	72.44 ± 6.97	72.41 ± 7.10	72.47 ± 7.04
Peso corporal depois (kg)	71.96 ± 7.16*	72.00 ± 7.15*	72.04 ± 7.02*
Desidratação relativa (kg)	0.48 ± 0.28	0.41 ± 0.31	0.43 ± 0.20
Desidratação absoluta (kg)	1.20 ± 0.31	1.13 ± 0.37	1.15 ± 0.29
Desidratação relativa (%)	0.66 ± 0.36	0.56 ± 0.44	0.59 ± 0.29
Desidratação absoluta (%)	1.65 ± 0.52	1.56 ± 0.55	1.58 ± 0.40
Taxa de sudorese (ml/min)	21.83 ± 3.45	20.74 ± 4.21	21.30 ± 3.52
DU antes $(g.ml)^{-1}$	1016± 3.74	1016 ± 2.78	1014 ± 4.58
DU depois $(g.ml)^{-1}$	1008 ± 1.47§	1007 ± 2.96§	1008 ± 1.87§
Ingestão total de água (L)	1.07 ± 0.10	1.07 ± 0.10	1.07 ± 0.10
Volume total de urina (L)	0.35 ± 0.19	0.35 ± 0.21	0.35 ± 0.23

* Diferença significativa em relação ao peso corporal antes ($p < .001$)
§ Diferença significativa em relação à densidade da urina antes ($p < -05$)
Nota: BE: bebida energética, PL: placebo, DU= densidade da urina

PARÂMETROS SANGUÍNEOS

A Figura 1 mostra que as concentrações plasmáticas de sódio, potássio e hematócrito no momento inicial (0 minutos) não diferiram ($p > .05$) entre os tratamentos. Já durante o exercício, as concentrações de sódio não mudaram significativamente durante os 60 minutos de exercício contínuo e após o *sprint* para todos os tratamentos e não houve diferenças entre os tratamentos (FIGURA 1). Nenhum dos avaliados apresentou hiponatremia (concentração de sódio abaixo de 135 mEq/L) ou hipernatremia (concentração de sódio acima de 145 mEq/L) tanto nos momentos quanto no tratamento analisado (Scott, LeGrys, & Klutts, 2008).

As concentrações de potássio foram significativamente maiores ($p < .001$) durante os 60 minutos de exercício a 65-75% do $VO_{2MáxEs}$ e após o *sprint* quando comparadas ao repouso (0 minutos) para todos os tratamentos. Após o *sprint*, no tratamento PL, houve aumento significativo nos valores de potássio comparado aos tratamentos BE1 ($p = .017$) e BE2 ($p = .012$) (Figura 1). Nenhum dos avaliados apresentou hipocalemia (concentração de potássio abaixo de 3.5 mEq/L) em algum dos momentos ou em algum tratamento, entretanto, cinco avaliados apresentaram hipercalemia (concentração de potássio acima de 5 mEq/L) após o *sprint* no tratamento com PL (Scott, LeGrys, & Klutts, 2008).

As concentrações de hematócrito se mantiveram estáveis ao longo dos 60 minutos de exercício a 65-75% $VO_{2MáxEs}$ e aumentaram significativamente ($p < .05$) após *sprint* para todos os tratamentos. Não foi observada diferença entre os tratamentos (FIGURA 1). Os valores de hematócrito permaneceram dentro dos valores de normalidade (40 a 54% PCV) (Fischbach, 2003) durante todo o exercício.

DISCUSSÃO

Foi observada similaridade entre os tratamentos BE1, BE2 e placebo no equilíbrio hídrico. Isto sugere que o consumo de BE na proporção de 2mg de cafeína/ kg de PC previamente ao exercício de intensidade moderada e com uma hidratação em intervalos regulares não interferiu na homeostase hídrica.

O estudo de Wemple et al. (1997) comparou os efeitos da ingestão de 8,7 mg de cafeína/ kg de PC na produção urinária, durante 4h de repouso e durante 3h de exercício em cicloergômetro a 60% do $VO_{2máx}$ seguido por um *sprint* até a exaustão a 85% $VO_{2máx}$. Verificaram que a cafeína aumentou a taxa de produção urinária, durante o repouso, mas não durante o exercício. Os efeitos diuréticos da cafeína no repouso ocorrem devido a sua ação nos túbulos renais, bloqueando ou inibindo a reabsorção de solutos, o que resulta em maior volume de água excretado pela urina (Wemple et al., 1997). Entretanto, durante o exercício esse efeito é atenuado devido ao aumento na liberação de catecolaminas que estimulam a reabsorção de solutos e maior retenção de água pelos rins (Armstrong, 2002).

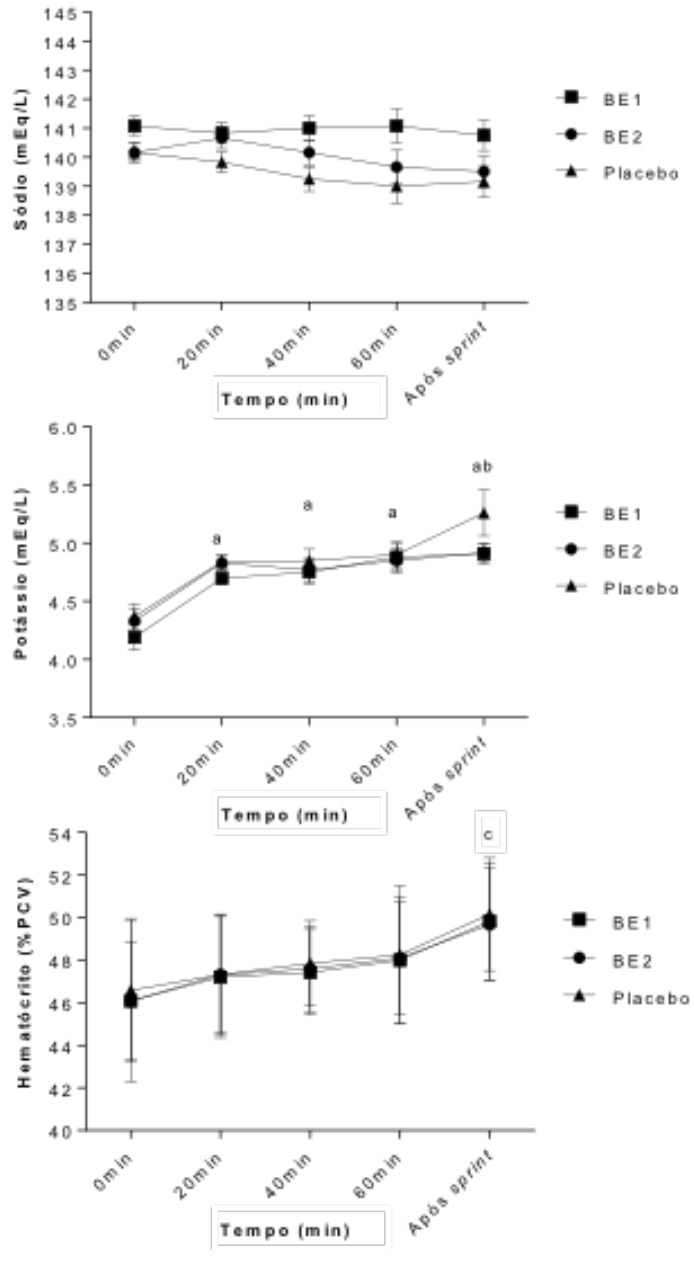

FIGURA 1. Média ± desvio-padrão das concentrações de sódio, potássio e hematócrito ao longo do exercício contínuo e após o sprint nos testes experimentais. Min= minutos [a] Diferença significativa ($p < .05$) comparada ao repouso (0 min) para todos os tratamentos. [b] Diferença significativa nos valores de potássio entre placebo comparado ao tratamento BE1 ($p = .017$) e BE2 ($p = .012$) após o *sprint*. [c] Diferença significativa ($p < .05$) comparada ao repouso e aos 60 min de exercício para todos os tratamentos.

No presente estudo, embora tenha sido constatada diminuição do PC, o percentual de desidratação encontrado foi inferior a 1%. O déficit entre 1 e 2% do conteúdo de água no corpo, ou seja, do PC, já promove redução na capacidade de trabalho físico (Sawka et al., 2007), indicando que o consumo de 3 mL de água/ kg de PC em intervalos regulares, conseguiu evitar perdas hídricas agudas, sendo seu consumo ainda bem tolerado, já que nenhum dos procedimentos experimentais foi interrompido por problemas gastrointestinais.

A densidade da urina (QUADRO 2) indicou que os avaliados finalizaram os exercícios "bem hidratados" (Casa et al., 2000) em todos os tratamentos. Desta forma, a quantidade de cafeína consumida não produziu uma desidratação, sendo seguro seu consumo.

No presente estudo, as concentrações plasmáticas de sódio (FIGURA 1) se mantiveram dentro da normalidade (Scott et al., 2008) e não se modificaram ao longo do exercício e após o *sprint* para todos os tratamentos. Também não foram observadas diferenças entre os tratamentos (p > .05), sugerindo assim que os mecanismos reguladores desse eletrólito, não são influenciados pela quantidade de cafeína oferecida. Resultados semelhantes foram encontrados por Del Coso et al. (2014) que compararam seis diferentes protocolos de hidratação: sem hidratação, hidratação com água equivalente a 97% de perda de suor, bebida Gatorade® (6% de carboidratos), e ambos combinados com a ingestão de cápsulas contendo 6mg de cafeína/kg de PC, 45 minutos antes do exercício, durante exercício de 120 minutos a 63% VO_2máx em um ambiente com 36° C e 29% de umidade relativa. Os autores não observaram mudanças nas concentrações plasmáticas de sódio entre os tratamentos com e sem a presença de cafeína.

Vale ressaltar que no presente estudo todas as bebidas apresentavam sódio na sua composição (QUADRO 1). Os resultados demonstraram que o conteúdo de sódio das BE não influenciou as concentrações plasmáticas e que o exercício executado não gerou perdas consideráveis de suor (QUADRO 2) que pudessem levar a um estado de hiponatremia.

As concentrações de potássio foram significativamente maiores (p < .001) durante o exercício contínuo e após o *sprint* quando comparadas ao repouso para todos os tratamentos (FIGURA 1). Durante exercício de alta intensidade existe uma elevação rápida do potássio plasmático. Exercícios que exigem recrutamento rápido das fibras musculares, como a fase do *sprint,* apresenta dificuldade em manter o meio intracelular mais concentrado do que o meio extracelular, o que constitui importante fator desencadeador da fadiga (Silva, Oliveira, & Gevaerd, 2006). A cafeína exerce ação direta ou indiretamente através do aumento de catecolaminas na funcionalidade da bomba de sódio e potássio, atenuando o acúmulo de potássio no plasma e contribuindo para a manutenção da excitabilidade de membrana dos músculos contráteis, retardando o aparecimento da fadiga (Mohr, Nielsen, & Bangsbo, 2011).

No presente estudo, pode ser observado tal efeito da cafeína na fase do *sprint,* uma vez que, houve aumento significativo dos valores plasmáticos de potássio no tratamento placebo comparado com a BE1 (p = .017) e a BE2 (p = .012). Esse efeito pode ter sido responsável pela ausência de casos de hipercalemia nas bebidas contendo cafeína, enquanto que na bebida placebo 41.66% dos avaliados tiveram valores de potássio plasmático acima do normal, sendo este comportamento um ponto bem interessante para ser monitorado em outras investigações.

Quanto à avaliação do estado de hidratação pelo hematócrito, verificou-se aumento significativo (p < .05) após o *sprint* em todos os tratamentos, entretanto, não houve diferença significativa entre os procedimentos experimetais (Figura 1). Os valores encontrados neste estudo se situam dentro da normalidade (Fischbach, 2003), contudo, destaque-se que a duração e a intensidade do exercício adotadas neste experimento proporcionaram uma hemoconcentração ao final do exercício (*sprint),* o que nos alerta quanto à importância de uma hidratação adequada principalmente durante atividades físicas mais longas e mais intensas, como por exemplo, em um prova de *mountain bike*.

As principais limitações do presente estudo foram à ausência da dosagem do hormônio aldosterona e da osmolalidade plasmática, considerada padrão ouro para análise do estado de hidratação.

Pesquisas adicionais com outras doses de BE, outros grupos populacionais, como as mulheres e modalidades esportivas diferentes, devem ser realizadas para ampliar as evidências científicas encontrados no presente estudo.

CONCLUSÕES

Considerando as condições ambientais e de exercício propostas no presente estudo, foi possível concluir que as BE ministradas numa quantidade que fornecesse 2mg de cafeína/ kg de PC, geraram semelhante equilíbrio eletrolítico em relação ao PL para o grupo populacional estudado, não sendo observado efeito diurético durante o exercício. Portando, a presença de carboidratos na BE1 não influenciou o equilíbrio eletrolítico indicando assim que para exercícios com intensidade e duração semelhante a do presente estudo, a BE2 é tão eficiente quanto a BE1.

AGRADECIMENTOS

CAPES.

REFERÊNCIAS

Armstrong, L. E. (2002). Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *12*(2), 189-206.

Armstrong, L. E., Casa, D. J., Maresh, C. M., & Ganio, M. S. (2007). Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heat tolerance. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 35*(3), 135-140. doi:10.1097/jes.0b013e3180a02cc1

Burke, L. M., & Hawley, J. A. (1997). Fluid balance in team sports: Guidelines for optimal practices. *Sports Medicine, 24*(1), 38-54.

Candow, D. G., Kleisinger, A. K., Grenier, S., & Dorsch, K. D. (2009). Effect of sugar-free Red Bull energy drink on high-intensity run time-to-exhaustion in young adults. *Journal of Strength & Conditioning Research, 23*(4), 1271-1275. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a026c2

Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S., Stone, J. A. (2000). National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training, 35*(2), 212-224.

Chisholm, D. M., Collis, M. L., Kulak, L. L., Davenport, W., & Gruber, N. (1975). Physical activity readiness. *British Columbia Medical Journal, 17*(11), 375-378.

Del Coso, J., Estevez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2009). Caffeine during exercise in the heat: Thermoregulation and fluid-electrolyte balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 41*(1), 164-173. doi:10.1249/MSS.0b013e318184f45e

Del Coso, J., Perez-Lopez, A., Abian-Vicen, J., Salinero, J. J., Lara, B., & Valades, D. (2014). Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 9*(6), 1013-1018. doi:10.1123/ijspp.2013-0448

Fischbach, F. T. (2003). *A manual of laboratory and diagnostic tests.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Horswill, C. A. (1998). Effective fluid replacement. *International Journal of Sport Nutrition, 8*(2), 175-195.

Institute of Medicine. (2002). Energy. In *Dietary reference intakes: Energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acid*s. Washington: The National Academy Press.

Jones, N. L., Makrides, L., Hitchcock, C., Chypchar, T., & McCartney, N. (1985). Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *The American Review of Respiratory Disease, 131*(5), 700-708. doi:10.1164/arrd.1985.131.5.700

Lara, B., Ruiz-Vicente, D., Areces, F., Abian-Vicen, J., Salinero, J. J., Gonzalez-Millan, C., & Del Coso, J. (2015). Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. *The British Journal of Nutrition, 114*(6), 908-914. doi:10.1017/S0007114515002573

Logan-Sprenger, H. M., Heigenhauser, G. J., Killian, K. J., & Spriet, L. L. (2012). Effects of dehydration during cycling on skeletal muscle metabolism in females. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 44*(10), 1949-1957. doi:10.1249/MSS.0b013e31825abc7c

Marsh, C. E. (2012). Evaluation of the American College of Sports Medicine submaximal treadmill running test for predicting VO2max. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(2), 548-554. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bac56e

Mcardle, W., Katch, F., & Katch, V. (2008). *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano* (6ª Ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Mohr, M., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2011). Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of Applied Physiology, 111*(5), 1372-1379. doi:10.1152/japplphysiol.01028.2010 japplphysiol.01028.2010 [pii]

Petroczi, A., Naughton, D. P., Pearce, G., Bailey, R., Bloodworth, A., & McNamee, M. (2008). Nutritional supplement use by elite young UK athletes: Fallacies of advice regarding efficacy. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 5*(22). doi:10.1186/1550-2783-5-22

Prins, P. J., Goss, F. L., Nagle, E. F., Beals, K., Robertson, R. J., Lovalekar, M., & Welton, G. L. (2016). Energy drinks improve 5-km running performance in recreational endurance runners. *Journal of Applied Sport Science Researc*h, *30*(11), 2979-2990. doi:10.1519/JSC.0000000000001391

Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 39*(2), 377-390. doi:10.1249/mss.0b013e31802ca597

Scott, M. G., LeGrys, V. A., & Klutts, J. S. (2007). Electrolytes and blood gases. In C. A. Burtis, E. R. Ashwood, & D. E Bruns (Eds.), *Tietz fundamentals of clinical chemistry* (6ª Ed., pp 443-461). St. Louis, Missouri: Sauders.

Silva, A. E. L., Oliveira, F. R. d., & Gevaerd, M. S. (2006). Mecanismos de fadiga durante o exercício físico. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano, 8*(1), 105-113.

Wellington, B. M., Leveritt, M. D., & Kelly, V. G. (2016). The effect of caffeine on repeat high intensity effort performance in rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Advance online publication. doi:10.1123/ijspp.2015-0689

Wemple, R. D., Lamb, D. R., & McKeever, K. H. (1997). Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. *International Journal of Sports and Exercise Medicine, 18*(1), 40-46. doi:10.1055/s-2007-972593

Yanagisawa, K., Ito, O., Nagai, S., & Onishi, S. (2012). Electrolyte-carbohydrate beverage prevents water loss in the early stage of high altitude training. *The Journal of Medical Investigation, 59*(1-2), 102-110.

AUTORES:
Francisco de Assis Manoel
Ramon Cruz
Cristovão Antônio dos R S Vilela
Bruno Pereira Melo
Danilo Leonel Alves
Phelipe Henrique C de Castro
Fernando Roberto de Oliveira

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.90

Estimativa da aptidão aeróbia de jovens atletas a partir de testes de campo

PALAVRAS CHAVE:
Treinamento. Metabolismo aeróbio.
Atletismo. Velocidade crítica.

RESUMO

O treinamento aeróbio de jovens atletas precisa ser rotineiramente monitorado. Nesse sentido, testes que sirvam tanto para estímulo como para controle de treino são importantes nesse processo, especialmente na avaliação da capacidade aeróbia (CAe). Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar se velocidade crítica (VC) derivada das corridas de 600 e 1000 metros é uma boa preditora da aptidão aeróbia de jovens corredores. Participaram do estudo 12 jovens atletas de atletismo de ambos os sexos, 6 homens e 6 mulheres (15.2 ± 1.2 anos) massa corporal (kg) igual a 50.92 ± 4.58. Os atletas fizeram testes de esforço máximo de 600 e 1000 metros para cálculo da velocidade crítica e 4000 metros para avaliação da aptidão aeróbia. Houve diferença (p < .01) entre a VC (4.17 ± 0.53 m·s^{-1}) e a V4000 (3.77 ± 0.45 m·s^{-1}), sendo que, a VC superestima em ~10% a V4000. Contudo, há também associação muito alta entre a VC e a V4000 (r = .88; p < .01; n = 12). Apesar da ligeira superestima da VC com relação a V4000, é possível usar a VC derivada das distâncias de 600 e 1000 metros para avaliar a aptidão aeróbia de jovens atletas de atletismo.

Correspondência: Francisco de Assis Manoel (manoel-fa@hotmail.com)

Aerobic fitness estimative of young athletes based on field tests

ABSTRACT

The aerobic training of young track and field athletes must be monitored regularly. In this sense, the use of field tests to stimulate and monitor training is indicated. Thus, the aim of present study was to verify if the critical velocity (CV) based on 600 and 1000-m running is a good predictor of the aerobic fitness of young track and field athletes. Twelve track and field athletes, six boys and 6 girls, with 15.2 ± 1.2 yrs. and 50.92 4.8 of body mass performed 600 and 1000-m maximum effort tests to evaluate the CV and 4000-m tests to estimate the aerobic fitness. There was a difference (p < .01) between CV (4,17 ± 0,53 m·s^{-1}) and V4000-m running (3.77 ± 0.45 m·s^{-1}); CV overestimates V4000 in 10% However, there was also a very high association between CV and V4000 (r = .88, p < .01, n = 12). Although the slight overestimate of CV as regards V4000-m, the CV based on 600 and 1000-m running can used to evaluate the aerobic fitness of young track and field athletes.

KEYWORDS:
Training. Aerobic metabolism.
Track and field. Critical velocity.

INTRODUÇÃO

A avaliação de componentes da aptidão aeróbia está presente nas tomadas de decisões pedagógicas no treinamento de diversos esportes, seja pela sua importância direta na determinação de critérios de desempenho e/ou como base indicadora da aptidão associada à saúde de jovens atletas. Neste processo, os limiares de transição (LT), a máxima fase estável de lactato, consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), frequência cardíaca (FC) e a velocidade pico (V_{pico}), são as variáveis aeróbias mais utilizadas neste processo (Machado, Kravchychyn, Peserico, da Silva, & Mezzaroba, 2013; McLaughlin, Howley, Bassett, Thompson, & Fitzhugh, 2010; da Silva, Simões, & Machado, 2015). Embora sejam consistentes, ainda há uma grande dificuldade na aplicação prática para a maioria dessas variáveis, isso se deve ao fato que, para a determinação de algumas delas são necessárias à utilização de equipamentos específicos que possuem alto custo financeiro, aplicação de métodos invasivos e a utilização de técnicas laboratoriais, restringindo assim o uso e a sua aplicação (Machado et al. 2013; Scott & Houmard, 1994).

Em crianças e jovens atletas, a avaliação da capacidade aeróbia (CAe) pode ser obtida por meio de testes incrementais culminando na identificação do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Entretanto, a dificuldade de determinação do VO_{2max} nessa população é frequente, principalmente, pela baixa porcentagem de identificação do platô no consumo de oxigênio (VO_2) (Armstrong, Wellsman & Winsley, 1996; Rowland, 1995). Além disso, sabe-se que o VO_{2max} é uma variável pouco treinável e sensível ao treinamento e não necessariamente prediz a *performance* em grupos homogêneos (Davison, Someren, & Jones, 2009; Lundby & Robach, 2015), sugerindo assim a utilização de outras variáveis para o acompanhamento das adaptações ao treinamento (Bragada et al. 2010; Jones & Carter, 2000; McLaughlin et al. 2010).

Neste sentido, uma das recomendações é a utilização de variáveis submáximas mais sensíveis aos efeitos do treinamento e com maior determinação da capacidade de realização de atividades de longa duração. Além disso, métodos de fácil acesso e com alta aplicabilidade prática têm sido cada vez mais utilizados por técnicos e treinadores para a avaliação dos componentes da aptidão aeróbia e nas tomadas de decisão no treinamento de diversas modalidades esportivas.

É importante destacar que para modalidades predominantemente aeróbias, alguns pontos são fundamentais para o controle e prescrição do treinamento, como por exemplo, a capacidade aeróbia, que para jovens atletas pode ser avaliada em testes de corrida de 20 minutos ou 4000 metros (Frainer, de-Oliveira, Pazin, 2006). Além disso, um dos principais métodos utilizados para a identificação CAe é velocidade crítica (VC), na qual é considerada a maior intensidade de exercício que pode ser mantida sem exaustão por um longo período de tempo (Jones, Vanhatalo, Burnley, Morton, & Poole, 2010; Monod & Scherrer, 1965), sendo obtida pela razão entre a diferença de duas distâncias e seus respectivos tempos (Hill, 2001).

Em jovens atletas, os esforços máximos de corridas de 600m e 1000m são comumente utilizados em sessões típicas de avaliações periódicas e/ ou como conteúdos normais para estímulos de treinamento, podendo ser frequentemente utilizada para o cálculo da VC em corredores seguindo o proposto por Monod e Scheerer (1965) e também Hill (2001). Ou seja, duas distâncias com predominância energética aeróbia, mas uma delas precisa contemplar mais o componente anaeróbio, nesse caso, representada pela corrida de 600m (Duffield & Dawson, 2003; Duffield; Dawson & Goodman, 2005). Contudo, ainda há necessidade de estudos que verifiquem se estas distâncias (600 e 1000 metros) podem estar associadas a outros testes de avaliação aeróbia, com distância e duração superiores, como por exemplo, o teste de 20 minutos ou 4000 metros.

Estudos anteriores têm sugerido o teste de 20min como uma opção para avaliação aeróbia em jovens atletas (Frainer, de-Oliveira, & Pazin, 2006; Frainer, de-Oliveira, Cal, & Kiss, 2004) sendo que, na prática, as distâncias percorridas aproximam-se de 4000m. Adicionalmente, já foi demonstrado que a velocidade média no teste de 20min possui intensidade similar aquela correspondente à concentração de lactato de 2,5 $mmol.L^{-1}$ (Frainer, et al., 2006). Recorrendo ao seu conceito proposto inicialmente, a VC é utilizada como indicadora da CAe, eficaz para prescrição e controle do treinamento aeróbio (Billat et al. 1998). Contudo, testes de 20min podem ser desgastantes e monótonos, e dependendo do período em que os atletas estejam na temporada, especialmente o competitivo pode não ser a melhor opção por atrapalhar a organização do treinamento, além disso, em relação à aplicabilidade prática, são necessários testes mais curtos, principalmente, para a identificação da VC em jovens corredores.

Nesse sentido, embora a VC tenha sido considerado um método prático para a identificação da CAe, ainda há a necessidade de mais investigações que considerem os valores de VC com testes bem estabelecidos para a avaliação da CAe especificadamente em jovens atletas. Assim, objetivo do presente estudo foi verificar se velocidade crítica (VC) derivada das corridas de 600 e 1000 metros é uma boa preditora da aptidão aeróbia de jovens corredores.

MÉTODO

AMOSTRA

Foram voluntários 12 jovens atletas de ambos os sexos, 6 homens e 6 mulheres (15.2 ± 1.2 anos; massa corporal: 50.92 ± 4.58 Kg; estatura: 164.33 ± 5.12 cm) da equipe de atletismo do Centro Regional de Iniciação ao Atletismo de Lavras – MG. Os atletas eram competidores de nível nacional, realizavam no mínimo cinco sessões de treinamentos semanais, com duração de 3 horas, e todos possuíam pelo menos um ano regular de treinamento na modalidade. Durante a realização do presente estudo, todos os atletas estavam no período competitivo e permaneceram com sua programação de treinos durante todo este período. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos (protocolo nº 566.839) da Universidade Federal de Juiz de Fora – MG.

INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Inicialmente, os atletas realizaram em sequência e de forma contrabalanceada uma corrida de 600m e uma de 1000m em esforço máximo, com um período de descanso de 24 horas antecedentes a cada teste. Durante o pré-teste foi padronizado um aquecimento de 10 minutos, seguido de 10 minutos de atividades estimulantes da flexibilidade.

A CAe foi avaliada após dez dias de intervalo, por meio da realização de uma corrida de 4000m em esforço máximo, adotando-se o mesmo procedimento pré teste previamente descritos. Foi registrado o tempo de cada teste através de uma avaliação manual (cronômetros digitais), para posterior cálculo da VC. Durante todos os testes, os atletas foram orientados a percorrerem a distância no menor tempo possível e receberam orientações quanto ao número de voltas restantes para concluírem o percurso, mas sem *feedback* do tempo. Os testes foram realizados em pista oficial de atletismo, com piso de saibro da Universidade Federal de Lavras.

A VC foi determinada pela razão entre a diferença de espaço pela diferença do tempo dos testes de 600 e 1000 metros. Utilizando a formula proposta por Hill (2001).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e a homocedasticidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro Wilk* e *Levene*, respectivamente. A comparação da VC com a velocidade obtida no teste de 4000m foi realizada pelo teste t pareado. O grau de associação entre a VC e a velocidade no teste de 4000m foi estabelecido a partir da análise de correlação de Pearson, posteriormente o modelo foi testado por regressão linear método *Enter* para verificar se o modelo de predição é ou não apropriado para os dados. Para todas as análises, foi empregado o nível de significância de 5% ($p < .05$).

RESULTADOS

Foi observado que a distribuição das variáveis VC e velocidade dos 4000m têm distribuição normal (D = .879; $p = .085$ e D = .923; $p = .312$; respectivamente), foi verificado também pelo teste de Levene que as variâncias das variáveis supra citadas são iguais ($F_{2,885} = 1.10$; $p = .120$ e $F_{3,667} = 1.10$; $p = .085$, respectivamente). O quadro 1 apresenta os valores descritivos das variáveis de desempenho nos testes de 600m, 1000m e 4000m, a velocidade média em cada uma das distâncias e a VC derivada das distâncias de 600m e 1000m. Ao comparar as médias das velocidades obtidas no teste de 4000m e VC, observou-se uma superestimativa da velocidade correspondente à capacidade aeróbia por parte da VC ($t_{4,984} = 11$; $p = .01$). Essa superestimativa é da ordem de 0,4 $m \cdot s^{-1}$, aproximadamente 10 % acima do valor estabelecido para a velocidade média obtida no teste de 4000m.

QUADRO 1. Médias e desvios-padrão para tempo gasto em segundos (s) e velocidade média (Vm) dos testes de 600m, 1000m, 4000m e VC.

VARIÁVEIS	TEMPO (S)	VM ($M.S^{-1}$)
600m	111,6 ± 14,1	5,45 ± 0,68
1000m	208,8 ± 24	4,85 ± 0,58
4000m	1061,1 ± 120,3	3,77 ± 0,45
VC	-	4,17 ± 0,53*

* VC vs. 4000m ($p < .01$).

A figura 1 apresenta o resultado da associação entre a velocidade obtida no teste de 4000m e a VC. Houve correlação muito alta (Hopkins, 2002) entre as variáveis ($r = .88$; $p < .01$; $n = 12$). Sendo o índice de determinação igual a .7744, ou seja, 77.44% da variação na velocidade do teste de 4000m podem ser explicadas pela VC. O resultado da regressão linear entre as variáveis demonstrou também que o modelo de correlação é apropriado, sendo que, na análise de resíduos padronizados baseada em *casewise diagnostics* não houve nenhum valor superior a três desvios-padrão, a equação de predição obtida é apresentada na figura 1.

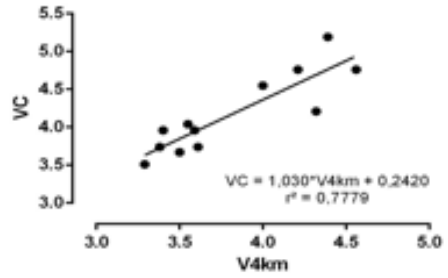

FIGURA 1. Associação entre velocidade critica com a velocidade no teste de 4000 m.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar se velocidade crítica (VC) derivada das corridas de 600 e 1000 metros é uma boa preditora da aptidão aeróbia de jovens corredores. Os resultados encontrados demonstram que, embora haja uma tendência de superestimativa de aproximadamente 10% na velocidade correspondente à CAe, a VC obtida em testes de 600m e 1000m pode ser considerada uma boa preditora da CAe em jovens atletas corredores. Além disso, foi encontrada uma associação entre a velocidade obtida no teste de

4000m e a VC, demonstrando que, corridas de 600m e 1000m podem ser utilizadas para a identificação da VC em jovens atletas corredores.

As distâncias de 600m e 1000m quando percorridas por crianças e jovens corredores apresentam características fisiológicas associadas predominantemente ao metabolismo aeróbio devido à atividade de enzimas dos metabolismos aeróbio e anaeróbio, bem como a duração da tarefa (Duffield & Dawson, 2003; Kaczor, Ziolkowski, Popinigis, & Tarnopolsky, 2005), necessárias para predizer a VC, onde há um predomínio da utilização do sistema oxidativo de fornecimento de energia, no qual a taxa de remoção do lactato sanguíneo é equivalente à produção, fazendo com que indivíduos, teoricamente mantenham a intensidade de esforço constante sem o aparecimento de fadiga (Jones, Wilkerson, Dimenna, Fulford & Poole, 2008; Lundby & Robach, 2015; Williams & Armstrong, 1991).

A alta correlação encontrada entre as velocidades médias obtidas no teste de 4000m e VC (r = 0.88; p < .01; n = 12), demostra que testes de curta duração, isto é, 600m e 1000m podem ser utilizados para a identificação da VC. Além disso, o índice de determinação encontrado evidencia que 77.44% na variação da velocidade obtida no teste de 4000m podem ser explicadas pela VC. Estes achados reforçam o fato de que a VC é um método eficiente para a estimativa da CAe, além de ser considerado um método atraente para controle do treinamento aeróbio, uma vez que, as distâncias de 600m e 1000m compõe o cotidiano de treinamento de jovens atletas e, portanto, há forte validade ecológica para aplicação desses testes.

Embora os resultados encontrados tenham demonstrado uma associação entre a velocidade média obtida no teste de 4000m e a VC, ressalta-se à sua aplicabilidade devido à superestimativa da capacidade aeróbia. Neste sentido, especula-se que esta diferença se dê por conta da proporção de participação do metabolismo anaeróbio em corridas de curta duração (Duffield & Dawson, 2003; Duffield, Dawson & Goodman, 2005). Além disso, é importante destacar que apesar da predominância bioenergética de todos os testes serem da via aeróbia, em distâncias menores, como 600m naturalmente há uma maior velocidade, e assim, maior atividade de enzimas glicolíticas aumentando a contribuição também da via anaeróbia (Duffield & Dawson, 2003; Kaczor et al. 2005).

Em outro estudo com jovens corredores (16 ± 0.6 anos), Almarwaey, Jones e Tolfrey (2003) demonstraram, em corrida com duração de aproximadamente 130 segundos, que o metabolismo anaeróbio tem participação importante, mesmo não sendo predominante, fazendo com que a velocidade média do teste seja superior. Além disso, apesar das instruções aos sujeitos terem sido claras no tocante a intensidade dos testes, em distâncias maiores é comum que haja uma estratégia mais conservadora, a fim de evitar a fadiga prematura ao término do teste causando uma diminuição considerável da sua intensidade ou até mesmo a interrupção do mesmo (Faulkner, Parfitt, & Eston, 2008). É importante destacar que este último ponto é também mais um fator que reforça a utilização de distâncias menores e testes mais curtos para avaliação da aptidão aeróbia.

Equipes com jovens atletas de atletismo precisam de testes que do ponto de vista operacional, são de fácil aplicação e avaliação, as tomadas de decisão são constantes nesse processo, e de maneira clínica é preciso a partir de um conjunto de informações, planejar, prescrever e avaliar o treinamento. As corridas de 600 e 1000 metros compõem um bom estímulo de treino para jovens e podem também servir como parâmetro para a avaliação da sua aptidão aeróbia, especialmente a partir dos cálculos de VC baseados nestas distâncias. Visto que os resultados são obtidos a partir de testes não invasivos, de baixo custo, válido e confiável (Bishop, Jenkins & Howard 1998), que pode trazer resultados semelhantes aos tradicionais teste incrementais para obtenção de variáveis de modo invasivo utilizadas para prescrição de treinamento aeróbio. Nesse contexto, nossos resultados demonstram e preconizamos que os testes de campo sejam também usados como estímulos de treino e vice-versa.

Apesar da forte validade ecológica que os achados do presente estudo trazem, é importante descrever algumas limitações metodológicas. Seria bom que esses testes pudessem ser feitos em mais condições de treinamento, especialmente em diferentes momentos do calendário esportivo, pois é esperado que essas proporções sejam diferentes de acordo com o nível de treinamento dos atletas. Além disso, estudos futuros podem buscar a aplicação de testes com medidas diretas de consumo de oxigênio para estimativas de alguns parâmetros relacionados ao desempenho aeróbio, e com um número maior de atletas de diferentes níveis.

CONCLUSÕES

A capacidade aeróbia de jovens corredores pode ser avaliada também pela VC derivada das distâncias de 600 e 1000 metros, em especial para esse grupo de atletas avaliados, contudo é preciso cautela em sua interpretação, pois há uma tendência de superestima da velocidade referente à capacidade aeróbia.

REFERÊNCIAS

Almarwaey, O. A., Jones, A. M., & Tolfrey, K. (2003). Physiological correlates with endurance running performance in trained adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *35*(3), 480-487.

Bishop, D., Jenkins, D. G., & Howard, A. (1998). The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. International Journal of Sports Medicine, 19, 125-129.

Bragada, J. A., Santos, P. J., Maia, J. A., Colaço, P. J., Lopes, V. P., & Barbosa, T. M. (2010). Longitudinal study in 3000 m male runners: Relationship between performance and selected physiological parameters. *Journal Sports Science Medicine*, *9*(3), 439-444.

Davison, R., Van Someren, K. A., & Jones, A. M. (2009). Physiological monitoring of the olympic athlete. *Journal of Sports Sciences*, *27*(13), 1433–1442.

Dufflield, B., & Dawson, B. (2003). Energy system contribution in track running. *New Studies in Athletics*, *18*(4), 47-56.

Duffield, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, *23*(3), 299-307.

Faulkner, J., Parfitt, G., & Eston, R. (2008). The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. *Psychophysiology*, *45*(6), 977-985.

Frainer, D. E. S., de-Oliveira, F. R., Cal, A. B. A. D., & Kiss, M. A. (2004). Evidências de validade do T20 como aproximação do limiar anaeróbio em jovens jogadores de futebol. *Revista de Educação Física/UEM*, *1*(15), 33-37.

Frainer, D. E. S., de-Oliveira, F. R., & Pazin, J. (2006). Influência da maturação sexual, idade cronológica e índices de crescimento no limiar de lactato e no desempenho da corrida de 20 minutos. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, *12*(3), 1-7.

Hill, D. W. (2001). Aerobic and anaerobic contributions in middle distance running events. *Motriz*, *7*, 63-67.

Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373-386.

Jones, A. M., Vanhatalo, A., Burnley, M., Morton, R. H., & Poole, D.C. (2010). Critical power: Implications for determination of VO_{2max} and exercise tolerance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *42*(3), 1876–1890.

Jones, A. M., Wilkerson, D. P., Dimenna, F., Fulford, J., & Poole, D. C. (2008). Muscle metabolic responses to exercise above and below the "critical power" assessed using 31P-MRS. *American Journal of Physiology Regulatory and Integrative Comparative Physiology*, *1*(294), 585–593.

Kaczor, J. J., Ziolkowski, W., Popinigis, J., & Tarnopolsky, M.A. (2005). Anaerobic and aerobic enzyme activities in human skeletal muscle from children and adults. *Pediatric Research*, *57*(3), 331-335.

Machado, F. A., Kravchychyn, A. C. P., Peserico, C. S., da Silva, D. F., & Mezzaroba, P. V. (2013). Incremental test design, peak 'aerobic' running speed and endurance performance in runners. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *16*(6), 577–582.

McLaughlin, J. E., Howley, E. T., Bassett, J. R. D. R., Thompson, D. L., & Fitzhugh, E. C. (2010). Test of classic model for predicting endurance running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *42*(5), 991-997.

Scott, B. K., & Houmard, J. A. (1994). Peak running velocity is highly related to distance running performance. *International Journal Sports Medicine*, *15*(8), 504-507.

da Silva, D. F., Simões, H. G., & Machado, F. A. (2015). VO_{2max} versus V_{peak}, what is the best predictor of running performances in middle-aged recreationally-trained runners? *Science Sports*, *30*, 85-92.

Williams, J. R., & Armstrong, N. (1991). Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. *Pediatric Exercise Science*, *3*, 333-341.

AUTORES:

Carlos Ernesto
Noriberto Barbosa da Silva
Amanda Alves da Silva
Severino Leão de A Neto
Francisco Martins da Silva
Gislane Ferreira de Melo

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.99

Classificação da aptidão cardiorrespiratória em escolares do Distrito Federal/Brasil por meio do teste de Shuttle Run 20 metros

PALAVRAS CHAVE:

Doenças cardiovasculares.
Pressão arterial. Valores de referência.
Aptidão física. Crianças. Adolescentes.

RESUMO

Tão importante quanto mensurar a aptidão cardiorrespiratória (ACR) é classificar precisamente essa variável. Contudo, ainda percebe-se uma carência quanto aos valores normativos em escolares brasileiros. O objetivo foi apresentar valores de referência para classificação da ACR em escolares brasileiros e comparar as variáveis mais utilizadas para predizer risco cardiovascular entre os diferentes níveis de ACR. Participaram 824 escolares do DF (11 a 18 anos do sexo masculino (n = 485; 14.38 ± 2.04 anos) e feminino (n = 339; 15.15 ± 2.23 anos). Foram aplicados ANOVA e teste "t" entre cada variável e correlações de Pearson. Foram confeccionadas duas tabelas de referência, uma para cada sexo, com três graus de classificação (fraco, bom, ótimo). Diferenças foram observadas em todas às variáveis antropométricas entre o grupo "fraco" para a ACR, comparada aos demais (bom e ótimo) e correlações negativas significativas (p = .001) entre as antropométricas e ACR. Tanto a pressão artéria sistólica quanto a diastólica foram maiores nos meninos comparados às meninas, entre os grupos "fraco". Concluímos que os pontos de corte sugeridos se relacionaram de forma significativa com as variáveis antropométricas; no entanto, o mesmo não pode ser dito para as variáveis hemodinâmicas.

Correspondência: Carlos Ernesto (ernestobsb@gmail.com)

Cutoff points of cardiorespiratory fitness by shuttle run 20 meters test in federal district schoolchindrens

ABSTRACT

As important as measuring the cardiorespiratory fitness (CRF) is to classify precisely that variable. However, in spite of that importance, a deficiency of normative values still exists in Brazilian school. The aim of this study was to present reference values for CRF classification in Brazilian schoolchildren and to compare anthropometric and hemodynamic useful variables to predict cardiovascular risk among different levels of CRF. Eight hundred and twenty four schoolchildren aged 11-18 year old, male (n = 485; 14.38 ± 2.04 years) and female (n = 339; 15.15 ± 2.23 years) from federal district schools participated in this study. ANOVA and t tests were applied as well as Pearson correlations. Two reference tables, one for each sex, with three levels of classification (low, good, high) were developed. Differences were observed in all anthropometric variables between "low" and other groups (good and high) for CRF, and significant negative correlations (p = .001) between anthropometric variables and CRF were found. Both artery systolic and diastolic pressure were higher in boys than in girls, between the "low" group. We conclude that the suggested cutoffs points were significantly related with anthropometric variables; however, the same cannot be said for the hemodynamic variables. Also, it can be used to assess accurately district federal students.

KEYWORDS:

Cardiovascular diseases. Blood pressure.
Reference values. Physical fitness.
Children. Teens .

INTRODUÇÃO

Há muito, o uso da aptidão cardiorrespiratória avaliada por meio do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é sugerido como ferramenta para predição de doenças cardiovasculares (DCV) (Kodama et al., 2009; Shephard et al., 1968) tanto em idosos (Colcombe & Kramer, 2003) quanto em adultos (Erickson et al., 2011; Smith et al., 2010) e crianças (Moore, Drollette, Scudder, Bharij, & Hillman, 2014; Ruiz et al., 2010).

Fatores antropométricos, como a composição corporal, o IMC e a circunferência da cintura e os fatores funcionais, como a aptidão cardiorrespiratória (ACR), se destacam por se associarem aos riscos de desenvolvimento das DCV, mesmo em crianças e adolescentes. Padilla-Moledo et al. (2012) afirmam que crianças com alta ACR e baixo IMC tem menor risco de desenvolvimento de síndrome metabólica quando comparadas àqueles com baixa ACR e IMC elevado. Para Klasson-Heggebø et al. (2006), fatores de riscos cardiovasculares como circunferência da cintura, dobras cutâneas e pressão arterial sistólica, se relacionam de forma curvilínea com a ACR, potencializando o fenômeno quando esses resultados são associados com níveis baixos e moderados da ACR em crianças e adolescentes.

Já com relação aos estudos que identifiquem os fatores de riscos para doenças cardiovasculares em brasileiros ainda são escassos e limitados a populações e regiões específicas (Abrantes, Lamounier, & Colosimo, 2002; Balaban & Silva, 2001). Além disso, dão maior enfoque nas variáveis antropométricas como massa corporal e estatura, possivelmente em função do menor tempo gasto e menor custo financeiro por coleta (Correia, Cavalcante & dos Santos, 2010).

Apesar da associação existente entre ACR, variáveis antropométricas e hemodinâmicas, sabe-se que a baixa ACR é um fator de risco independente para DCV, diabetes tipo 2 e mortalidade em adultos (Blair, Cheng & Holder, 2001). Contudo, para avaliação precisa desta valência é necessário à realização do teste de ergoespirometria considerado padrão ouro. Porém, a ergoespirometria tem como característica a utilização de sistemas computadorizados aliados a equipamentos complexos, necessidade de pessoal altamente qualificado e tempo despendido para realização da mesma. Isso faz com que esta se torne cara e de pouca acessibilidade para a avaliação em grandes amostras (estudos epidemiológicos). Isto posto, e no intuito de facilitar o acesso à sua mensuração, métodos alternativos foram desenvolvidos, os quais utilizam equações de predição para a estimativa do $VO_{2máx,}$ como os testes de campo (Cooper, 1968; Léger & Lambert, 1982).

Atualmente no Brasil os testes de campo mais difundidos para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória são o teste de 1 milha (1.609 metros) e o teste de Cooper de 12 minutos, sendo o primeiro amplamente recomendado e aplicado por diferentes programas de avaliação como o *Physical Best Progam* da Aliança Americana para a Saúde, Educação Física, Recreação e Dança, o *Fitnessgram* do Instituto Cooper de Pesquisas Aeróbias e do *President's Challenge Test* (Aahperd, 1980). No entanto, para ambos os testes necessita-se de espaço suficiente e específico para aplicação, o qual é algo raro quando se trata de escolas brasileiras.

Diante dessa barreira, um dos testes indiretos para estimativa do $VO_{2máx}$ que mais se enquadra na realidade brasileira, tanto por exigir o mínimo de materiais**,** bem como por carecer de espaço físico razoavelmente pequeno, é o teste *shuttle run* de 20 metros (SRT20m) (Léger & Lambert, 1982). Diante disso, pesquisadores têm investigado a precisão de diferentes equações em predizer o $VO_{2máx}$ por meio do teste de SR20m em várias populações (Barnett, Lys, & Bruce, 1993; Duarte & Duarte, 2001; Ernesto, Silva, Pereira, & Melo, 2015; Flouris, Metsios, & Koutedakis, 2005; Léger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988; Mahar, Welk, Rowe, Crotts, & Mciver, 2006; Matsuzaka et al., 2004; Ruiz et al., 2009; Stickland, Petersen, & Bouffard, 2003).

Com relação à validação dessas equações para escolares brasileiros, com faixa etária entre 11 e 18 anos, um estudo recente (Ernesto et al., 2015) recomenda a utilização tanto da equação proposta por Barnett, Lys e Bruce (1993) quanto por Kuipers, Verstappen, Keizer, Guerten e Van Kranenburg (1985) com o ajuste de velocidade para meninos e, para meninas, a equação original de Léger et al. (1988).

No entanto, tão importante quanto mensurar a aptidão cardiorrespiratória é avaliar e classificar precisamente essa variável e, apesar da importância mencionada, ainda percebe-se uma carência quanto aos valores normativos em escolares brasileiros, uma vez que, até o presente momento, somente dois estudos se propuseram classificar e apresentar pontos de cortes para a ACR nesta população (Bergmann et al., 2010; Rodrigues, Perez, Carletti, Bissoli, & Abreu, 2006). Mesmo assim, o estudo proposto por Bergmann et al. (2010) limitou-se a investigar a aptidão cardiorrespiratória de crianças de 07 a 12 anos de idade, por meio do teste de caminhada/corrida de 09 minutos, teste que apresenta limitações de reprodutibilidade em virtude da necessidade de pista de atletismo para padroniza-lo. Já o estudo desenvolvido por Rodrigues, Perez, Carletti, Bissoli e Abreu (2006) recorreu a ergoespirometria em esteira rolante, com escolares na faixa etária dos 10 aos 14 anos, e também utilizou um teste que requer equipamentos sofisticados e que inviabiliza a reprodutibilidade em ambiente escolar e em estudos epidemiológicos.

Tendo em vista a importância da aptidão cardiorrespiratória como ferramenta para predição de doenças coronarianas mesmo em crianças (Ruiz et al., 2010) e que os fatores de riscos bem como a própria doença iniciam em idade escolar, Monego e Jardim (2006) defendem que propostas de intervenção são necessárias nas próprias aulas de educação física. Contudo, mesmo sabendo que a demanda metabólica ($VO_{2máx}$) é maior durante o teste de SRT20m comparado ao teste incremental em esteira rolante (Flouris et al., 2005) e da inexistência de pontos de corte que contemplem faixas etárias mais abrangentes, percebemos a necessidade de tabelas que possam classificar de forma específica a ACR de escolares brasileiros por meio do teste de SR20m, observando o sexo e a faixa etária destes. Neste sentido, estudo recente de Tomkinson et al. (2016) propôs valores normativos de $VO_{2máx}$ em crianças e adolescentes de diferentes países. Apesar da riqueza dos dados, tendo em vista o tamanho da amostra formada por 1.142.026 crianças e jovens de 50 países, bem como a possibilidade de classificação da ACR por meio de diferentes variáveis, tais como: velocidade do ultimo estagio completado, numero de estágios, numero de voltas e o $VO_{2máx}$ ($ml/kg^{-1}/min^{-1}$) os autores utilizaram para o calculo do $VO_{2máx}$ a equação original de Léger et al. (1988).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo apresentar valores de referência para classificação da ACR ($VO_{2máx}$) em escolares brasileiros por meio do teste SRT20m e comparar as variáveis antropométricas tais como: IMC; circunferência da cintura (CCint), percentual de gordura (%G) e hemodinâmicas, neste caso optamos tanto pela pressão arterial sistólica (PAS) quanto pela pressão arterial diastólica (PAD) por serem as variáveis mais utilizadas para predizer risco cardiovascular entre os diferentes níveis de ACR propostos.

MATERIAIS E MÉTODO

No intuito de investigar os fatores de riscos relacionados às doenças cardiovasculares foram mensuradas as variáveis antropométricas (massa corporal, estatura, circunferência da cintura e dobras cutâneas tricipital e panturrilha), hemodinâmicas (PAS e PAD) bem como funcionais ($VO_{2máx}$). Para tanto, participaram do estudo 824 alunos com idade entre 11 a 18 anos, sendo 485 voluntários do sexo masculino (14.38 ± 2.04 anos) e 339 do sexo feminino (15.15 ± 2.23 anos), os quais estavam devidamente matriculados em escolas (públicas ou particulares) das diferentes regiões administrativas do Distrito Federal, Brasil.

Previamente à coleta de dados, o presente projeto de estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Católica de Brasília (CEP/ UCB) para sua análise e aprovação (parecer nº 357.400). Todos os responsáveis pelas crianças foram informados, assim como a própria criança voluntária, sobre os procedimentos adotados com a participação no estudo, da mesma forma sobre os riscos e benefícios que poderiam resultar pela participação no mesmo. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi entregue ao responsável abordando as informações acima conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisas em seres humanos.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Como critérios de exclusão foram adotados os seguintes itens: (a) recusar em participar do estudo; (b) limitações osteomioarticular que impedissem a realização do teste; (c) não estivesse matriculado em uma escola do Distrito Federal; e (d) fizesse uso de medicamentos simpaticomiméticos ou qualquer outro tipo que pudessem interferir nos resultados dos testes.

INSTRUMENTOS

Avaliação antropométrica

Foram coletados os valores da massa corporal (MC) por meio de uma balança digital com escalas de 50 gramas (Toledo) e estatura (EST) utilizando o estadiômetro (Country Tec-

nology Inc, Gays Mills, WI – modelo 37034) com escala milimétrica para posteriormente calcularmos os dados referentes ao Índice de Massa Corpórea (IMC).
Foi utilizada a circunferência da cintura (CCint) como referência para a variável obesidade abdominal por meio de fita metálica (Sanny®, São Paulo, Brasil). Os valores da espessura das dobras cutâneas (Lange) triciptal e panturrilha foram coletados para posterior cálculo do percentual de gordura (Slaughter et al., 1988).

Avaliação hemodinâmica

A pressão arterial (PA) foi medida 3 vezes, com o avaliado em repouso, utilizando um aparelho automático (Microlife BP 3BTO-A, SP-Brasil), validado segundo os requisitos da Associação Britânica de Cardiologia (Cuckson, Reinders, Shabeeh, & Shennan, 2002), respeitando as recomendações de intervalo mínimo de 1 minuto entre as medidas. O manguito utilizado para as medidas respeitou as individualidades de cada sujeito em relação à circunferência do braço (Chobanian et al., 2003).

Todos os dados antropométricos e hemodinâmicos foram realizados no laboratório de avaliação física e treinamento (LAFIT) da Universidade Católica de Brasília (UCB) em ambiente devidamente climatizado e preparado para essa finalidade. O LAFIT conta com quadro de pessoal composto por médico cardiologista, técnicos especialistas, professores e estagiários devidamente capacitados com os procedimentos descritos, os quais auxiliaram na coleta dos dados.

Aptidão Cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória foi obtida por meio do teste *Shuttle Run* 20m (SR20m) (Léger, Lambert, Goulet, Rowan, & Dinelle, 1984). O referido teste foi o escolhido por ter como característica melhor aceitação em jovens na execução quando comparado aos demais testes de campo (Castro-Piñero et al., 2010; Ruiz et al., 2009).

Imediatamente antes do teste todos os voluntários realizaram aquecimento geral através de corridas com deslocamentos para frente, trás e lateralmente e alongamentos básicos. Para o cálculo do $VO_{2máx}$ (ml*kg*min^{-1}) foram utilizadas as fórmulas (QUADRO 1) proposta por Léger et al. (1988) para o sexo feminino, assim como a de velocidade ajustada proposta por Kuipers et al. (1985) para o sexo masculino, uma vez que as referidas equações foram recentemente validadas para a população em questão (Ernesto et al., 2015).

ANÁLISE DOS DADOS

Foi utilizada estatística descritiva com média e desvios padrão (±DP) para caracterização das amostras. A normalidade dos dados foi investigada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Medidas de quartis foram utilizadas para a detecção dos pontos de corte e confecção das tabelas de referências. Além disso, foi aplicada a análise de variância (Anova *Two Way*) o teste *t* para amostra independentes para comparação entre sexo da amostra total e o teste Qui-Quadrado foi utilizado para comparação entre os diferentes níveis de classificação da aptidão cardiorrespiratória. Correlações de Pearson foram examinadas entre as variáveis antropométricas e hemodinâmicas com a aptidão cardiorrespiratória. Por fim, utilizado o software SPSS-IBM 22.0 e adotado o nível de significância de $\alpha < .05$ para todos os dados analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das coletas de dados, procurou-se verificar o objetivo principal do presente estudo: propor pontos de corte para classificação da aptidão cardiovascular em escolares brasileiros por meio do teste SR20m; sendo assim, inicialmente, faz-se necessário apresentar as características da amostra do estudo. No quadro 1, é possível observar os seguintes resultados.

QUADRO 1. Características descritivas da amostra. Valores expressos em média (±DP).

VARIÁVEIS	MENINOS (N = 485)	MENINAS (N = 339)
Idade (anos)	14.38 (±2.04)	15.15 (±2.23)
PAS (mmHg)	115.55 (±12.86)	107.33 (±11.55)
PAD (mmHg)	69.00 (±8.88)	66.20 (±8.30)
Peso (Kg)	55.17 (±13.87)	54.43 (±11.87)
Estatura (cm)	171.23 (±7.76)	161.82 (±5.81)
IMC (kg/m^2)	19.97 (±3.65)	21.04 (±4.17)
GC (%)	21.03 (±9.45)	28.30 (±8.54)
C.Cintura (cm)	70.91 (±8.58)	67.89 (±7.72)

Notas: PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica;
IMC = Índice de Massa Corporal; GC(%) = Gordura Corporal; C.Cint = Circunferência da Cintura.

Em relação ao $VO_{2máx}$, apesar da divisão em quartis, adotou-se três faixas de classificação (fraco, bom, ótimo) por percebermos que o mais importante para o propósito do nosso estudo foi identificar valores de $VO_{2máx}$ que estivessem relacionados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, ou seja, aqueles indivíduos classificados como fraco conforme observados no quadro 2 para o sexo masculino e quadro 3 para o sexo feminino. Além disso, as diferenças dos valores entre cada classificação quando utilizados “quintis”, ou até mesmo “quartis”, são bem próximas, podendo haver maiores influências nos resultados, uma vez que existe, principalmente nesta faixa etária, grande interferência de variáveis externas à aptidão cardiorrespiratória como capacidade volitiva e desenvolvimento motor do avaliado.

QUADRO 2. Pontos de corte para a classificação do $VO_{2máx}$ (ml/kg/min) em adolescentes do sexo masculino (n=485) por meio da equação de ajuste de velocidade de Kuipers et al. (1985).

IDADE	RUIM	BOM	ÓTIMO
11-12	≤ 43.22	≥ 43.23 ≤48.60	≥ 48.61
13-14	≤ 42.43	≥ 42.44 ≤49.13	≥ 49.14
15-16	≤ 40.76	≥ 40.77 ≤ 49.55	≥ 49.56
17-18	≤ 35.93	≥ 35.94 ≤ 46.79	≥ 46.80

QUADRO 3. Pontos de corte para a classificação do $VO_{2máx}$ (ml/kg/min) em adolescentes do sexo feminino (n=339) por meio da equação de Léger et al. (1988).

IDADE	RUIM	BOM	ÓTIMO
11-12	≤ 40,32	≥ 40,33 ≤ 44,56	≥ 44,57
13-14	≤ 36,74	≥ 36,75 ≤ 39,43	≥ 39,44
15-16	≤ 31,72	≥ 31,73 ≤ 36,00	≥ 36,01
17-18	≤ 28,45	≥ 28,46 ≤ 32,58	≥ 32,59

Há muito se conhece sobre a relação entre ACR e doenças cardiovasculares (Shephard et al., 1968) e a baixa ACR é um fator independente de risco de doença cardiovascular, diabetes tipo 2 e mortalidade em adultos (Blair, Cheng & Holder, 2001). Szlachchic, Masse, Kramer, Topic e Tubau (1985) observaram que as altas taxas de mortalidade (77%) em indivíduos com valores de $VO_{2máx}$ < 10 ml/kg/min foram reduzidas para 14% quando os valores de $VO_{2máx}$ subiam para 18 ml/kg/min.

QUADRO 4. Frequência para a classificação da ACR ($VO_{2máx}$) (n=824).

FAIXA ETÁRIA		CLASSIFICAÇÃO			TOTAL
		RUIM	BOM	ÓTIMO	
TOTAL	Masculino	122 (25%)	240 (50%)	123 (25%)	485
	Feminino	124 (37%)	111 (33%)	104 (31%)	339
	TOTAL	246 (30%)	351 (43%)	227 (28%)	824

Utilizar a capacidade cardiorrespiratória por meio do $VO_{2máx}$ como ferramenta de classificação associada aos riscos cardiovasculares oferece uma maneira prática para melhor compreensão da real situação do avaliado e possibilita a prescrição, de forma mais precisa, quanto à prática de atividades físicas. De tal modo, percebe-se a necessidade de tabelas que possam classificar o avaliado no intuito de auxiliar o profissional de Educação Física em seu cotidiano. Tais medidas se tornam urgentes uma vez que o comportamento sedentário tem sido cada vez mais frequente entre as crianças e adolescentes (Ronque et al., 2007).

Com relação às tabelas de classificação da ACR em brasileiros poucos estudos abordaram o tema. Belli et al. (2012) levantaram o questionamento quanto à discrepância dos valores de referência adotados pelas propostas mais difundidas. Assim sendo, compararam os resultados da ACR de 2930 indivíduos do Estado do Rio Grande do Sul por três diferentes tabelas de classificação. Os autores utilizaram valores estimados de $VO_{2máx}$ obtidos pelo teste de esforço em esteira rolante (Protocolo de Bruce) e os classificaram conforme as tabelas sugeridas por Cooper, Associação Americana de Cardiologia (AHA) assim como pela da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). De acordo com os resultados do estudo, foram encontrados valores discrepantes com relação à classificação da ACR, variando entre 49 %, quando classificadas por COOPER comparada a AHA, a até 75% UNIFESP comparada à AHA.

Quando comparados nossos valores encontrados para classificação da ACR com a tabela proposta por Cooper, percebemos valores diferentes, inclusive pela quantidade de níveis classificatórios. Já com relação ao mesmo procedimento às demais tabelas (AHA e UNIFESP) torna-se inviável, uma vez que as mesmas não compreendem a faixa etária utilizada no presente estudo.

Outra recomendação nacional indica pontos de corte relacionados ao grau de condicionamento, sugerindo, para indivíduos ativos, valores de $VO_{2máx}$ superiores a 40 ml/kg/min, independente da faixa etária, contudo sem ter demonstrado nenhuma análise para o valor em questão (Yazbek & Battistella, 1994).

Com relação a escolares, o estudo de Rodrigues et al. (2006) avaliaram a capacidade cardiorrespiratória destes com idades entre 10 a 14 anos, devidamente matriculados na rede de ensino público de Vitória (ES), com o intuito de propor pontos de corte para a referida variável nesta população. Diferentemente do nosso estudo, os autores utilizaram somente a faixa etária dos anos iniciais do ensino médio (10 a 14 anos), além de agruparem todas as idades em grupo único, o nosso utilizou a cada 02 anos. Entendemos que a utilização de faixa etária menos abrangente, como em nosso estudo (2 anos), pode ser menos afetada por variáveis atreladas ao desempenho do teste (e.g., maturação, desenvolvimento motor, capacidade volitiva), mas não necessariamente ao sistema cardiopulmonar.

Apesar da existência de valores normativos para $VO_{2máx}$ por meio do SR20m para populações internacionais (Tomkinson et al., 2016) observou-se que são utilizadas equações de estimativas questionáveis quanto à precisão (Ernesto et al., 2015) para o sexo masculino além disso, a amostra brasileira utilizada para o referido estudo foi composta apenas por regiões específicas (Hobold, 2003; Ribeiro et al., 2013).

O $VO_{2máx}$ é o produto entre o débito cardíaco e a diferença arteriovenosa de O_2. Sabendo disso, para alguns autores valores de classificação do $VO_{2máx}$ em adolescentes deve ser igual àqueles dos adultos (Paradis et al., 2004). Os autores partem do princípio que este

valor é relativizado à massa corporal do avaliado (ml*kg^{-1}*min^{-1}) e, além disso, justificam que o organismo para compensar a reduzida capacidade de incremento do debito cardíaco aumenta o cronotropismo. Por esse motivo, observamos em indivíduos mais novos valores elevados de frequência cardíaca máxima comparados aos mais velhos.

Ao confrontarmos os resultados da aptidão cardiorrespiratória avaliados em nosso estudo com os de Rodrigues et al. (2006) percebemos que nossos avaliados apresentaram melhor aptidão cardiorrespiratória que sua amostra, contrariando suas afirmações ao sinalizar que os brasileiros têm apresentado menor capacidade cardiorrespiratória comparado com os dados internacionais. Um dos motivos para a diferença dos valores encontrados pode ser em função do teste adotado, pois os autores adotaram a ergoespirometria em esteira rolante, que já foi relatado ter menor demanda metabólica comparado ao SR20m (Flouris et al., 2005), além da possibilidade de incompatibilidade com o ergômetro (esteira) por parte dos avaliados.

De acordo com os resultados obtidos com relação à classificação da aptidão cardiorrespiratória (QUADRO 5) podemos observar que a frequência total dos voluntários do sexo masculino está distribuída de forma simétrica, com a maioria dos avaliados classificados como "bom" (50%) e os extremos "fraco" e excelente com 25% cada. Com relação à mesma análise para o sexo feminino, percebemos que a distribuição é maior (37%) no grupo "fraco" e o restante (63%) divididos em "bom" (33%) e "ótimo" (31%).

QUADRO 5. Frequência para a classificação da ACR ($VO_{2máx}$) por faixa etária e sexo (n=824).

FAIXA ETÁRIA (ANOS)		CLASSIFICAÇÃO			TOTAL (N)
		RUIM	BOM	ÓTIMO	
11-12	Masculino	28 (25%)	56 (50%)	28 (25%)	112
	Feminino	31 (46%)	17 (25%)	19 (28%)	67
13-14	Masculino	33 (25%)	65 (50%)	33 (25%)	131
	Feminino	16 (48%)	4 (12%)	13 (39%)	33
15-16	Masculino	38 (25%)	74 (49%)	39 (26%)	151
	Feminino	31 (25%)	55 (44%)	40 (32%)	126
17-18	Masculino	23 (25%)	45 (50%)	23 (25%)	91
	Feminino	46 (41%)	35 (31%)	32 (28%)	113
TOTAL	Masculino	122 (25%)	240 (50%)	123 (25%)	485
	Feminino	124 (37%)	111 (33%)	104 (31%)	339
	Total	246 (30%)	351 (43%)	227 (28%)	824

Nossos resultados podem refletir os achados de Tenório et al. (2010) que observaram em escolares do ensino médio (14 a 19 anos), maior comportamento sedentário nas meninas (70.2%) em relação aos meninos (57.6%) bem como os de Hallal, Bertoldi, Gonçalves e Victória (2006) em escolares com idades ainda que em idades inferiores (10 a 12 anos). Podemos especular que os maiores valores de $VO_{2máx}$ encontrados nos meninos podem ter sido consequência cultural, uma vez que existe maior participação dos meninos em brincadeiras e desportos com características mais ativas comparada às brincadeiras das meninas (Silva & Malina, 2000).

Com relação às variáveis antropométricas foram observadas diferenças significativas quando comparadas somente entre o grupo "fraco" para a ACR comparada aos demais grupos (QUADRO 6). No entanto, apesar das diferenças encontradas para todas às variáveis antropométricas quando comparado o grupo "fraco" aos demais, Lee e Paffenbarger (1998) e Lee, Sui e Blair (2009) apontam menor risco relativo para surgimento de doenças cardiovasculares em indivíduos obesos ativos comparados àqueles classificados como "peso normal" porém sedentários. Nessa linha, LaMonte e Blair (2006) inferiram que indivíduos ativos e classificados com o mesmo índice de massa corporal que indivíduos sedentários podem ter seus riscos de mortalidade reduzidos.

QUADRO 6. Comparação das variáveis antropométricas e hemodinâmicas, em relação ao sexo e classificação do VO_2 máximo. Os dados estão expressos em média ± DP.

VARIÁVEL	SEXO	RUIM	BOM	ÓTIMO
IMC	Masculino	*#21,22±4,72	19,75±3,31	19,14±2,65
	Feminino	#22,00±4,70	21,12±3,97	19,81±3,33
C.Cint	Masculino	*#73,89±11,48	70,19±7,34	69,35±6,59
	Feminino	#69,44±8,21	68,01±7,64	65,91±6,77
% Gord	Masculino	*#25,75±12,55	20,36±7,95	17,40±6,10
	Feminino	#28,98±8,64	29,73±9,01	25,95±7,41
PAS	Masculino	*114,13±12,47	117,42±12,80	113,40±13,12
	Feminino	107,86±11,48	105,85±11,05	108,58±12,17
PAD	Masculino	*69,04±8,36	69,85±9,07	67,25±8,96
	Feminino	65,92±7,80	68,79±9,16	67,04±7,69

Notas: *Diferente comparado ao sexo feminino; #Diferente comparado aos demais grupos.
IMC= Índice de Massa Corporal; C.Cint= Circunferência da cintura; %Gord= Percentual de gordura;
PAS= Pressão Arterial Sistólica; PAD=Pressão Arterial Diastólica.

Ademais, nossos resultados corroboram os de Giuliano e Melo (2004), demonstrando comportamentos semelhantes em relação ao IMC, gordura corporal bem como adiposidade visceral (circ. cintura) em escolares (6 a 10 anos) do DF.

Ainda com relação às variáveis antropométricas utilizadas no presente estudo observamos, em ambos os sexos, que estas atuam de forma inversamente proporcional em relação ao nível de aptidão cardiorrespiratória (FIGURA 1), apresentando resultados maiores de IMC e %gordura para as meninas comparadas aos meninos. Ainda que fraca a correlação inversa existente entre as variáveis IMC, C.Cint e aptidão cardiorrespiratória tanto em meninos (r = -0,25; -0,21 e -0,32) quanto em meninas (r = -0,38; -0,28; -0,44) respectivamente, todas apresentaram significância (p = .0001).

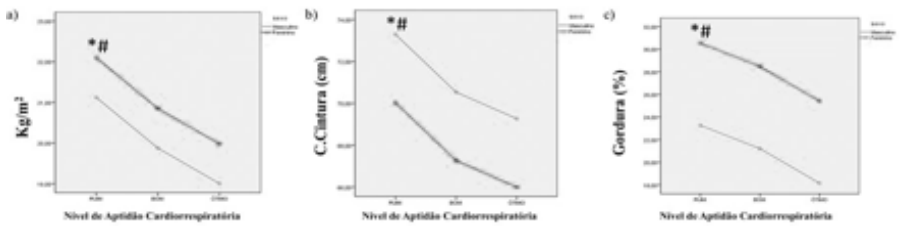

FIGURA 1. Comparação das variáveis antropométricas entre sexo e grupos de classificação de aptidão cardiorrespiratória: a) IMC; b) C. Cint; c) %G – *Diferença entre sexo (p=0,0001); #Diferença comparado aos demais grupos (p=0,0001).

Tais resultados de correlação refletem que, embora o uso do IMC tenha sido bastante estimulado e difundido por sua praticidade, sua utilização em deve ser aplicada com cautela, visto que indivíduos que possuem maiores valores de massa magra podem mascarar o IMC. Desta forma, a utilização de variáveis que medem a adiposidade central (e.g., circunferências abdominal e cintura e/ ou % gordura) tem sido mais indicada (Monego & Jardim, 2006) como observado pelos maiores valores de correlação destas variáveis comparadas às do IMC.

Pedrosa et al. (2010) observaram em crianças estudantes portugueses (7 a 9 anos) que a obesidade abdominal e valores elevados de pressão arterial são as variáveis que mais estão presentes dentre que apresentaram quadro de síndrome metabólica.

Estudos recentes evidenciam a presença da obesidade com fatores relacionados a riscos de doenças cardiovasculares principalmente hiperinsulinemia, hiperlipidemia, diabetes tipo II bem como por consequência a estas doenças, quadros de síndrome metabólica (Hu et al., 2001; Pedrosa et al., 2010; Rexrode, Manson, & Hennekens, 1996; Steinberger & Daniels, 2003) aliado ao surgimento de doenças cardiovasculares, também se destacam problemas ortopédicos e psicológicos (Weiss et al., 2004). Ademais, a prática regular de exercícios físicos tem sido eficaz na redução da sensibilidade a insulina mesmo que esta prática não resulte em redução da obesidade, diminuindo assim a sensibilidade da obesidade em, por si só, predizer de forma categórica o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Kim & Park, 2013). Portanto, o que se observa é que devemos avaliar de forma mais abrangente os fatores relacionados aos riscos em questão.

Já para as respostas hemodinâmicas, foram encontradas diferenças significativas somente quando comparados os sexos para a classificação “fraco” tanto para a PAS quanto para PAD. Ainda, não foram observadas correlações com a aptidão cardiorrespiratória tanto para PAS (meninos p = .89; meninas p = .41) quanto para PAD (meninos p = .41; meninas p = .32).

As doenças cardiovasculares eram caracterizadas por acometerem quase que exclusivamente os indivíduos adultos (a partir da idade adulta), porém atualmente sabe-se que esse fato não é mais uma prerrogativa desta faixa etária, pois observa-se aumento destas doenças entre crianças e adolescentes (Gonzaga, Silveira, Lisboa, & Melo, 2008; Sowers, Epstein, & Frohlich, 2001). Assim, entendemos que o ambiente escolar pode proporcionar atividades que auxiliem no combate dessas doenças. Ações, notadamente no diagnóstico e prevenção**,** devem fazer parte das atividades do professor de educação física na escola, uma vez que podem perfeitamente em suas aulas utilizar tanto a aptidão cardiorrespiratória quanto as antropométricas como ferramentas de triagens que auxiliem no diagnóstico e prevenção das doenças cardiovasculares.

CONCLUSÕES

O presente estudo objetivou apresentar valores de referência para classificação da ACR ($VO_{2máx}$) em escolares do DF/ Brasil por meio do teste de *Shuttle Run* 20 metros. Entende-se que a utilização dos valores propostos pelo presente estudo, por parte dos professores de educação física escolar é de fácil aplicação e compreensão, visto que os mesmos foram elaborados respeitando a especificidade do teste bem como direcionados à realidade das escolas do Distrito Federal que carecem de espaço mínimos para realização de testes de capacidade cardiorrespiratória (e.g., pista de atletismo). Além disso, preenchemos uma lacuna previamente existente ao contemplar faixas etárias mais abrangentes do que às demais propostas existentes até o presente momento.

De acordo com os nossos resultados**,** as variáveis antropométricas (Índice de massa corporal, circunferência da cintura e percentual de gordura) refletiram o baixo nível de aptidão cardiovascular em escolares do DF. Por outro lado, as variáveis hemodinâmicas utilizadas no presente estudo, não foram capazes de se correlacionar com as variáveis antropométricas e cardiorrespiratórias, tampouco diferiram entre os níveis de aptidão cardiorrespiratória na amostra estudada.

Desta feita, recomendamos a utilização dos pontos de corte encontrados pelo presente estudo com o propósito de intervir de forma mais precoce no combate aos fatores de riscos cardiovasculares.

Por fim, novos estudos devem ser realizados em diferentes populações no intuito de proporcionar maior validade ao instrumento em questão, assim como torna-se necessária a realização de estudos longitudinais que possibilitem investigar o quanto essas variáveis analisadas podem indicar o desfecho de doenças cardiovasculares.

REFERÊNCIAS

American Alliance For Health, Physical Education and Recreation and Dance. (1980). *Health-related physical fitness test manual.* Reston, Virginia: American Alliance For Health, Physical Education and Recreation and Dance.

Abrantes, M. M., Lamounier, J. A., & Colosimo, E. A. (2002). Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões Sudeste e Nordeste. *Jornal de Pediatria*, *78*(4), 335-340.

Balaban, G., & Silva, G. D. (2001). Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de uma escola da rede privada de Recife. *Jornal de Pediatria*, *77*(2), 96-100.

Barnett, A., Chan, L., & Bruce, I. C. (1993). A preliminary study of the 20-m multistage shuttle run as a predictor of peak VO 2 in Hong Kong Chinese students. *Pediatric Exercise Science*, *5*(1), 42-50.

Belli, K. C., Calegaro, C., Richter, C. M., Klafke, J. Z., Stein, R., & Viecili, P. R. N. (2012). Cardiorespiratory fitness of a Brazilian regional sample distributed in different tables. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, *99*(3), 811-817.

Bergmann, G. G., Gaya, A. C. A., Halpern, R., Bergmann, M. L. D. A., Rech, R. R., Constanzi, C. B., & Alli, L. R. (2010). Pontos de corte para a aptidão cardiorrespiratória e a triagem de fatores de risco para doenças cardiovasculares na infância. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 16*(5), 339-343.

Blair, S. N., Cheng, Y., & Holder, J. S. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(6; Supp), S379-S399.

Castro-Piñero, J., Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Ruiz, J. R. (2009). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine, 4*(13), 934-43. doi:10.1136/bjsm.2009.058321

Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo Jr, J. L., ... Roccella, E. J. (2003). The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: The JNC 7 report. *Jama*, *289*(19), 2560-2571.

Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults a meta-analytic study. *Psychological Science*, *14*(2), 125-130.

Cooper, K. H. (1968). A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Jama*, *203*(3), 201-204.

Correia, B. R., Cavalcante, E., & Santos, E. D. (2010). A prevalência de fatores de risco para doenças cardiovasculares em estudantes universitários. *Revista Brasileira de Clinica Médica*, *8*(1), 25-29.

Cuckson, A. C., Reinders, A., Shabeeh, H., & Shennan, A. H. (2002). Validation of the Microlife BP 3BTO: A oscillometric blood pressure monitoring device according to a modified British Hypertension Society protocol. *Blood Pressure Monitoring*, *7*(6), 319-324.

Duarte, M. D. F. D. S., & Duarte, C. R. (2008). Validade do teste aeróbio de corrida de vai-e-vem de 20 metros. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, *9*(3), 7-14.

Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... Wojcicki, T. R. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(7), 3017-3022.

Ernesto, C., da Silva, F. M., Pereira, L. A., & de Melo, G. F. (2015). Cross validation of different equations to predict aerobic fitness by the shuttle run 20 meters test in Brazilian students. *Journal of Exercise Physiology Online*, *18*(1), 46-56.

Flouris, A. D., Metsios, G. S., & Koutedakis, Y. (2005). Enhancing the efficacy of the 20 m multistage shuttle run test. *British Journal of Sports Medicine*, *39*(3), 166-170.

Giugliano, R., & Melo, A. L. (2004). Diagnóstico de sobrepeso e obesidade em escolares: utilização do índice de massa corporal segundo padrão internacional. *Jornal de Pediatria*, *80*(2), 129-34.

Gonzaga, J. M., Silveira, M. D. F. D. A., Lisboa, M. G. D. C., & Melo, S. G. D. (2009). Influência da atividade física na composição corporal de adolescentes. *Motriz, 14*(4), 389-399.

Hallal, P. C., Bertoldi, A. D., Gonçalves, H., & Victora, C. G. (2006). Prevalência de sedentarismo e fatores associados em adolescentes de 10-12 anos de idade. *Cadernos de Saúde Pública*, *22*(6), 1277-1287.

Hobold, E. (2003). *Indicadores de aptidão física relacionada à saúde de crianças e adolescentes do município de Marechal Cândido Rondon-Paraná, Brasil.* Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., & Willett, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *New England Journal of Medicine*, *345*(11), 790-797.

Kim, Y., & Park, H. (2013). Does regular exercise without weight loss reduce insulin resistance in children and adolescents? *International Journal of Endocrinology, 2013*(2013), Article ID 402592.

Klasson-Heggebø, L., Andersen, L. B., Wennlöf, A. H., Sardinha, L. B., Harro, M., Froberg, K., & Anderssen, S. A. (2006). Graded associations between cardiorespiratory fitness, fatness, and blood pressure in children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, *40*(1), 25-29.

Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., ... Yamada, N. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: A meta-analysis. *Jama*, *301*(19), 2024-2035.

Kuipers, H., Verstappen, F. T. J., Keizer, H. A., Geurten, P., & Van Kranenburg, G. (1985). Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *International Journal of Sports Medicine*, *6*(04), 197-201.

LaMonte, M. J., & Blair, S. N. (2006). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and adiposity: Contributions to disease risk. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, *9*(5), 540-546.

Lee, D. C., Sui, X., & Blair, S. N. (2009). Does physical activity ameliorate the health hazards of obesity?. *British Journal of Sports Medicine*, *43*(1), 49-51.

Lee, I. M., & Paffenbarger, R. S. (1998). Physical activity and stroke incidence the Harvard Alumni Health Study. *Stroke*, *29*(10), 2049-2054.

Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict\ dot VO2 max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *49*(1), 1-12.

Léger, L. A., Lambert, J., Goulet, A., Rowan, C., & Dinelle, Y. (1984). Capacité aérobie des Québécois de 6 a17 ans-Test navette de 20 metres avec paliers de 1 minute. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, *9*(2), 64-69.

Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, *6*(2), 93-101.

Mahar, M. T., Welk, G. J., Rowe, D. A., Crotts, D. J., & McIver, K. L. (2006). Development and validation of a regression model to estimate VO□ 2peak from PACER 20-m shuttle run performance. *Journal of Physical Activity & Health*, *3*, S34.

Matsuzaka, A., Takahashi, Y., Yamazoe, M., Kumakura, N., Ikeda, A., Wilk, B., & Bar-Or, O. (2004). Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatric Exercise Science*, *16*(2), 113-125.

Monego, E. T., & Jardim, P. C. B. V. (2006). Determinantes de risco para doenças cardiovasculares em escolares. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, *87*(1), 37-45.

Moore, R. D., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Bharij, A., & Hillman, C. H. (2014). The influence of cardiorespiratory fitness on strategic, behavioral, and electrophysiological indices of arithmetic cognition in preadolescent children. *Frontiers in Human Neuroscience, 5*(8), 258. doi:10.3389/fnhum.2014.00258

Padilla-Moledo, C., Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Mora, J., Márquez, S., Sjöström, M., & Ruiz, J. R. (2011). Positive health, cardiorespiratory fitness and fatness in children and adolescents. *The European Journal of Public Health*, *22*(1), 52-6. doi:10.1093/eurpub/ckr005

Paradis, G., Lambert, M., O'Loughlin, J., Lavallée, C., Aubin, J., Delvin, E., ... Hanley, J. A. (2004). Blood pressure and adiposity in children and adolescents. *Circulation*, *110*(13), 1832-1838.

Pedrosa, C., Oliveira, B. M., Albuquerque, I., Simões-Pereira, C., Vaz-de-Almeida, M. D., & Correia, F. (2010). Obesity and metabolic syndrome in 7-9 years-old Portuguese schoolchildren. *Diabetology & metabolic syndrome*, *2*(1), 1.

Rexrode, K. M., Manson, J. E., & Hennekens, C. H. (1996). Obesity and cardiovascular disease. *Current Opinion in Cardiology*, *11*(5), 490-495.

Ribeiro, R. R., Santos, K. D., Carvalho, W. R. G., Gonçalves, E. M., Roman, E. P., & Minatto, G. (2013). Aerobic fitness and biological and sociodemographic indicators in female school children. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, *15*(4), 448-457.

Rodrigues, A. N., Perez, A. J., Carletti, L., Bissoli, N. S., & Abreu, G. R. (2006). Valores de consumo máximo de oxigênio determinados pelo teste cardiopulmonar em adolescentes: uma proposta de classificação. *Jornal de Pediatria*, *82*(6), 426-430.

Ronque, E. R. V., Cyrino, E. S., Dórea, V., Serassuelo Júnior, H., Galdi, E. H. G., & Arruda, M. D. (2007). Diagnóstico da aptidão física em escolares de alto nível socioeconômico: Avaliação referenciada por critérios de saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *13*(2), 71-76.

Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Castillo, R., Martín-Matillas, M., Kwak, L., Vicente-Rodríguez, G., ... AVENA Study Group. (2010). Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *The Journal of Pediatrics*, *157*(6), 917-922.

Ruiz, J. R., Silva, G., Oliveira, N., Ribeiro, J. C., Oliveira, J. F., & Mota, J. (2009). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test in youths aged 13–19 years. *Journal of Sports Sciences*, *27*(9), 899-906.

Shephard, R. J., Allen, C., Benade, A. J. S., Davies, C. T. M., Di Prampero, P. E., Hedman, R., ... Simmons, R. (1968). The maximum oxygen intake: An international reference standard of cardio-respiratory fitness. *Bulletin of the World Health Organization*, *38*(5), 757.

Silva, R. C. R., & Malina, R. M. (2000). Nível de atividade física em adolescentes do Município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, *16*(4), 1091-1097.

Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bemben, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, *60*(5), 709-723.

Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K., ... Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: A meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic Medicine*, *72*(3), 239.

Sowers, J. R., Epstein, M., & Frohlich, E. D. (2001). Diabetes, hypertension, and cardiovascular disease an update. *Hypertension*, *37*(4), 1053-1059.

Steinberger, J., & Daniels, S. R. (2003). Obesity, insulin resistance, diabetes, and cardiovascular risk in children an american heart association scientific statement from the atherosclerosis, hypertension, and obesity in the young committee (council on cardiovascular disease in the young) and the diabetes committee (council on nutrition, physical activity, and metabolism). *Circulation*, *107*(10), 1448-1453.

Stickland, M. K., Petersen, S. R., & Bouffard, M. (2003). Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test. *Canadian Journal of Applied Physiology*, *28*(2), 272-282.

Szlachcic, J., Masse, B. M., Kramer, B. L., Topic, N., & Tubau, J. (1985). Correlates and prognostic implication of exercise capacity in chronic congestive heart failure. *The American Journal of Cardiology*, *55*(8), 1037-1042.

Tenório, M. C. M., Barros, M. D., Tassitano, R. M., Bezerra, J., Tenório, J. M., & Hallal, P. C. (2010). Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, *13*(1), 105-117.

Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Tremblay, M. S., Dale, M., LeBlanc, A. G., Belanger, K., ... Léger, L. (2016). International normative 20 m shuttle run values from 1 142 026 children and youth representing 50 countries. *British Journal of Sports Medicine*, Advance online publication.

Weiss, R., Dziura, J., Burgert, T. S., Tamborlane, W. V., Taksali, S. E., Yeckel, C. W., ... Sherwin, R. S. (2004). Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *New England Journal of Medicine*, *350*(23), 2362-2374.

Yazbek Jr, P., Carvalho, R. T. D., Sabbag, L. M. D. S., & Battistella, L. R. (1998). Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, *71*(5), 719-724.

Prevalência do uso de esteroides anabólicos androgênicos em praticantes de musculação de Teresina-PI

AUTORES:

Gilbert Graciano Silva [1]
Aline de Freitas Brito [2]
Fabiana Ranielle de S Nogueira [3]
Jefferson Fernando C R Júnior [4]
Sergio Luiz Galan Ribeiro [5]
Caio Victor C de Oliveira [6]
Marcos Antônio P dos Santos [7]

[1] Dep. Farmácia, U Federal do Piauí, Teresina, PI (Brasil)
[2] ESEF, U Pernambuco, Recife, PE (Brasil)
[3] DEF, CCS, U Federal da Paraíba, João Pessoa, PB (Brasil)
[4] Núcleo de Esportes, UFMA, São Luís, Brasil
[5] DEF, U Federal do Piauí, Teresina, PI (Brasil)
[6] FCM, C Univ Unifacisa, Campina Grande, PB (Brasil)
[7] DBF, U Federal do Piauí, Teresina, PI (Brasil)

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.115

PALAVRAS CHAVE:

Anabolizantes. Doping nos esportes. Treinamento de resistência.

RESUMO

A preocupação exacerbada com a estética pode levar ao uso indiscriminado de esteroides anabólicos androgênicos (EAA), promovendo prejuízos graves à saúde. Objetivo: Determinar a prevalência de EAA entre os fisiculturistas, na cidade de Teresina, Piauí. Métodos: Trata-se de um estudo transversal, quantitativo de caráter exploratório e retrospectivo. Após identificadas as academias registradas no Conselho Regional de Educação Física (CREF 5–CE/MA/PI), utilizou-se questionário como instrumento, contendo questões objetivas sobre as variáveis socioeconômicas, de treino e sobre utilização dos EAA. Os dados foram analisados através de frequência e teste qui-quadrado ($p < .05$). Resultados: Participaram 400 sujeitos (24.7 ± 6.34 anos), sendo 69.5% ($n = 278$) do sexo masculino. A prevalência de uso foi de 7.75% ($n = 31$), sendo todos os usuários homens jovens (18-25 anos). As substâncias mais utilizadas foram nandrolona (28,4%), propionato de testosterone (20.9%) e cipionato de testosterone (14.9%), com indicação do uso feita por um colega ou amigo (67.7%). Os principais efeitos colaterais citados na pesquisa foram acne, variação de humor, irritabilidade, dor de cabeça e ansiedade. Conclusões: Assim, os resultados deste estudo identificam e contribuem para a compreensão de um problema antigo, ainda em crescimento, que requer formular políticas relevantes para atuar no combate do uso.

Correspondência: Jefferson Fernando Coelho Rodrigues Junior (jefferssonfernando@hotmail.com)

Prevalence of anabolic-androgenic steroids on bodybuilders of Teresina -PI

ABSTRACT

The heightened concern with aesthetics can lead to the indiscriminate use of anabolic androgenic steroids (AAS), leading to serious health problems. Objectives: To determine the prevalence of AAS among bodybuilders in the city of Teresina, Piauí. Methods: It is a cross-sectional, quantitative exploratory and retrospective study. After the identification of the gyms registered on the Regional Council of Physical Education (CREF 5 – CE/MA/PI), a questionnaire containing objective questions on socioeconomic variables, training and on the use of AAS was applied. Data were analyzed using frequency and chi-square test ($p < .05$). Results: The study consisted of 400 subjects (24.7 ± 6.34 years), 69.5% ($n = 278$) male. Use prevalence was 7.75% ($n = 31$); all users were male and young (18-25 years). The most used substances were nandrolone (28.4%), testosterone propionate (20.9%) and testosterone cypionate (14.9%), with the recommendation of use made by a colleague or a friend (67.7%). The main side effects cited in the survey were acne, mood variations, irritability, headaches and anxiety. Conclusions: Therefore, the results of this study identify and contribute to the comprehension of an old but emerging problem, which requires relevant policies to act against.

KEYWORDS:

Anabolic agents. Doping in sports.

Resistance training

INTRODUÇÃO

O uso de esteroides anabólicos androgênicos (EAA) para melhorar o desempenho desportivo entre os atletas tem sido observada desde o início dos anos 1950 (Kanayama, Hudson, & Pope, 2008). Desde a década de 1980, os jovens têm utilizado EAA, a fim de aumentar a massa magra do corpo para fins estéticos (Jay, Johnson, Rickert, Shoup, & 1989). No entanto, o uso dessas substâncias ergogênicas pode causar patologias graves no sistema cardiovascular, endócrino e distúrbios psiquiátricos (Oliveira, Santos, & Silva, 2014; Westerman et al, 2016).

O abuso de EAA dentro e fora do mundo dos esportes tem sido uma preocupação para a sociedade e para os governos, como para a maioria das agências de saúde Importante e desportivas, incluindo a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Comitê Olímpico Internacional (COI) (Silva et al., 2007). Vários estudos têm relatado que populações de adolescentes, especialmente aqueles que são fisicamente ativas, são mais vulneráveis ao uso de EAA (Dunn & White, 2011; Handelsman & Gupta, 1997; Nilsson, Spak, Marklund, Baigi, & Allebeck, 2005).

De acordo com uma recente revisão sistemática de Nogueira, Souza e Brito (2013), incluindo 18 estudos, no Brasil, embora existam poucos estudos sobre a prevalência de EAA, eles estão concentrados em regiões com melhores condições económicas, incluindo o Sul (Frizon, Macedo, & Yonamine, 2009; Silva, Czepielewski, & Danielski, 2002; Silva et al, 2007), o Sudeste (Silva & Moreau, 2003), e as regiões Centro-Oeste (Araújo, Andreolo, & Silva, 2002). No Nordeste, menos estudos foram publicados (Iriart & Andrade, 2002;. Santos, Rocha, & Silva, 2011; Schwingel et al., 2012).

Devido ao aumento da demanda, fornecimento de EAA e do baixo número de estudos no Nordeste do Brasil, decidimos realizar o presente estudo que teve como objetivo investigar a prevalência do uso de EAA por fisiculturistas na cidade de Teresina, Piauí. Além disso, queríamos estudar os parâmetros socioeconômicos, razões para o uso de EAA e quais os esteroides consumidos por esses usuários.

MÉTODO

Este é um estudo transversal, quantitativo e exploratório. A seleção das academias ocorreu através de uma pesquisa no Conselho Regional de Educação Física (CREF 5 – CE / MA / PI), que forneceram uma lista com os registros das 123 academias registradas da cidade de Teresina, Piauí, bem como o proprietário do nome, endereço e número de telefone.

AMOSTRA

A amostragem probabilística aleatória simples sem reposição foi usada para selecionar as academias incluídas na amostra. Em caso de recusa, uma nova seleção na mesma região foi realizada para substituir a academia que se recusou a participar. O cálculo do tamanho

da amostra foi realizado utilizando o programa Epi Info (versão 6.04), os parâmetros usados para definir o número de academias foram a frequência esperada para o consumo EAA de 50% (proporção que maximiza o tamanho da amostra), precisão de 10% e intervalo de confiança de 95%. Um total de 400 pessoas foram entrevistadas.

INSTRUMENTOS

Os dados foram recolhidos através de um questionário estruturado modificado (Araújo, Andreolo, & Silva, 2002; Silva et al., 2007) contendo 16 perguntas objetivas e subjetivas relacionadas ao nível socioeconômico selecionado (sexo, idade, escolaridade, renda familiar e estado civil), nível de atividade física (tempo praticando musculação, frequência de treino, tempo gasto em cada sessão de exercício), e do tipo / nome da substância utilizada (tempo de uso, local da compra, o propósito para utilização, a orientação consumo, e possíveis efeitos adversos). O questionário foi estruturado para ser respondida de forma voluntária e anônima. Os indivíduos foram encorajados a estar à vontade e responder ao questionário.

Antes do início do estudo, o questionário foi testado em duas academias selecionadas aleatoriamente, em que foi aplicado em 400 participantes. Estes dados não foram incluídos na amostra total. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Piauí – UFPI âmbito do Protocolo de 838863/2014.

PROCEDIMENTOS

Após o estudo piloto e formação dos pesquisadores, os 20 estabelecimentos (escolhidos aleatoriamente a partir dos 123) visitados de agosto a dezembro de 2012 foram incluídos no estudo. Durante a visita, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), cujo objetivo foi informar sobre os procedimentos usados durante a pesquisa, foi apresentado ao gerente do local para obter o consentimento dos proprietários para aplicar os questionários.

As entrevistas foram realizadas utilizando uma amostra de conveniência, com a colaboração de instrutores, que indicou os clientes que devem participar. Antes de entrevistas, os participantes receberam um formulário de consentimento a respeito do escopo do estudo e, depois de lê-lo e consentindo, as entrevistas foram realizadas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise univariada dos dados fornecidos, frequências, medidas de tendência central, média e dispersão, variância e desvio padrão. A variável dependente, o uso de EAA, foi relacionada com outras variáveis para determinar associações. Utilizou-se análise de qui-quadrado (X) com um nível de significância de 5% ($p < .05$). Adotamos uma probabilidade de menos de 5% de rejeitar a hipótese nula ou nenhuma associação. A análise estatística foi realizada usando SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 17.0 para Windows.

RESULTADOS

Dos 400 indivíduos entrevistados, 69.5% eram homens, (n = 278), e 7.8% (n = 31) relataram ser usuários de EAA. Todos os usuários eram homens. Em relação aos perfis dos usuários de EAA, 64.5% tinham entre 18 e 25 anos, todos já haviam concluído o ensino médio e 51.6% estavam na faculdade.

Entre os EAA relatados, nandrolona (28.4%), propionato de testosterone (20.9%) e cipionato de testosterone (14.9%) foram os medicamentos mais utilizados, conforme mostra a figura 1. Adicionalmente, também foram relatados o uso de um polivitamínico de utilização veterinária (ADE) e hormônio do crescimento (GH), com a via intramuscular (83.9%) mais utilizada para administrar medicamentos.

FIGURA 1. Substâncias citadas por usuários de esteroides anabólizantes androgênicos (EAA) que praticavam musculação em academias na cidade de Teresina – PI.

Sobre as razões de uso, 51.5% relatou fins estéticos, 35% de saúde, 7.25% prescrição médica e 1.75% competição esportiva. Em relação ao conhecimento dos efeitos adversos causados pelo uso destas substâncias, 80.8% relataram conhecer os efeitos causados pelo uso/ abuso. É de salientar que 64.5% dos usuários relataram algum efeito adverso, tais como acne, alterações de humor e hipertensão, conforme mostra o figura 2.

FIGURA 1. Efeitos colaterais mencionados com o uso de esteroides anabólizantes androgênicos (EAA) por praticantes de musculação em academias na cidade de Teresina – PI.

A maioria dos usuários (67.7%) relataram que a sugestão veio de amigos/ colegas, mostrando que a influência de pessoas pode levar ao uso de EAA; em 25.8% dos casos foi sugerido pelo treinador, e 61.2% afirmaram que é muito fácil obter estas substâncias no mercado.

DISCUSSÃO

Observou-se que os indivíduos jovens (entre 18 e 25 anos de idade), homens e com superior incompleto constituem o usuário típico deste tipo de substâncias. Estes dados podem ser de grande importância para os formuladores de políticas relevantes para orientar projetos e ações relacionadas com a prevenção e tratamento da população do estudo, expostos a substâncias que são ilegais e prejudiciais a saúde.

Considerando-se que o estilo de vida das mudanças populacionais em função das condições económicas e estruturais de cada região, estudos realizados no Brasil sobre a prevalência do uso de EAA foram concentradas no Sul (Frizon et al, 2009; Silva et al, 2002; Silva et al, 2007), e Sudeste (Silva & Moreau, 2003), e do Centro-Oeste (Araújo, Andreolo, & Regiões Silva, 2002). No Nordeste, poucos estudos têm sido publicados (Iriart & Andrade, 2002; Santos, Rocha, & Silva, 2011; Schwingel et al, 2012.). Recentemente, Nogueira et al. (2014) estudaram a prevalência uso de EAA em João Pessoa, Paraíba. Face ao exposto, o presente estudo preenche uma lacuna na literatura para obter informações sobre a prevalência do uso de EAA e do perfil dos usuários de EAA nessas regiões.

Comparações com outros estudos sobre o assunto é complicado, especialmente tendo em conta a grande variedade no que diz respeito ao número de participantes, a seleção da amostra, a metodologia e aplicação do protocolo para coleta de dados. Por exemplo, é difícil comparar nosso estudo com os estudos de Silva et al. (2007) e de Nogueira et al. (2014), que são estudos epidemiológicos. Além disso Iriart e Andrade (2002), em Salvador-Bahia, utilizaram uma metodologia qualitativa, com grupos focais e entrevistas semiestruturadas, o que torna impossível generalizar as conclusões. Além disso, Domingues e Marins (2007) investigaram o uso de EAA em praticantes de musculação na cidade de Belo Horizonte (MG). Apenas 200 indivíduos participaram no estudo, sem qualquer delineamento estatístico; portanto, não há poder inferencial em generalizar os dados.

A utilização do questionário como instrumento de coleta de dados no presente estudo se justifica devido à sua fácil aplicação, baixo custo, a segurança, o anonimato, a baixa taxa de rejeição e o fato de que é o método mais comum usado por instituições nacionais e internacionais (Smart et al., 1980). Apesar disso, o questionário utilizado não foi previamente validado, o que é uma limitação do presente estudo.

A prevalência de EAA não foi elevada, quando se compara a literatura. Esses dados são semelhantes ao relatado por Silva e Moreau (2003), em São Paulo. Eles encontraram uma prevalência de 8% (*n* = 16, de 209 entrevistados). Em contraste, Nogueira et al. (2014) observaram uma prevalência de 20.6% (*n* = 105).

A ampla variação nas estimativas de prevalência de uso nesses estudos pode ser devida as potenciais limitações metodológicas já mencionadas, além da geração de dados de falso-positivos. O perfil do usuário de EAA observado neste estudo corresponde a homens jovens (entre 18 e 25 anos) com ensino superior incompleto. Esta mesma tendência de aumento do uso por homens foi observada em outros estudos (e.g., Kanayama, Boynes, Hudson, Campo, & Pope, 2007; Tahtamouni et al., 2008). Este resultado não é surpreendente, pois, como afirmam Kanayama, Hudson e Pope (2010), as mulheres raramente querem desenvolver características masculinas causados pelo uso continuado de EAA.

A preocupação com a imagem corporal parece ser um tema recorrente em outros estudos, no que diz respeito aos motivos para o uso de EAA. As principais razões para o uso são baseados nas demandas de maior desempenho desportivo, a admiração recebida de outra pessoa, obtendo o corpo "perfeitamente enfraquecida", um aumento da libido e um bem-estar melhorado (Cohen, Collins, Darkes, & Gwartney, 2007; Parkinson & Evans, 2006).

O ponto forte deste estudo foi que, além de investigar a prevalência e o perfil da população de usuários, foram observados os tipos mais utilizados de EAA, fato pouco contemplado em estudos anteriores. Observou-se que substâncias como nandrolona (deca-durabolin), stanozolol (winstrol), e ADE fazem parte do grupo de substâncias mais utilizadas. Estes resultados estão de acordo com Araújo et al. (2002), Silva et al. (2007) e Alberto, Iriart e Chaves (2009).

O fato de nandrolona (deca-durabolin) e ADE serem as substâncias mais utilizadas, provavelmente está no seu custo relativamente baixo, como discutido por Alberto et al. (2009). Isso enfatiza a questão da venda desses medicamentos que exigem receita médica para a compra e são facilmente obtidos em farmácias veterinárias ou no "mercado negro" (Domingues & Marins, 2007; Silva et al., 2007). Apesar dos esforços da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), com o objetivo de controlar e acompanhar as vendas de remédios controlados com o lançamento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Produtos Controlado (SNGPC), as vendas dessas substâncias sem prescrição médica ainda são altas (Santos et al., 2011). Outro fator importante a ser tido em consideração é a fonte de indicação CEA. Em nosso estudo, cerca de 68% dos usuários relataram orientação por um amigo/ colega, com uso sem orientação e acompanhamento adequados.

CONCLUSÕES

Os dados deste estudo confirmam a tendência encontrada em outras regiões do Brasil, onde há uma alta prevalência de uso de EAA por praticantes de atividade física. Adicionalmente mostramos que os jovens, motivados por preocupações estéticas são os maiores usuários, mesmo sabendo sobre os riscos.

Assim, os resultados deste estudo identificam e contribuem para a compreensão de um problema antigo, que parece estar crescendo, que requer formular políticas relevantes para implementar uma série de ações efetivas, bem como propostas inovadoras para abrir vias de intervenção ainda não experimentadas para a sua resolução. O papel dos profissionais de saúde que trabalham com essa população (educador físico, nutricionista, endocrinologista) deve ser de conscientizar sobre os riscos e a não utilização dessas substancias.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ.

REFERÊNCIAS

Alberto, J., Iriart, B., & Chaves, J. C. (2009). Culto ao corpo e uso de anabolizantes entre praticantes de musculação Body cult and use of anabolic steroids by bodybuilders, *Cadernos de Saúde Pública 25*(4), 773–782.

Araújo, L., Andreolo, J., & Silva, M. (2002). Utilização de suplemento alimentar e anabolizante por praticantes de musculação nas academias de Goiânia-GO. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, *3*(1), 13-18.

Cohen, J., Collins, R., Darkes, J., & Gwartney, D. (2007). A league of their own: Demographics, motivations and patterns of use of 1,955 male adult non-medical anabolic steroid users in the United States. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *4*(12). doi:10.1186/1550-2783-4-12

Domingues, S., & Marins, J. (2007). Utilização de recursos ergogênicos e suplementos alimentares por praticantes de musculação em Belo Horizonte – MG. *Fitness & Performance*, *6*(4), 218-226.

Dunn, M., & White, V. (2011). The epidemiology of anabolic-androgenic steroid use among Australian secondary school students. *Journal of Science and Medicine in Sport, 14*(1), 10-14. doi:10.1016/j.jsams.2010.05.004

Frizon, F., Macedo, S., & Yonamine, M. (2009). Uso de esteróides andrógenos anabólicos por praticantes de atividade física das principais academias de Erechim e Passo Fundo/RS. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, *26*(3), 227–232.

Handelsman, D. J., & Gupta, L. (1997). Prevalence and risk factors for anabolic-androgenic steroid abuse in Australian high school students. *International Journal of Andrology*, *20*(3), 159–64. doi:10.1046/j.1365-2605.1997.d01-285.x

Iriart, J., & Andrade, T. (2002). Body-building, steroid use, and risk perception among young body-builders from a low-income neighborhood in the city of Salvador, Bahia State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, *18*(5), 1379–1387. doi:10.1590/S0102-311X2002000500031.

Johnson, M., Jay, M., Shoup, B., & Rickert, V. (1989). Anabolic steroid use by male adolescents. *Pediatrics*, *83*, 921–924.

Kanayama, G., Boynes, M., Hudson, J. I., Field, A. E., & Pope, H. G. (2007). Anabolic steroid abuse among teenage girls: an illusory problem?. *Drug and Alcohol Dependence*, *88*(2-3), 156–162. doi:10.1016/j.drugalcdep.2006.10.013.

Kanayama, G., Hudson, J., & Pope, H. (2008). Long – term psychiatric and medical consequences of anabolic-androgenic steroid abuse: A looming public health concern? *Drug Alcohol Depend*, *98*, 1-12.

Kanayama, G., Hudson, J., & Pope, H. (2010). Illicit anabolic–androgenic steroid use. *Hormones and Behavior*, *58*(1), 111–121. doi:10.1016/j.yhbeh.2009.09.006.

Nilsson, S., Spak, F., Marklund, B., Baigi, A., & Allebeck, P. (2005). Attitudes and behaviors with regards to androgenic anabolic steroids among male adolescents in a county of Sweden. *Substance Use & Misuse*, *40*(1), 1–12. doi:10.1081/JA-200030485.

Nogueira, F. R., de Freitas Brito, A., de Oliveira, C. V. C., Vieira, T. I., & Beniz Gouveia, R. L. (2014). Anabolic–androgenic steroid use among brazilian bodybuilders. *Substance Use & Misuse*, *49*(9), 1138–1145. doi:10.3109/10826084.2014.912062

Parkinson, A. B., & Evans, N. A. (2006). Anabolic androgenic steroids: A survey of 500 users. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *38*(4), 644–51. doi:10.1249/01.mss.0000210194.56834.5d

Santos, M. A. P. dos, Oliveira, C. V. C. de, & Silva, A. S. (2014). Adverse cardiovascular effects from the use of anabolic-androgenic steroids as ergogenic resources. *Substance Use & Misuse*, *49*(9), 1132–1137. doi:10.3109/10826084.2014.903751.

Santos, A., Rocha, M., & Silva, M. (2011). Illicit use and abuse of anabolic-androgenic steroids among brazilian bodybuilders. *Substance Use & Misuse*, *46*, 724 – 748. doi:10.3109/10826084.2010.534123

Schwingel, P. A., Cotrim, H. P., Ribeiro, C., Cruz, B., Salles, R., Eduardo, C., ... Zoppi, C. C. (2012). Non-medical anabolic-androgenic steroid consumption and hepatitis B and C virus infection in regular strength training practitioners. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *6*(22), 1598–1605. doi:10.5897/AJPP12.246

Silva, P. da, Danielski, R., & Czepielewski, M. (2002). Esteróides anabolizantes no esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *8*(51), 235–243.

Silva, P. R. P. da, Machado Júnior, L. C., Figueiredo, V. C., Cioffi, A. P., Prestes, M. C., & Czepielewski, M. A. (2007). Prevalência do uso de agentes anabólicos em praticantes de musculação de Porto Alegre. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, *51*(1), 104–110. doi:10.1590/S0004-27302007000100017

Silva, I., & Moreau, R. (2003). Uso de esteróides anabólicos androgênicos por praticantes de musculação de grandes academias da cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, *39*(3), 327–333. doi:10.1590/S1516-93322003000300012

Silva, P., Júnior, L., Figueiredo, V., Cioffi, A., Prestes, M., & Czepielewski, M. (2007). Prevalência do uso de agentes anabólicos em praticantes de musculação de Porto Alegre. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, *51*(1), 104-110.

Smart, R., Hughes, P., Jonhston, L., Anumonye, A., Khant, U., & Medinamora, M. (1980). *A methodology for students drug-use surveys*. Geneva.

Tahtamouni, L. H., Mustafa, N. H., Alfaouri, A. A., Hassan, I. M., Abdalla, M. Y., & Yasin, S. R. (2008). Prevalence and risk factors for anabolic-androgenic steroid abuse among Jordanian collegiate students and athletes. *European Journal of Public Health*, *18*(6), 661–5. doi:10.1093/eurpub/ckn062

Westerman, M. E., Charchenko, C. M., Ziegelmann, M. J., Bailey, G. C., Nippoldt, T. B., & Trost, L. (2016). Heavy testosterone use among bodybuilders. *Mayo Clinic Proceedings*, *91*(2), 175–182. doi:10.1016/j.mayocp.2015.10.027

Resposta térmica da pele ao exercício em remoergômetro de alta versus moderada intensidade em homens fisicamente ativos

AUTOR:

Alisson Gomes da Silva [1, 2] Maicon Rodrigues Albuquerque [2] Ciro José Brito [3] Samuel Angelo F Oliveira [2] Guilherme Martins Stroppa [4] Manuel Sillero-Quintana [5] João Carlos Bouzas Marins [2]

[1] SEF, Esc. Prep. Cadetes do Ar, Barbacena. Minas Gerais (Brasil)

[2] Lab Performance Humana, Dep. Ed Física, U Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Brasil)

[3] FEFD, U Federal de Juiz de Fora, Governador Valadares (Brasil)

[4] FADEUP, U Porto, Porto (Portugal)

[5] LAAFD, INEF, U Politécnica Madrid (Espanha)

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.125

PALAVRAS CHAVE:

Termografia. Temperatura cutânea. Regulação da temperatura corporal.

RESUMO

Comparou-se a resposta da temperatura da pele (T_P) entre o exercício intenso de curta duração e moderado prolongado. Dezoito homens realizaram o teste de 2000 m (T_{2000m}) e um protocolo de exercício moderado (45 minutos) em remoergômetro. Termogramas foram obtidos antes e após os protocolos, e com 10, 20 e 30 minutos de recuperação. Utilizou-se ANOVA *Two-Way* com post hoc de Tukey para comparar a T_P. No peitoral a T_P reduziu após o T_{2000m} ($p < .001$) e exercício moderado ($p = .003$) e retornou ao *baseline* apenas no moderado ($p = .489$). Na região dorsal superior (DS) a T_P reduziu após os exercícios ($p < .001$) e retornou ao *baseline* 30 minutos após o T_{2000m} ($p = .56$) e 10 minutos após o exercício moderado ($p = .95$). No quadríceps a T_P reduziu após os exercícios ($p = .03$) e retornou ao *baseline* com 10 minutos de recuperação ($p = .974$). No biceps braquial (BB) a T_P aumentou em relação ao *baseline* durante a recuperação ($p < .001$). O exercício intenso de curta duração e moderado prolongado em remoergômetro proporcionam respostas térmicas diferenciadas no peitoral e DS. No BB e quadríceps as respostas térmicas são equivalentes entre estes exercícios.

Correspondência: Alisson Gomes da Silva . Seção de Educação Física. Escola Preparatória de Cadetes do Ar. Barbacena. Minas Gerais (Brasil). (alissongs@ymail.com)

Skin thermal response to high versus moderate-intensity rowing ergometer in physically active men

ABSTRACT

The skin temperature (T_{Sk}) response was compared during short duration intense and prolonged-moderate exercises. Eighteen men performed the 2000-m test (T_{2000m}) and a moderate exercise protocol (45 minutes) in rowing ergometer. Thermograms were taken before, after tests and within 10, 20 and 30 minutes of recovery. The Two-Way ANOVA with Tukey post hoc was used to compare the T_{Sk}. The T_{Sk} on the chest decreased after T_{2000m} ($p < .001$) and moderate exercise ($p = .003$) and returned to the baseline just in the moderate exercise ($p = .489$). On the upper back (UB) the T_{Sk} decreased after exercises ($p < .001$) and returned to the baseline 30 minutes after T_{2000m} ($p = .56$) and 10 minutes after moderate exercise ($p = .95$). The T_{Sk} on the quadriceps decreased after exercises ($p = .03$) and returned to the baseline with 10 minutes of recovery ($p = .974$). On the brachial bíceps (BB) the T_{Sk} increased in relation to baseline during the recovery ($p < .001$). The short duration intense and moderate-prolonged exercises in rowing ergometer provide different thermal responses on the chest and UB. On the BB and quadriceps the thermal responses are equivalent between the exercises.

KEYWORDS:

Thermography. Skin temperature.
Body temperature regulation.

INTRODUÇÃO

Os mecanismos de vasoconstrição e vasodilatação são essenciais para coordenar a redistribuição do débito cardíaco para os músculos esqueléticos ativos durante o exercício (Holwerda, Restaino, Fadel, 2015). O excesso de calor produzido pela contração muscular eleva a temperatura interna e estimula a transferência de calor para a superfície corporal e sudorese (Kenny & Journeay, 2010). A evaporação do suor reduz a temperatura da pele (T_P) e aumenta o gradiente térmico entre o core e a pele, sendo este o principal mecanismo de dissipação de calor para o ambiente durante o exercício (Charkoudian, 2010).

Tendo em vista o importante papel da pele no processo de regulação da temperatura corporal, o monitoramento térmico da pele durante o exercício pode proporcionar informações interessantes sobre o sistema termorregulatório humano (Arfaoui, Bertucci, Letellier, & Polidori, 2014). A T_P é determinada pela atividade metabólica de tecidos sobrejacentes à pele, fluxo sanguíneo local e intensidade de perspiração (Akimov et al., 2010). Portanto, espera-se que a ação de mecanismos termorregulatórios e hemodinâmicos durante o exercício induzam a alterações na T_P (Merla, Mattei, Di Donato, & Romani, 2010; Zontak, Sideman, Verbitsky, & Beyar, 1998).

O efeito do exercício na T_P tem sido estudado por meio da termografia infravermelha, a qual nos permite estimar a distribuição da temperatura cutânea (Abate, Di Carlo, Di Donato, Romani, & Merla, 2013) de modo não invasivo, livre de contato físico e sem efeito nocivo ao avaliado. Zontak et al. (1998) observaram uma redução na T_P das mãos durante o exercício máximo em cicloergômetro, associada à vasoconstrição periférica, e redução no início do exercício moderado, seguida de um reaquecimento, refletindo a transferência de calor para a superfície corporal. Já Merla et al. (2010) reportaram alterações na T_P, induzidas pelo exercício máximo em esteira, específicas para as regiões corporais de interesse (RCI) do tronco, membros superiores e inferiores.

Os trabalhos que verificaram a resposta da T_P ao exercício avaliaram, principalmente, exercícios convencionais de corrida e em cicloergômetro (Abate et al., 2013; Arfaoui et al., 2014; Bertucci, Arfaoui, Janson, & Polidori, 2013; Zontak et al., 1998). Por outro lado, estudos deste tipo realizados em outros ergômetros, como o remoergômetro, são escassos. É importante estabelecer a maneira como os ajustes térmicos da pele ocorrem durante o exercício em remoergômetro, tendo em vista que a especificidade de seu gesto técnico e a quantidade de massa corporal envolvida implicam em respostas metabólicas diferenciadas em relação aos exercícios de membros inferiores.

Diante da importância da T_P na termorregulação humana, sua mensuração possibilita a obtenção de informações sobre o complexo sistema de controle térmico. Portanto, o presente estudo poderá fornecer informações importantes para a melhor compreensão do sistema termorregulatório, no que diz respeito à T_P, ao estabelecer os ajustes térmicos decorrentes do exercício realizado com diferente intensidade e duração em remoergômetro.

O objetivo deste estudo foi analisar e comparar a resposta da T_P, antes, imediatamente após e durante o período de recuperação, entre dois tipos de exercício em remoergômetro (intenso de curta duração *versus* moderado prolongado).

MÉTODO

AMOSTRA

Participaram deste estudo transversal dezoito homens universitários (21.6 ± 2.4 anos, 77.7 ± 8.1 kg, 179.3 ± 5.7 cm, 10.1 ± 4.4 % de gordura corporal), fisicamente ativos. Indivíduos fumantes, ou com condições patológicas que pudessem interferir na T_P, não foram considerados no estudo. Após receberem informações sobre os procedimetos, além da garantia de anonimato e confidencialidade dos dados, todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Nosso estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (n° do parecer 782.177).

PROCEDIMENTOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Performance Humana da UFV e envolveu uma familiarização ao remoergômetro e ao teste de 2000 m (T_{2000m}), além da aplicação dos protocolos de exercício intenso (T_{2000m}) e moderado prolongado. Os protocolos foram realizados nos mesmos horários, para cada avaliado, e os participantes receberam a orientação de manter os hábitos alimentares e ingerir, aproximadamente, 500 ml de água, nas duas horas precedentes aos protocolos. Considerou-se como fator impeditivo para iniciar os experimentos uma gravidade específica da urina (GEU) superior a 1020. Ao final dos dois protocolos de exercício coletou-se lactato capilar (Roche, Accutrend Plus, Indianapolis, EUA) e percepção subjetiva de esforço (PSE) em escala de 6 a 20 (Borg, 1982).

Os voluntários foram familiarizados ao ergômetro (*Matrix, Air Rower, Cottage Grover*, EUA) com duas sessões de 15 minutos de exercício leve. Na terceira visita os indivíduos realizaram uma simulação do T_{2000m}, considerado como uma familiarização.

Após um período entre 48 horas e uma semana, os participantes foram submetidos ao T_{2000m}, percorrendo a distância de 2000 m de maneira contínua no menor tempo possível (Gee, French, Gibbon, & Thompson, 2013). A intensidade durante 5 minutos de aquecimento foi de 50% da frequência cardíaca (FC) máxima estimada pela equação [208 – 0,7 x idade] (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001), ajustada considerando a FC de reserva (Karvonen, Kentala, & Mustala, 1957). O consume de oxigênio foi obtido, a cada respiração, por meio de um analisador de gases metabólicos (*MedGraphics, Ultima*™, Saint Paul, EUA), sendo o maior valor considerado como o $VO_{2\ pico}$. A FC foi monitorada (*Polar, Team System Pro*, Kempele, Finlândia), a cada cinco segundos, e o maior valor foi considerado como a FC_{pico}.

Após um período entre 48 h e 1 semana, os avaliados foram submetidos a 45 minutos de exercício aeróbico intervalado, constituído por 5 blocos de exercício, separados por intervalos de 1 minuto e 30 segundos: o primeiro bloco foi composto por 5 minutos de aquecimento a 50 % da FC_{pico} obtida no T_{2000m}; a parte principal foi composta por 4 blocos de 10 minutos entre 60 % e 70 % da FC de reserva (Karvonen, 1957). A hidratação com água foi assegurada nos intervalos, com quantidade suficiente para manter a massa corporal de repouso.

PROTOCOLO DE OBTENÇÃO DAS IMAGENS TERMOGRÁFICAS

As imagens termográficas foram obtidas antes e exatamente após os exercícios, e também durante o 10°, 20° e 30° minuto do período de recuperação, seguindo as recomendações de Ammer e Ring (2006). Previamente, os participantes foram orientados a evitarem o consumo de álcool ou cafeína, a não usarem qualquer tipo de loção ou creme na pele, além de não realizarem exercício físico nas 24 h precedentes à coleta.

A temperatura e umidade relativa (UR) da sala foram controladas [exercício intenso (20.6 ± 1.1 °C e 55.9 ± 5.5 % UR), exercício moderado (19.2 ± 1.3 °C e 60.8 ± 5.2 % UR)] e registradas por uma estação meteorológica (*Davis, Vantage Vue*™, Hayward, EUA). Não houve ventilação nas áreas de obtenção das imagens e do exercício. Respeitou-se um período mínimo de 10 minutos de aclimatação (Marins et al., 2014), onde os avaliados usaram tênis, sunga e monitor cardíaco e foram orientados a permanecerem em pé, não cruzarem os braços, não realizarem movimentos bruscos e não esfregarem as mãos ou qualquer parte do corpo.

A T_P das RCI do peitoral, dorsal superior, bíceps braquial e quadríceps foi monitorada por um termovisor T420 (320 x 240 pixels) (*Flir Systems*, Estocolmo, Suécia). As imagens termográficas foram obtidas na posição anatômica, a uma distância de 3 metros. Foram adotados pontos anatômicos na porção anterior do corpo, e seus respectivos pontos correspondentes na região posterior, preconizados por Moreira (2011), delimitados por retângulos no software Flir *Tools* (*Flir Systems*, Estocolmo, Suécia): (a) braço: fossa cubital e linha axilar, (b) peitoral e dorsal superior: linha do mamilo e borda superior do esterno, (c) coxa: cinco centímetros acima da borda superior da patela e linha inguinal.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para analisar a distribuição dos dados. Utilizou-se o Teste T dependente, para comparar os parâmetros fisiológicos obtidos em cada exercício, (lactate e PSE) e a ANOVA *Two-Way* (2 ocasiões de exercício x 5 momentos), para comparar a resposta da T_P ao longo dos momentos em cada exercício, bem como para verificar se as mudanças térmicas foram equivalentes entre os protocolos (interação). O tamanho do efeito (ES) foi calculado de acordo com Field (2009).

Os valores de T_P de regiões bilaterais (braços e coxas) foram estabelecidos pela média obtida do somatório dos hemicorpos direito e esquerdo. Em todas as análises o nível de

significância adotado foi de $p < .05$. O SPSS 20.0 foi o pacote estatístico utilizado e os dados foram apresentados em média ± desvio padrão (DP).

RESULTADOS

O T_{2000m} apresentou uma duração de 503.4 ± 28.9 segundos, $VO_{2\ pico}$ de 47.5 ± 6.4 (ml.kg.min)$^{-1}$, FC_{pico} de 186.7 ± 6.0 bpm e quociente respiratório de 1.4 ± .2. Já a sessão de 45 minutos de exercício moderado foi realizada em uma zona alvo entre 133.1 ± 4.9 bpm e 146.5 ± 4.9 bpm, com PSE de 12.9 ± 2.0 e lactato de 2.7 ± .6 (mmol/L).

Houve diferença significativa entre os valores de lactato [$t_{(16)} = 10.19$; $p < .001$, ES = .93] e PSE [$t_{(17)} = 11.25$; $p < .001$, ES = .94], sendo que, os valores obtidos no exercício intenso [lactato 10.7 ± 3.1 mmol/L (9.2 – 12.5); PSE 18.1 ± 1.6 (17.3 – 18.9)] foram maiores em relação ao moderado [lactato 2.7 ± .6 mmol/L (2.4 – 3.0); PSE 12.9 ± 2.0 (11.9 – 14.0)].

As figuras 1, 2 e 3 apresentam, de modo qualitativo, a distribuição de calor irradiado em repouso (a), bem como as alterações observadas após o término do exercício intenso (b) e moderado (c): figura 1 (face anterior do tronco e membros superiores), figura 2 (membros inferiores anterior) e figura 3 (dorso e membros superiores).

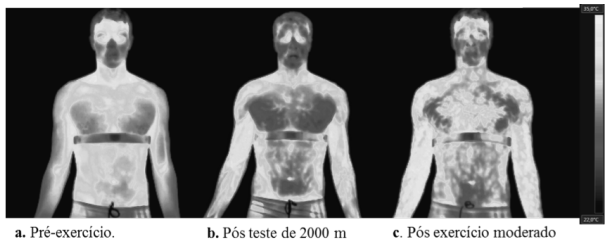

FIGURA 1. Termogramas do tronco (anterior) de um participante em repouso (a), exatamente após o T2000m (b) e exatamente após 45 minutos de exercício aeróbico moderado (c).

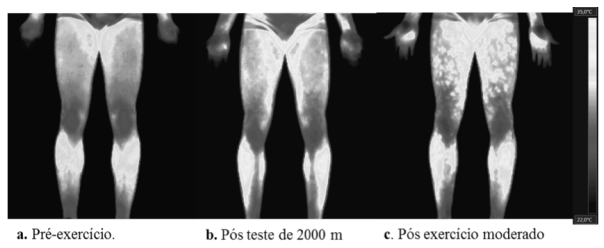

FIGURA 2. Termogramas dos membros inferiores (anterior) de um participante em repouso (a), exatamente após o T2000m (b) e exatamente após 45 minutos de exercício aeróbico moderado (c).

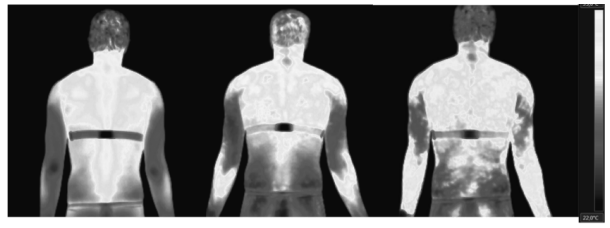

FIGURA 3. Termogramas do tronco (dorsal) de um participante em repouso (a), exatamente após o T2000m (b) e exatamente após 45 minutos de exercício aeróbico moderado (c).

A seguir são apresentados os resultados da resposta da T_P aos protocolos de exercício. Em todas as análises o teste de Mauchly identificou que a hipótese de esfericidade não foi assumida ($p < .001$).

PEITORAL

Houve uma interação significativa entre momento e tipo de exercício [$F_{(1,98;\ 67,34)} = 4.03$; $p = .02$, ES = .11]. A T_P no *baseline* foi significativamente maior no exercício intenso em relação ao moderado (*D* .53 ± .23 °C; IC .06 – 1.0) [$F_{(1,\ 34)} = 5.18$; $p = .029$; ES = .13] e, com 10 minutos de recuperação, a T_P foi maior no exercício moderado (*D* .69 ± .32 °C; IC .03 – 1.35) [$F_{(1,\ 34)} = 4.49$; $p = .042$; ES = .12].

No exercício intenso houve uma redução na T_P pós-exercício (*D* 2.18 ± 0.36 °C; IC 1.11 – 3.26) ($p < .001$; ES = .16), sustentada no primeiro momento da recuperação ($p = .879$) e seguida de um aumento na T_P, porém, sem retornar ao valor do *baseline* no fim do período de recuperação (*D* .74 ± .18 °C; IC .20 – 1.28) ($p = .002$; ES = .12). No exercício moderado houve uma redução na TP após o exercício (D 1.46 ± .36 °C; IC .38 – 2.53) (p = .003; ES = .13) e uma restauração térmica 10 minutos após o seu término ($p = .489$).

DORSAL SUPERIOR

Houve uma interação significativa entre momento e tipo de exercício [$F_{(2,06;\ 69,96)} = 7.91$; $p = .001$, ES = .19]. A T_P em repouso foi superior no exercício intenso em relação ao moderado (*D* .41 ± .18 °C; IC .05 – .78) [$F_{(1,\ 34)} = 5.45$; $p = .03$; ES = .12]. A T_P reduziu exatamente após os exercícios [intenso *D* 1.79 ± .25 °C; IC 1.04 – 2.55 ($p < .001$; ES = 0.18); moderado *D* 1.98 ± 0.25 °C; IC 1.22 – 2.73 ($p < .001$; ES = 0.20)]. Contudo, a T_P retornou ao *baseline* 30 minutos após o exercício intenso ($p = .557$), e 10 minutos após o exercício moderado ($p = .955$), mantendo-se estável em relação ao repouso no período de recuperação do exercício moderado ($p = 1.0$).

BÍCEPS BRAQUIAL

Não foi observada uma interação significativa entre momento e tipo de exercício [$F_{(2,37;\ 80,46)}$ = 2.91; p = .05]. Em ambos os protocolos, a T_P manteve-se estável exatamente após o exercício (p = 1.0). Em seguida, a T_P aumentou no primeiro momento da recuperação (D 1.06 ± .14 ˚C; IC .64 – 1.48) (p < .001; ES = .18), mantendo-se acima do *baseline* durante toda a recuperação [REC-20 (D .96 ± .12 ˚C; IC .59 – 1.32) (p < .001; ES = .18); REC-30 (D .74 ± .11 ˚C; IC .41 – 1.06) (p < .001; ES = .15)].

QUADRÍCEPS

Não foi observada uma interação significativa entre momento e tipo de exercício [$F_{(1,99;\ 67,57)}$ = .85; p = .433]. Em ambos os protocolos, a T_P reduziu exatamente após o exercício (D .59 ± .19 ˚C; IC .03 – 1.15) (p = .033; ES = .12) e retornou ao *baseline* no primeiro momento da recuperação (p = .974), mantendo-se estável, em relação à condição de repouso, com 20 (p = .587) e 30 minutos (p = 1.0) de recuperação.

DISCUSSÃO

Este estudo testou o efeito do exercício em remoergômetro, realizado com diferente intensidade e duração, na T_P de RCI do tronco, membros superiores e inferiores, por meio da termografia infravermelha. O T_{2000m} foi realizado com duração de 503.4 28.9 (s) e exigiu um esforço máximo, baseando-se no QR > 1 e lactato > 8 mmol.l $^{-1}$ obtidos (Edvardsen, Hem, & Anderssen, 2014). Além disso, a FC máxima obtida esteve dentro de uma faixa de variação de até 10 bpm em relação a FC máxima estimada pela equação de Tanaka, Monahan e Seals (2001) (192.9 ± 1.6 bpm), o que reforça a máxima intensidade do teste (Poole, Wilkerson, & Jones, 2008).

A partir de uma análise qualitativa de termogramas obtidos (FIGURAS 1, 2 E 3), notamos que os diferentes exercícios proporcionaram alterações específicas na distribuição cutânea de calor, reforçando a ideia de que a resposta da T_P é dependente do tipo de exercício (Zontak et al., 1998). A máxima intensidade imposta à grandes grupos musculares no T_{2000m} demanda um expressivo aumento no fluxo sanguíneo para os músculos ativos, em detrimento de regiões inativas (músculos não atuantes, vísceras e pele) (Mortensen, & Saltin, 2014), onde predomina um estímulo vasoconstritor, associado à redução na T_P (Abate et al., 2013; Merla et al., 2010; Zontak et al., 1998) (FIGURA 1B). Por outro lado, observamos uma alteração não homogênea na distribuição de calor cutâneo, exatamente após o exercício moderado (FIGURAS 1C E 2C), marcada pela presença de pontos hipertérmicos espalhados pela pele. Estes pontos de calor caracterizam a presença de vasos perfurantes musculares, responsáveis por conduzir o calor metabólico interno produzido durante o exercício para a superfície corporal (Arfaoui et al., 2014; Merla et al., 2010; Vainer, 2005).

Com relação à análise quantitativa, os resultados deste estudo demonstraram uma interação significativa (tipo de exercício x momento) no peitoral e dorsal superior, indicando que as respostas térmicas induzidas pelo exercício, nestas RCI, variaram em função dos diferentes protocolos de exercício. Por outro lado, as alterações na T_P observadas no bíceps braquial e quadríceps foram equivalentes entre os protocolos.

Exatamente após o término dos dois protocolos, observou-se uma redução significativa na T_P nas RCI do tronco. No peitoral a redução foi mais pronunciada no exercício máximo em comparação ao moderado, devido aos diferentes mecanismos hemodinâmicos envolvidos em cada tipo de exercício. Em exercício máximo há uma resposta de vasoconstrição cutânea em função do alto estímulo simpático e da liberação de catecolaminas e outros hormônios vasoconstritores (Abate et al., 2013; Merla et al., 2010; Vainer, 2005; Zontak et al., 1998) o que proporcionou uma redução na T_P do peitoral, observada em todos os avaliados. Já, no exercício moderado, foram observados 6 casos onde a T_P aumentou (entre .2 °C e .9 °C), devido à transferência de calor para a superfície corporal, conforme verificado pela presença dos pontos de hipertermia (FIGURA 1C). Contudo, no exercício moderado, houve uma redução média na T_P do peitoral, tendo em vista que o calor transferido para a pele é dissipado para o ambiente e este processo pode implicar em redução na T_P (Chudecka & Lubkowska, 2012).

As alterações observadas exatamente após o exercício no tronco corroboram os resultados de Abate et al. (2013), que reportaram uma redução na T_P na região anterior do tronco ao fim de 15 minutos de aquecimento submáximo em cicloergômetro, em indivíduos treinados, refletindo a capacidade de ativação do sistema termorregulatório e influxo sanguíneo para os músculos ativos.

O restabelecimento térmico à condição de repouso no 10º minuto da recuperação foi um comportamento típico no exercício moderado, nas RCI do peitoral e dorsal superior. A menor intensidade neste exercício demanda uma menor solicitação de fluxo sanguíneo cutâneo, em comparação ao exercício máximo (Mortensen & Saltin, 2014). Assim, com a cessação do resfriamento evaporativo após o exercício, a T_P retornou rapidamente aos valores de repouso. Em contraste, a restauração da T_P no peitoral não ocorreu no exercício máximo, e foi mais demorada na região dorsal superior, sugerindo que a vasoconstrição persistiu nestas RCI durante o período de recuperação.

O bíceps braquial apresentou manutenção na T_P ao término do exercício, e aumento durante a recuperação. Mesmo com a grande demanda metabólica nos braços, a evaporação do suor pode ter impedido que a T_P aumentasse (Torii, Yamasaki, Sasaki, & Nakayama, 1992). Contudo, com o término do exercício e a atenuação da sudorese, ocorre uma persistente vasodilatação periférica e hiperemia na musculatura previamente ativa (Journeay, Carter, & Kenny, 2006), proporcional à demanda metabólica (Mortensen & Saltin, 2014). Isto explica o aumento na T_P durante a recuperação e reflete a solicitação do bíceps braquial durante os exercícios.

Vale ressaltar que a T_P no bíceps braquial foi maior no exercício intenso em comparação ao moderado, durante o período de recuperação (20 min .4 ˚C, 30 min .6 ˚C). Isto reflete uma tendência de redução na T_P no exercício moderado, em direção aos valores basais, não observada no T_{2000m}, indicando que o exercício mais intenso pode demandar um maior tempo de recuperação. Este tipo de resposta abre importantes especulações sobre o uso da termografia como meio de controle da carga de treinamento, onde cargas mais elevadas podem gerar maior produção de calor após o exercício, como reportado por Bandeira, Neves, Moura e Nohama (2014).

Outros autores verificaram resultados opostos aos nossos com relação aos membros superiores. O efeito do treino de 90 minutos de voleibol proporcionou uma redução na T_P do braço e antebraço em atletas, atribuída à evaporação do suor e dissipação de calor (Chudecka & Lubkowska, 2012). Estas diferenças estão relacionadas ao gesto técnico diversificado em um treino de modalidade desportiva coletiva, em relação ao remoergômetro.

As mudanças na T_P observadas no quadríceps foram equivalentes entre os dois exercícios, sendo que a T_P reduziu exatamente após o exercício e restabeleceu-se com 10 minutos de recuperação. Porém, foram observados 6 casos de aumento na T_P exatamente após o exercício máximo, com variações entre .1 ˚C e 1.6 ˚C, e 5 casos no moderado, com aumentos entre .3 ˚C e 2.3 ˚C. A elevação da T_P sobre os músculos ativos é evidencia de transferência direta de calor do músculo para a superfície corporal, já que a atividade metabólica dos tecidos sobrejacentes à pele interfere na sua temperatura (Akimov, 2010).

Merla et al. (2010) submeteram 15 homens a um teste máximo em esteira e verificaram reduções gradativas na T_P da região anterior do tronco e do quadríceps. Estes resultados são concordantes aos encontrados no nosso estudo. Da mesma forma, Bertucci et al. (2013) observaram uma redução na T_P do quadríceps durante um teste progressivo máximo realizado em cicloergômetro em ciclistas, atribuída à capacidade de dissipação de calor para o ambiente.

É importante ressaltar que, além da vasoconstrição cutânea e da evaporação do suor, o mecanismo de convecção pode ter contribuído com as alterações térmicas observadas, já que o deslocamento anteroposterior durante o exercício em remoergômetro proporciona uma circulação de fluxo de ar na pele.

Segundo Adamczky, Boguszewski e Siewierski (2014), 30 minutos de recuperação devem permitir que a T_P no grupo muscular exercitado retorne aos níveis de repouso, indicando uma estimativa de recuperação pós-esforço. Os resultados de nosso estudo demonstram que este período de restabelecimento térmico pode variar em função do tipo de exercício. Tendo em vista que outros trabalhos reportaram um efeito da carga de treinamento na T_P dentro de um período de 8 h (Fernández-Cuevas et al., 2014) e 24 h e 48 h após o exercício (Al-Nakhli, Petrofsky, Laymon, & Berk, 2012; Bandeira et al., 2014), nossas considerações sobre a recuperação restringem-se ao período de 30 minutos de monitoramento realizado.

A ausência de mensuração da temperatura interna foi um fator limitante do nosso estudo. Contudo, nossos resultados contribuem para a melhor compreensão de mecanismos hemodinâmicos e de termorregulação, relativos à T_P, durante os exercícios máximo de curta duração e moderado prolongado em remoergômetro. Trabalhos subsequentes devem verificar se a recuperação da T_P ao nível basal, mensurada por termografia, pode ser associada à recuperação do processo inflamatório muscular induzido pelo exercício.

CONCLUSÕES

Os exercícios em remoergômetro de curta duração e máxima intensidade *versus* o exercício moderado de 45 minutos proporcionam respostas de T_P específicas ao longo do tempo, e de diferente magnitude no peitoral e dorsal superior. A resposta da T_P não difere significativamente entre os diferentes tipos de exercício no bíceps braquial e quadríceps.

Imediatamente após os exercícios ocorre uma redução na T_P no peitoral, dorsal superior e quadríceps. Durante o período de 30 minutos de recuperação, a T_P do quadríceps retorna ao nível basal nos dois protocolos; a T_P no peitoral restabelece-se durante a recuperação do exercício moderado (10 minutos), mas não no exercício intense; na RCI dorsal superior a recuperação térmica ao nível basal ocorre mais rapidamente no exercício moderado (10 minutos) em comparação ao intenso (30 minutos).

A RCI do bíceps braquial mantém a T_P após os dois protocolos de exercício e apresenta uma elevação na T_P durante o período de recuperação. Há uma tendência de sustentação da T_P no exercício máximo, acima da condição de repouso, e redução na T_P em direção ao repouso, no exercício moderado, sugerindo que a intensidade do exercício interfere no tempo de restabelecimento térmico no bíceps braquial.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPEMIG e CNPq.

REFERÊNCIAS

Abate, M., Di Carlo, L., Di Donato, L., Romani, G. L., & Merla, A. (2013). Comparison of cutaneous termic response to a standardised warm up in trained and untrained individuals. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 53*(2), 209-215.

Adamczyk, J. G, Boguszewski, D., & Siewierski, M. (2014). Thermographic evaluation of lactate level in capillary blood during post-exercise recovery. *Kinesiology, 46*(2), 186-193.

Akimov, E. B., Andreev, R. S., Kalenov, Y. N., Kirdin, A. A., Son'kin, V. D., & Tonevitskii, A. G. (2010). Human temperature portrait and its relations with aerobic working capacity and the level of blood lactate. *Human Physiology, 36*(4), 89-101. doi: 10.1134/S0362119710040109

Al-Nakhli, H. H., Petrofsky, J. S., Laymon, M. S., & Berk, L.S. (2012). The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness. *Journal of Visualized Experiments, 59*, e3551. doi:10.3791/3551

Ammer, K., & Ring, E. F. (2006). Standard procedures for infrared imaging in medicine. In J. D. Bronzino (Ed.), *Medical systems and devices* (pp. 1-14). Boca Raton, FL: CRC Press.

Arfaoui, A., Bertucci, W., Letellier, T., & Polidori, G. (2014). Thermoregulation during incremental exercise in master cycling. *Journal of Science and Cycling, 3*(1), 33-41.

Bandeira, F., Neves, E. B., Moura, M. A. M., & Nohama, P. (2014). The thermography in support for diagnosis of muscle injury in sport. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 20*(1), 59-64.

Bertucci, W., Arfaoui, A., Janson, L., & Polidori, G. (2013). Relationship between the gross efficiency and muscular skin temperature of lower limb in cycling: a preliminary study. *Computer in Methods Biomechanics and Biomedical Engineering, 16*(1), 114-115. doi:10.1080/10255842.2013.815902

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 14*(5), 377-381.

Charkoudian, N. (2010). Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. *Journal of Applied Physiology, 109*, 1221-1228. doi:10.1152/japplphysiol.00298.2010

Chudecka, M., & Lubkowska, A. (2012). The use of thermal imaging to evaluate body temperature changes of athletes during training and a study on the impact of physiological and morphological factors on skin temperature. *Human Movement, 13*(1), 33-39. doi:10.2478/v10038-012-0002-9

Edvardsen, E., Hem, E., & Anderssen, S. A. (2014). End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: a cross-sectional study. *PloS One, 9*(1), e85276. doi:10.1371/journal.pone.0085276

Fernández-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Garcia-Concepcion, M. A., Serrano, J. R., Gomes-Carmona, P., & Marins, J. C. B. (2014). Monitoring skin thermal response to training with infrared thermography. *New Studies in Athletics, 29*(1), 57-71.

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3 ª ed.). London: Sage.

Gee, T. I., French, D. N., Gibbon, K. C., & Thompson, K. G. (2013). Consistency of pacing and metabolic responses during 2000-m rowing ergometry. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 8*, 70-76.

Holwerda, S. W., Restaino, R. M., & Fadel, P. J. (2015). Adrenergic and non-adrenergic control of active skeletal muscle blood flow: Implications for blood pressure regulation during exercise. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical, 188*, 24-31. doi:10.1016/j.autneu.2014.10.010

Journeay, W. S., Carter, III. R., & Kenny, G. P. (2006). Thermoregulatory control following dynamic exercise. *Aviation, Space, and Environment Medicine, 77*(11), 1174-1182.

Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae, 35*(3), 307-315.

Kenny, G. P., & Journeay, W. S. (2010). Human thermoregulation: separating thermal and nonthermal effects on heat loss. *Frontiers in Bioscience, 15*, 259-290. doi:10.2741/3620

Marins, J. C. B., Moreira, D. G., Cano, S. P., Quintana, M. S., Soares, D. S., Fernandes, A. A., ... Amorim PRS. (2014). Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Physics & Technology, 65*, 30-35. doi:10.1016/j.infrared.2014.02.008

Merla, A., Mattei, P. A., Di Donato, L., & Romani, G. L. (2010). Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. *Annals of Biomedical Engineering, 38*(1), 158-163. doi:10.1007/s10439-009-9809-8

Moreira, D. G. (2011). *Termografia corporal em repouso de homens e mulheres.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

Mortensen, S. P., & Saltin, B. (2014). Regulation of the skeletal muscle blood flow in humans. *Experimental Physiology, 99*(12), 1552-1558. doi:10.1113/expphysiol.2014.081620

Poole, D. C., Wilkerson, D. P., & Jones, A. M. (2008). Validity of criteria for establishing maximal O2 uptake during ramp exercise tests. *European Journal of Applied Physiology, 102*(4), 403-410. doi:10.1007/s00421-007-0596-3

Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology, 37*(1), 153-156. doi:10.1016/s0735-1097(00)01054-8

Torii, M., Yamasaki, M., Sasaki, T., & Nakayama, H. (1992). Fall in skin temperature of exercising man. *British Journal of Sports Medicine, 26*(1), 29-32.

Vainer, B. G. (2005). FPA-based infrared thermography as applied to the study of cutaneous perspiration and stimulated vascular response in humans. *Physics in Medicine and Biology, 50*, R63-R94. doi:10.1088/0031-9155/50/23/R01

Zontak, A., Sideman, S., Verbitsky, O., & Beyar, R. (1998). Dynamic thermography: Analysis of hand temperature during exercise. *Annals of Biomedical Engineering, 26*(6), 988-993. doi:10.1114/1.33

AUTORES:
Rogério Wagner da Silva
Eduardo Resende Sousa e Silva
Laura Viana Lima
Sylvia Christina Sarkis Lima
Esther Agnes P Lanna da Costa
Fábio Antônio Tenório de Melo
Nanci Maria de França

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.138

Avaliação de um protocolo de exercício em plataforma vibratória sobre as alterações hematológicas em jovens sedentárias

PALAVRAS CHAVE:
Vibração. Exercício.
Células sanguíneas.

RESUMO

Este estudo avaliou as alterações hematológicas resultantes de sessões de treinamento e do destreinamento após o exercício físico realizado em plataforma vibratória e bicicleta ergométrica. A amostra final foi de 26 mulheres jovens e sedentárias que depois foram divididas em dois grupos: grupo vibração (GV) idade 20.77 ± 2.86 anos e índice de massa corporal (IMC) 22.72 ± 3.67 e grupo ergometria (GE) idade 20.62 ± 4.35 anos e (IMC) 21.31 ± 4.18. Ambos os grupos realizaram dois programas distintos de treinamento, com seis semanas de exercícios e seis semanas de destreinamento. Foi realizada a avaliação corporal e o hemograma completo em três momentos pré-determinados para avaliar as alterações nos parâmetros hematológicos que pudessem ser resultantes do treinamento realizado. Após a compilação e análise dos dados, não foram observadas alterações significativas na composição corporal, nem mesmo na série branca do hemograma. Respostas significantes ($p < .05$) nos tempos de coleta foram identificadas em ambos os grupos para as variáveis hemoglobina e HCM; também observamos forte tendência para CHCM. Estes resultados sugerem adaptação fisiológica ao treinamento e ao destreinamento independente do tipo de exercício físico realizado.

Correspondência: Rogério Wagner da Silva (rogeriows@gmail.com)

Evaluation of a whole body vibration exercise protocol on hematological changes in sedentary young

ABSTRACT

This study evaluated the hematologic changes resulting from training sessions and detraining after physical exercise in a vibrating platform and a stationary bike. The final sample consisted of 26 young sedentary women who were divided into two groups: vibration group (VG) age 20.77 ± 2.86 years and body mass index (BMI) 22.72 ± 3.67 and ergometry group (EG) aged 20.62 ± 4.35 years and BMI 21.31 ± 4.18. Both groups performed two distinct training programs with six weeks of exercise and six weeks of detraining. Body assessment was performed and the full CBC in three predetermined moments to assess changes in hematological parameters that could be the result of the training. After the compilation and analysis of data, no significant changes were observed in body composition, not even in the white series of the CBC. Significant responses ($p < .05$) regarding the time of collection have been identified in both groups for the variables hemoglobin and MCH; we also noticed a strong tendency towards CHCM. These results suggest a physiological adaptation to training and destreinamento regardless of the type of exercise performed.

KEYWORDS:
Whole body vibration.
Exercise. Blood cells.

INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos de alterações hematologicas relacionadas com o exercício físico foram apresentados à comunidade científica há pouco mais de 120 anos (Nieman & Nehlsen-Cannarella, 1994). Tais alterações no volume sanguíneo são frequentemente atribuídas como adaptação do organismo as necessidades impostas ao agente estressor, tal como a ação dos exercícios físicos que estimulam a sintese dos eritrócitos, que possuem como função principal a perfusão sanguínea tecidual e respectiva troca gasosa, permitindo assim melhoras na oxigenação celular (Constanzo, 2014; Sawka, Convertino, Eichner, Schnieder, & Young, 2000; Schumacher, Jankovits, Bültermann, Schmid, & Berg, 2002).

Alguns trabalhos em populações com anemia e hipoxia (Cossio-Bolanos,et al. 2015; Hu & Lin, 2012; Pinheiro et al., 2008; Sawka et al., 2000), bem como outros em populações com indivíduos fisicamente ativos e atletas (Calbet, Lundby, Koskolou, & Boushel, 2006; Ferreira et al. 2016; Novosadova, 1977; Rocca, Tirapegui, Melo, & Ribeiro, 2008; Schumacher et al., 2002; Teixeira et al., 2014; Theodorou et al., 2015), têm ressaltado a relação positiva da prática regular de exercícios com elevações dos níveis plasmáticos de eritrócitos e hemoglobina, relacionando-os como indicadores na melhora do transporte de oxigênio e melhoria do VO_2máx. Este segundo é um preditor confiável para avaliação da capacidade respiratória e referência da condição aeróbia em indivíduos fisicamente ativos ou não.

Exercícios físicos prolongados e extenuantes corroboraram para o aumento da hemoglobina, do número de plaquetas e elevação dos índices hematimétricos, tais como hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular Média (CHCM), além do aumento da variação da distribuição eritrocitária (RDW) e alteram a distribuição das hemácias, promovendo diminuição do hematócrito e do volume corpuscular médio (VCM). Diante disso, notou-se que esses exercícios provocaram hemólise que, ao ser compensada, apresentou aumento na dosagem de hemoglobina e do HCM nos eritrócitos jovens (Kratz, et al., 2002; Schumacher et al., 2002).

A diminuição da série vermelha tem sido relacionada não só a um mecanismo hemolítico, mas também a uma expansão do volume plasmático, sendo que esta é mediada por uma retenção de fluido. Essa retenção causa uma redução do hematócrito e de hemoglobina em maratonistas e cliclistas em provas de longa duração. A destruição das hemácias é induzida pelo exercício a fim de contribuir para um menor de grau de perda de hemoglobina e hematócrito (Davidson, Robertson, Galea, & Maughan, 1987; Maron, Horvath, & Wilkerson, 1975; Passaglia et al., 2013; Schumacher et al., 2002).

Posto isto e como não se conhece o comportamento hematológico relacionado com o exercício na plataforma vibratória, por não ser um exercício extenuante nem prologando, nossa hipótese é que não provoque redução nos valores da série vermelha.

Informações na literatura, apesar de indicarem a ocorrência das alterações, ainda apresentam limitações sobre a magnitude destas mudanças relacionadas ao tempo de estímulo necessário para que as adaptações agudas promovam os ajustes crônicos necessários na manutenção dos volumes vasculares previamente alterados pela ação do exercício. Somente o estudo realizado por Theodorou et al (2015) apresenta o acompanhamento crônico das variáveis hematimétricas utilizando-se de exercícios em plataforma vibratória. Contudo, ainda não encontramos trabalhos que acompanhassem o destreinamento a fim de avaliar o que ocorre quando é retirado o estresse imposto pelo exercício físico.

No presente estudo buscamos avaliar as alterações do hemograma em indivíduos sedentários que foram divididos em dois grupos com atividades físicas distintas, a fim de verificar se o tipo de atividade física executada poderia promover alterações nos parâmetros hematológicos de acordo com a estimulação física realizada.

MÉTODO

AMOSTRA

Este estudo clínico randomizado foi realizado com adultos jovens e saudáveis, que decidiram participar voluntariamente, tend sido convidados através de mensagem enviada para todos os alunos pela intranet da universidade. Critérios de inclusão: ser maior de 18 anos de idade, ser sedentários (sem prática de atividade física regular por no mínimo 60 dias antes do início do procedimento de intervenção) e assinar o Termo de Livre Consentimento Esclarecido (TLCE). Critérios de exclusão: apresentar condições que pudessem sugerir limitações as sessões de intervenção em plataforma vibratória, tais como: incapacidade física temporária; gestantes ou lactantes, existência de traumas osteoarticulares e/ou ausência superior a 25% nas sessões de treinamento. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Católica de Brasília – UCB, teve parecer com aprovação favorável em 12/05/2015 sob número 020386/2015 em consonância com a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) que normatiza as pesquisas com seres humanos no Brasil. Inicialmente 45 voluntários foram selecionados, realizadas as orientações iniciais e familiarização com os protocolos e equipamentos de treinamento. A coleta dos dados ocorreu entre Setembro de 2015 e Dezembro de 2015.

INSTRUMENTOS

Avaliação da composição corporal

Foi utilizado absortometria radiológica de dupla energia (DXA), marca Lunar, modelo DPX-IQ, (software versão 4,7e) no modo médio (velocidade de amostragem 5mm/s e corrente da

ampola de RX 750mA); a temperatura da sala de avaliação durante as medidas foi mantida entre 18º e 25º; todos os ajustes em conformidade com as orientações contidas no manual do equipamento. O peso corporal total (kg) e altura (m) foram medidos descalços e com roupas adequadas usando balança eletrônica (Filizola®) para a medição de peso corporal e um estadiômetro (SECA® 214, EUA) foi utilizado para medir a altura. O valor do índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir da proporção de peso do corpo em quilogramas pelo quadrado da altura em metros obtida (kg/m^{-2}). A massa livre de gordura e massa gorda foi determinada pelo DXA, um padrão moderno e preciso para determinação nas avaliações de composição cormporal. Foi seguido o protocolo de avaliação semelhante ao descrito em estudos anteriores que usaram o mesmo equipamento (Nascimento et al., 2016; Rocca et al., 2008).

Avaliação Hematológica

A coleta de sangue foi realizada após higienização local por punção venosa na região antecubital, os 05 ml das amostras foram armazenados em tubo esteril com EDTA, com o código de identificação dos voluntários e enviadas imediatamente para análise do hemograma. A contagem das células sanguineas presentes no hemograma foi realizada por Citometria de fluxo fluorescente e impedância utilizando o "*XE2100-Sysmex*" a computação e tipificação celular foi totalmente automatizada com alto padrão de qualidade adotado.

Esse método de coleta tem sido empregado e descrito sistemáticamente por diversos autores em seus trabalhos, ao longo dos anos, com poucas variações que normalmente se diferem na descrição do equipamento utilizado para contagem das células (Cengiz & Çinar, 2014; Cossio-Bolanos et al., 2015; Davidson et al., 1987; Ferreira et al., 2016; Maron et al.; 1975; Novosadova, 1977; Passaglia et al., 2013; Pinheiro et al., 2008; Rocca et al., 2008; Schumacher et al., 2002; Silva, Ribeiro, Thomé, & de Souza, 2014; Theodorou et al., 2015).

Bicicletas Ergométricas

Foram utilizadas duas bicicletas da marca/modelo *AeroBike – R6 total exercise*, que estimulam simultaneamente os membros superiores e inferiores, o treino era iniciado com carga de treino na Posição 02, que aplica 10,31 Kgf para os membros superiores e 9,31 kgf para os membros inferiores.

Plataformas Vibratórias

Foram utilizadas duas plataformas vibratórias modelo *Power Plate® Pro6 Air* e um goniômetro da marca Cardiomed®, para ajustar o angulo correto da flexão dos joelhos.

PROCEDIMENTOS

Protocolo de Treinamento

Os participantes foram separados aleatoriamente em dois grupos: grupo plataforma vibratória (GV) e grupo ergometria (GE). Antes do início dos programas de treinamento, os participantes realizaram procedimento de familiarização nos equipamentos utilizados durante o estudo.

O GE foi submetido a sessões de atividade aeróbia em ciclo ergômetro durante 20 minutos, com 01 sessão diária 03 vezes por semana, durante 06 semanas. Durante as sessões de treino a carga nas bicicletas era ajustada continuamente de acordo com a percepção subjetiva de esforço relatada na escala de *Borg* adaptada (Nakamura, Moreira, & Aoki, 2010). Para garantir que a intensidade estivesse sempre na faixa pretendida para realizar o treinamento os pesquisadores apresentavam aos voluntários a escala e eles indicavam sua sensação de esforço a cada dois minutos, se a percepção relatada fosse inferior a classificação 03 a carga da ergometria era aumentada, se o relato fosse superior a classificação 06 a carga era reduzida.

O GV foi submetido a sessões de estimulação em plataforma vibratória, de acordo com o programa de treinamento elaborado que era constituído por 15 minutos, com 01 sessão diária 03 vezes por semana, durante 06 semanas. Durante o estudo as frequências utilizadas nas plataformas foram alteradas a cada duas semanas (30Hz, 35Hz e 40Hz) e a amplitude utilizada era alternada semanalmente (2mm e 4mm) a descrição detalhada da periodização do treinamento realizada pode ser observada no Anexo 01. Como durante o treinamento vibratório a frequência e amplitude não eram alteradas durante a sessão de treino o questionamento sobre a percepção subjetiva de esforço somente era apresentada imediatamente após o término do treino (Nakamura et al., 2010).

Antes do início da sessão de treino cada indivíduo realizou um aquecimento prévio de cinco minutos, em bicicleta estacionária e sem resistência. Foi adotada uma postura inicial estática durante as sessões de vibração, os participantes permaneceram em pé sobre a plataforma com os joelhos semi-flexionados, para assegurar maior ativação muscular foi adotada uma angulação de 30º graus na articulação do joelho (Santos-Lozano, Santin--Medeiros, Marín, Hernández-Sánchez, & Vallejo, 2011).

A posição de estimulação foi padronizada, colocando o plano sagital do corpo sobre o ponto marcado no centro da base da plataforma vibratória e alinhando os pés à mesma distância dos ombros, descalços ou utilizando somente meias, com os membros superiores estendidos ao longo do tronco segurando em alças laterais que transmitem a vibração também para os membros superiores. Enquanto o posicionamento dinâmico se iniciava partindo do posicionamento estático e realizando os movimentos previstos no programa de treinamento.

O volume de trabalho de ambos os grupos durante o período de intervenção foi de 18 sessões de treinamento totalizando 6 horas de treinamento, foi adotado intervalo mínimo de 24 horas e máximo de 72 horas, entre as sessões de treinamento. As sessões de treinamento foram agendadas e realizadas sempre no mesmo horário, com intuito de atenuar os vieses hormonais advindos das variações circadianas. O acompanhamento das sessões de treinamento foi monitorado sempre pelos mesmos professores de educação física a fim de garantir o cumprimento do protocolo de intervenção e assegurar a segurança e a integridade física dos participantes do grupo GV e GE. Não houve nenhuma intervenção na rotina nutricional.

Após o período de intervenção, todos os indivíduos continuaram sendo acompanhados por igual período, mas nesta segunda fase sem a estimulação física para avaliação dos efeitos do destreinamento. Todos voluntários foram monitorados semanalmente através de um aplicativo de celular para assegurar que tinham voltado a sua rotina anterior de sedentarismo e que não realizassem nenhuma atividade física nesta fase e retornassem a sua rotina anterior.

Análise estatística

Após uma verificação exploratória, com as medidas descritivas de média e desvio padrão. As análises foram realizadas no *software SSPS* versão 23.0. Com a finalidade de testar a normalidade na distribuição dos dados, foi aplicado o teste de *Kolmogorov Smirnov* e *Shapiro Wilks*. Para verificar alterações intragrupo e intergrupos (GV e GE) e a análise dos dados adotando os momentos de coleta definidos em 03 tempos (T1, T2 e T3), foi utilizada análise de variância (*Anova Split Plot*). O índice de variância – covariância dos grupos foi realizada através do teste *Wilk's Lambda*. Para avaliar os efeitos intrasujeitos nas variáveis dependentes, anteriormente descritas, considerando a análise isolada com relação ao tempo, intensidade, e combinada tempo/intensidade, foi usado o teste de esfericidade *Greenhouse-Geisser*. O ajustamento das múltiplas comparações foi feito através do teste de *Bonferroni*. Em todas as análises foi adotado o nível de significância $p \leq .05$.

RESULTADOS

Mesmo após a realização do protocolo de familiarização, os integrantes do GV relataram desconforto durante as sessões dinâmicas mesmo com uma percepção subjetiva de esforço menor quando comparada ao GE. Somente uma voluntária do GV relatou dores lombares ao final do treinamento. A organização do estudo é ilustrada no fluxograma 1, descrevendo os procedimentos de seleção, alocação, design e perda amostral total.

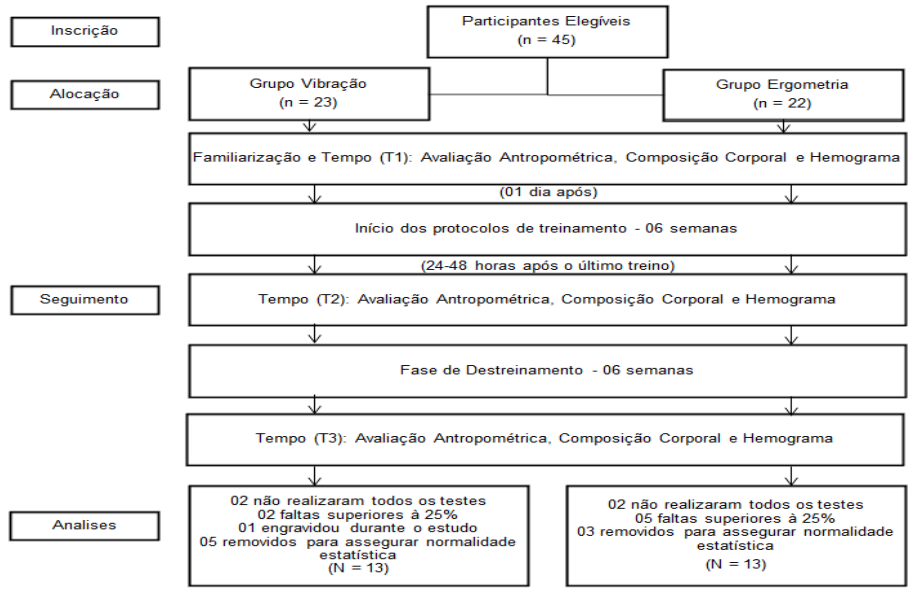

FIGURA 1. Fluxograma descritivo dos procedimentos do estudo.

Durante as análises exploratórias o teste de *Shapiro Wilk* identificou 08 voluntários *borderlines*, que alteravam a normalidade na distribuição dos dados, 05 no GV e 03 no GE, que se somaram a perda amostral total.

O quadro 1 apresenta as características gerais da amostra nos dois grupos. Os resultados são apresentados com média e desvio padrão para cada uma das informações apresentadas. Estatisticamente os grupos são normais e não apresentam diferenças significantes nas medidas descritivas entre eles.

QUADRO 1. Composição corporal e antropométrica de voluntários

CARACTERÍSTICA	GV	GE
Idade (anos)	20.77 ± 2.86	20.62 ± 4.35
Peso (kg)	58.77 ± 9.16	57.73 ± 13.84
Altura (m)	1.61 ± 0.05	1.64 ± 0.06
Índice de Massa Corporal (kg.m-)	22.72 ± 3,67	21.31 ± 4.18
Massa Magra (kg)	40.37 ± 3.31	40.26 ± 5.78
Massa Gorda (kg)	18.36 ± 7.16	17.47 ± 8.69

Estatisticamente os grupos apresentam distribuição normal e não diferem significativamente entre eles (p >.05)

O quadro 2 apresenta informações organizadas para comparação entre os grupos (GV x GE) e entre os tempos determinados para coleta do hemograma. Os resultados encontrados não demonstraram nenhuma alteração importante entre os grupos que pudesse ser imposta as diferenças do tipo treinamento realizado. Contudo foram identificadas alterações com relevância estatística no hemograma entre os tempos para os dois grupos nas variáveis: Hemoglobina e HCM; contudo, também observamos forte tendência para CHCM da série vermelha. Nas séries, branca e plaquetária nenhuma resposta metabólica pode ser observada e numericamente atribuída ao protocolo de treinamento.

QUADRO 2. Hemograma x Grupos x Tempos

	GRUPOS		TEMPOS		
	GV	GE	T1	T2	T3
SÉRIE VERMELHA – ERITROGRAMA					
Hemácias (milhões/mm³)	4.52 ± 0.1	4.61 ± 0.1	4.57 ± 0.4	4.59 ± 0.4	4.54 ± 0.3
Hemoglobina (g/dL)	13.40 ± 0.2	13.22 ± 0.2	13.35 ± 0.6	13.41 ± 0.7*	13.16 ± 0.8*
Hematócrito (%)	39.39 ± 0.5	39.04 ± 0.5	39.22 ± 1.8	39.40 ± 2.1	39.03 ± 2.2
VCM (fL)	87.23 ± 1.2	85.03 ± 1.2	86.14 ± 4.7	86.15 ± 4.9	86.10 ± 4.0
HCM (pg)	29.69 ± 0.5	28.83 ± 0.5	29.37 ± 2.2**	29.34 ± 2.0#	29.07 ± 1.8**#
CHCM (g/dL)	34.04 ± 0.3	33.85 ± 0.3	34.05 ± 1.1	34.05 ± 0.9	33.74 ± 1.0
RDW (%)	13.05 ± 0.4	13.67 ± 0.4	13.46 ± 1.5	13.31 ± 1.3	13.32 ± 1.5
SÉRIE BRANCA – LEUCOGRAMA					
Leucócitos (mm³)	6908 ± 359	7518 ± 359	7031 ± 1558	7450 ± 2165	7158 ± 1354
Segmentados (mm³)	3730 ± 293	4084 ± 293	3737 ± 1226	4125 ± 1752	3859 ± 1181
Eosinófilos (mm³)	166 ± 35	205 ± 35	180 ± 126	179 ± 136	198 ± 135
Basófilos (mm³)	16 ± 6.6	25 ± 6.6	20 ± 32	26 ± 40	17 ± 31
Linfócitos (mm³)	2394 ± 142	2592 ± 142	2500 ± 575	2491 ± 664	2488 ± 566
Monócitos (mm³)	583 ± 43	611 ± 43	594 ± 180	601 ± 225	595 ± 175
SÉRIE PLAQUETÁRIA					
Plaquetas (10³xmm³)	267 ± 17	287 ± 17	277 ± 68	280 ± 56	274 ± 63

Para Hemoglobina *p =.046 entre T2–T3; Para HCM **p = .031 entre T1–T3 e #p = .014 entre T2–T3.

DISCUSSÃO

De acordo com Rosa e Vaisberg (2002) e Nieman e Nehlsen-Cannarella (1994), alterações hematológicas têm sido relatadas ao longo de muitos anos, e ainda continuam apresentando interesse dos pesquisadores, tanto em exercícios aeróbios quanto em exercícios com maior predominância anaeróbia, estes relatos na literatura ocorrem com maior frequência em estudos com sessões agudas, (Calbet et al., 2006; Davidson et al., 1987; Ferreira et al., 2016; Maron et al., 1975; Nieman and Nehlsen-Cannarella, 1994; Passaglia et al., 2013; Rosa & Vaisberg 2002; Silva et al., 2014; Teixeira et al., 2014). No entanto, é conhecido que a prática recorrente e sistemática de atividade física promove ajustes crônicos na fisiologia e trabalhos que monitorem os efeitos cumulativos são menos frequentes (Cengiz & Çinar, 2014; Cossio-Bolanos et al., 2015; Eastwood, Bourdon, Withers, & Gore, 2009; Rocca et al., 2008; Rosa & Vaisberg 2002; Theodorou et al., 2015).

Neste estudo, a hemoglobina e o HCM não apresentaram alterações significativas entre as medidas iniciais é após a realização dos protocolos de treinamento (T1– T2). Corroborando com nosso resultados, num estudo recente realizado por Theodorou et al. (2015), e muito semelhante metodologicamente (i.e., realizado também utilizando plataforma vibratória), mulheres jovens sedentárias que realizaram treinamento 03 sessões/ semana, durante 08 semanas, utilizando frequências mais baixas (25–30 Hz) e amplitudes maiores (6–8 mm), também não mostrou alteração significante entre o pré e o pós-treino.

Entretanto, em nosso estudo, continuamos as análises para averiguar o que ocorreria quando suspendessemos o treinamento e nesta fase observou-se que tanto a hemoglobina quanto o HCM na medida proposta para availar o destreinaemnto (T3) apresentaram respostas significativas estatisticamente comparadas a T1. A avaliação do T3 demonstrou queda dos níveis de Hemoglobina e HCM, que atribuimos possivelmente a uma menor exigência fisiológica dos tecidos musculares por oxigenação o que não jusficaria ao organismo manter elevada a síntese de Hemoglobina se o estresse do exercício físico foi retirado da rotina dos participantes do estudo.

Corroborando com nossos achados, outro trabalho recente realizado por Cengiz e Çinar, (2014) avaliou os efeitos de 08 semanas de treinamento do Core sobre os paramentros hematológicos em mulheres sedentárias que realizavam 30 minutos de exercício, 03 vezes por semana, e também não relataram alterações no hemograma que pudessem ser atribuídas ao programa de exercícios, concluindo que não provoveram estresse suficiente no treinamento a fim de provocar alteração metabólica.

O índice hematimétrico CHCM apesar de não apresentar resultados estatisticamente significativos entre os grupos avaliados apresentou $p = 0.053$ na interação grupo x tempo para T1–T3 e T2–T3, tanto para o GV quanto no GE, sinalizando uma tendência a alterações que poderiam estar relacionadas ao treinamento realizado. Esse fenômeno seria plenamente

compreendido, pois trabalhos realizados com maratonistas e ultramaratonistas (Davidson et al.,1987; Kratz et al., 2002; Schumacher et al., 2002) apresentaram resultados significativos para CHCM, o que indica que um aumento nessa variável pode decorrer de uma perda intracelular de água devido a diminuição da osmolaridade extracelular (Maron et al., 1975). Ademais, esse aumento também se deve a uma hemólise que é compensada com hemácias novas com uma concentração elevada de hemoglobina (Davidson et al.,1987; Kratz et al., 2002; Maron et al., 1975; Schumacher et al., 2002).

Diante disso, entendemos que para o CHCM o estímulo atribuído pelos treinamentos realizados foi subliminar, não provocando alterações que pudéssemos afirmar significativamente terem sido promovidas por nossa intervenção; contudo, consideramos que a tendência apresentada é um indicativo que ajustes metabólicos estão presentes e respondendo positivamente aos exercícios físicos.

Com relação à séria branca – leucograma – no hemograma não revelou nenhuma alteração significante que pudesse ser atribuida os protocolos de exercícios realizados pelos dois grupos em nosso estudo. É conhecido que as alterações imunes ao exercício são mais pronunciadas nos subtipos das células imunológicas, tais como macrófagos (M1 e M2), linfócitos (T e B), nas citocinas pró e anti-inflamatórias, e não podem ser identificadas através do hemograma simples, necessitando de *kits* com reagentes específicos, apresentamos aqui a primeira limitação deste estudo e nos contivemos nas alterações hematrimétricas que por ventura pudessem indicar adaptação imunológica crônica ao exercício com foco quantitativo e não qualitativo.

As associações do exercício com o sistema imunológico devem ser observadas com bastante atenção devido às generalizações que frequentemente atribuem ao exercício como alternativa para melhoria deste sistema (Nieman & Nehlsen-Cannarella, 1994). Tais alterações imunológicas ocorrem principalmente devido a intensidade do treinamento realizado ocasionando alterações agudas que proporcionam reparo das lesões musculares e alterações crônicas que sugerem melhor eficiência de todo o conjunto celular da série branca (Rosa & Vaisberg 2002).

Diferentemente dos dados encontrados neste estudo, pois não foram detectadas alterações no leucograma nem na série plaquetária, O estudo realizado por Passaglia et al., (2013) com 35 voluntários jovens do sexo masculino e IMC abaixo de 30kg/m , verificou alterações hematológicas mediante a realização de uma sessão intensa de exercícios resistidos constatou um aumento nos eritrócitos (6%), plaquetas (20%), leucócitos totais (25%), monócitos (44%), linfócitos (17%) e citocinas (15%). Foi observada uma diminuição de 7,5% no plasma. Todos os valores voltaram aos níveis basais após a correção do plasma. Essas alterações desapareceram após cerca de meia hora depois do fim dos exercícios.

Segundo estudo de revisão organizado por Rosa e Vaisberg (2002) sobre as alterações imunes provocadas através do exercício físico, os autores, relatam tanto respostas agudas quanto crônicas. Em relação à questão aguda, os leucócitos possuem duas fases. A primeira ocorre logo após o exercício, na qual se verifica um aumento de 50 a 100% do número de leucócitos. Cerca de 30 minutos depois, observa-se uma queda de 30 a 50% em relação ao nível de leucócitos basais (pré-exercício). Na resposta crônica, são observadas também alterações na resposta imune, em razão da menor incidência de infecções e neoplasias em indivíduos ativos.

Contrariamente ao quantitativo de estudos encontrados sobre as alterações hematológicas no exercício de maneira aguda e crônica, em diferentes modalidades de treinamento, os dados sobre o comportamento hematológico no destreinamento ainda são uma lacuna a ser compreendida, como esse tipo de dados correlacionados são precários na literatura poucos estudos específicos foram cabíveis na comparação de resultados o que de certa maneira é outra limitação deste estudo.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstram que as alterações hematológicas observadas são claramente adaptações fisiológicas quando o corpo humano é submetido ao estresse provocado por exercícios físicos e ao alívio do destreinamento quando o exercício é retirado da rotina. Nossas conclusões levam a entender que independe do tipo de exercício realizado para provocar tais adaptações fisiológicas, e, portanto mais importante é se conservar fisicamente ativo para manter as alterações positivas no metabolismo e aproveitar as vantagens dessas adaptações para prática regular dos exercícios físicos. Contudo ressaltamos que a especificidade da amostra constituída somente por mulheres limita de certa forma a generalização destes resultados e, assim sendo sugerimos a continuidade das investigações com outras populações.

AGRADECIMENTOS

Aos representantes da Power Plate Brasil; a colaboração técnica dos funcionários nos laboratórios da Universidade Católica de Brasília (UCB): Laboratório de Avaliação Física e Treinamento (LAFIT); Laboratório de Análises Clínicas (LAC); Laboratório de Práticas de Enfermagem (LPE) e o Laboratório SABIN.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnologico – CNPq / processo nº 446400/2014-9.

REFERÊNCIAS

Calbet, J. A., Lundby, C., Koskolou, M., & Boushel, R. (2006). Importance of hemoglobin concentration to exercise: Acute manipulations. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, *151*(2), 132-140.

Cengiz, Ş. Ş., & Çinar, V. (2014). The effect of 8-week core exercises on some hematological parameters in sedentary females. *Turkish Journal of Scientific Research. 1*(1), 1-5.

Constanzo, L. S. (2014). *Fisiologia* (5ª Ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.

Cossio-Bolanos, M., Gómez-Campos, R., Lee, C., Lazari, C. L. R., de Arruda, M., & Fisica, E. (2015). Hemoglobin concentration and resilience of professional soccer players residing at sea level and moderate altitude regions. *Journal of Exercise Physiology Online*, *18*(1), 76-85.

Davidson, R. J. L., Robertson, J. D., Galea, G., & Maughan, R. J. (1987). Hematological changes associated with marathon running. *International Journal of Sports Medicine, 8*(01), 19-25.

Eastwood, A., Bourdon, P. C., Withers, R. T., & Gore, C. J. (2009). Longitudinal changes in haemoglobin mass and VO2max in adolescents. *European Journal of Applied Physiology, 105*(5), 715-721.

Ferreira, B. E., Morel, E. A., Tsalikis, J., Costa, C. H., Muller, P. T., & Pontes, E. R. (2016). Resposta hematológica de ciclistas após competição. *Medicina (Ribeirao Preto. Online)*, *49*(2), 103-108.

Hu, M., & Lin, W. (2012). Effects of exercise training on red blood cell production: implications for anemia. *Acta Haematologica*, *127*(3), 156-164.

Kratz, A., Lewandrowski, K. B., Siegel, A. J., Chun, K. Y., Flood, J. G., Van Cott, E. M., & Lee-Lewandrowski, E. (2002). Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *American Journal of Clinical Pathology*, *118*(6), 856-863.

Maron, M. B., Horvath, S. M., & Wilkerson, J. E. (1975). Acute blood biochemical alterations in response to marathon running. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *34*(1), 173-181

Nakamura, F. Y., Moreira, A., & Aoki, M. S. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Journal of Physical Education*, *21*(1), 1-11. doi:10.4025/reveducfis. v21i1. 6713.

Nascimento, E. F., Souza, M. K., Rosa, T. S., Melo, G. L. R., Soares, B. R. A., Sousa, F. E. V., ... Moraes, M. R., (2016). Predictive equation for fat percentage based on body mass index for adolescents with Down syndrome. *Journal of Exercise Physiology Online*, *19*(4), 77-84.

Nieman, D. C., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (1994). The immune response to exercise. *Seminars in Hematology*, *31*(2), 166-79.

Novosadova, J. (1977). The changes in hematocrit, hemoglobin, plasma volume and proteins during and after different types of exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *36*(3), 223-230.

Passaglia, D. G., Emed, L. G. M., Barberato, S. H., Guerios, S. T., Moser, A. I., Silva, M. M. F., ... Faria-Neto, J. R. (2013). Efeitos agudos do exercício físico prolongado: Avaliação após ultramaratona de 24 horas. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, *100*(1), 21-28.

Pinheiro, F. G., Santos, S. L., Cagliari, M. P., Paiva, A. A., Queiroz, M. D. S. R., Cunha, M. A. L., & Janebro, D. I. (2008). Avaliação da anemia em crianças da cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. *Revista Braileira de Hematololgia e Hemoterapia*, *30*(6), 457-462.

Rocca, S. V. D. S., Tirapegui, J., Melo, C. M. D., & Ribeiro, S. M. L. (2008). Efeito do exercício físico nos fatores de risco de doenças crônicas em mulheres obesas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 44*(2), 185-192.

Rosa, L. F. P. B. C., & Vaisberg, M. W. (2002). Influências do exercício na resposta imune. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *8*(4), 167-172. doi:10.1590/S1517-86922002000400006

Santos-Lozano, A., Santin-Medeiros, F., Marín, P. J., Hernández-Sánchez, S., & Vallejo, N. G. (2011). Comparación entre la respuesta de la actividad muscular lumbar en plataforma vibratoria y en ejercicio clásico de squat isométrico en 30º y 60º. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 8*(27), 31-43. doi: 10.5232/ricyde

Sawka, M. N., Convertino, V. A., Eichner, E. R., Schnieder, S. M., & Young, A. J. (2000). Blood volume: Importance and adaptations to exercise training, environmental stresses and trauma sickness. *Medicine and Science in Sports and Exercise,, 32*(2), 332-348.

Schumacher, Y. O., Jankovits, R., Bültermann, D., Schmid, A., & Berg, A. L. O. Y. S. (2002). Hematological indices in elite cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *12*(5), 301-308.

Silva, P. A., Ribeiro, E. S., Thomé, M. P. M., & de Souza, Á. D. (2014). Índices de hematócrito e eritropoetina em ciclistas e sedentários. *Perspectivas Online*, *4*(13), 2-12.

Teixeira, A. O., Franco, O. S., Moraes, M., da Rosa, E., Silva Paulitsch, F., Perez, W., ... Santa Maria, S. M. (2014). The importance of adjustments for changes in plasma volume in the interpretation of hematological and inflammatory responses after resistance exercise. *Journal of Exercise Physiology Online*, *17*(4), 72-84.

Theodorou, A. A., Gerodimos, V., Karatrantou, K., Paschalis, V., Chanou, K., Jamurtas, A. Z., & Nikolaidis, M. G. (2015). Acute and chronic whole-body vibration exercise does not induce health-promoting effects on the blood profile. *Journal of Human Kinetics*, *46*(1), 107-118.

AUTORES:
Jéssica Eloá Poletto [1]
Isabella Freguglia de Oliveira [1]
Raphaela Espanha [1]
Lia Carla Gordon Leme [1]
Rute Estanislava Tolocka [1]

[1] Universidade Metodista de Piracicaba, SP, Brasil

https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.152

Atividades físicas para crianças com câncer em uma cidade do interior do Estado de São Paulo

PALAVRAS CHAVE:
Câncer infantil.
Tratamento oncológico.
Atividade física.

RESUMO

No mundo, aproximadamente uma em cada 600 crianças, é acometida pelo câncer. Os tratamentos anticâncer são diversos. Há indícios na literatura de que a prática de atividade física pode auxiliar nesses tratamentos e a falta desta pode prejudicar. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar se os tratamentos para crianças com câncer, em uma determinada cidade, oferecem atividades físicas. Trata-se de um estudo de campo com instituições que realizam o atendimento a esta parcela da população nesta cidade. A busca pelas instituições foi feita na internet. Os dados foram coletados através de entrevista semiestruturada e observações *in locu* e foram tratados com estatística descritiva, com distribuição de frequências absolutas e relativas. Entre as instituições encontradas, quatro realizam atendimento ao público infantil e são associações assistenciais; a outra é um hospital. Apenas duas possuem espaço para prática motora; nenhuma delas oferece atividades físicas. Portanto, ainda faz-se necessário pensar estratégias e programas que envolvam a prática motora nestas instituições. Em decorrência, são indispensáveis novos estudos para esclarecer melhor a relação entre a prática de atividade física e tratamento de câncer infantil.

Correspondência: Jéssica Eloá Poletto. Universidade Metodista de Piracicaba. Parque Cecap I, Piracicaba – SP, Brasil. (jeloap@hotmail.com)

Physical activities for children with cancer disease, in a country town from the state of São Paulo

ABSTRACT

Worldwide, approximately one in every 600 children is affected by cancer. There are several anti-cancer treatments. There is evidence in the literature that the practice of physical activities can help with the treatment, and the lack of it can be harmful. Therefore, this study aims to examine if the treatment for children with cancer, in a specific town, offers physical activities. This is a field study, involving institutions that deal with this kind of attendance, focused in that specific part of population. The search for these institutions was made in the Internet. The data was collected through a structured interview, and observations *in locu*, and were analyzed with descriptive statistics, namely absolute and relative frequencies. Between the institutions analyzed, four treated children and were assistance association, and one was a hospital. Only two of them have the space for physical practice; none offers physical activities. So, it's still necessary to think about strategies and programs that involve the practice of physical activities in these institutions. Accordingly, there's a need for new studies about the importance of physical activities in children's cancer treatment.

KEYWORDS:
Children cancer. Oncological treatment.
Physical activities.

INTRODUÇÃO

No mundo, aproximadamente uma em cada 600 crianças, é acometida por algum tipo de neoplasia (Antônio Candido de Camargo Cancer Center [ACCamargo], 2015). Em 2012, cerca de 14 milhões de novos casos, entre adultos e crianças, foram identificados, dos quais 8,2 milhões foram à óbito (*World Health Organization* [WHO], 2015). Dados do Instituto Nacional do Câncer (Instituto Nacional de Câncer [INCA], 2016) estimam para o Brasil, nos anos de 2016 e 2017, aproximadamente cerca de 420 mil novos casos de câncer infantil.

Existem diferentes tipos de tratamento anticâncer (Cigogna, Nascimento, & Lima, 2010; Centro de Combate ao Câncer [CCCancer], 2015). Por ser um tratamento invasivo, este causa efeitos colaterais que provocam mudanças físicas no paciente, entre as quais uma diminuição significativa na densidade mineral óssea (Choi, Chang, Lee, & Yang, 2016). Estes ainda podem prejudicar a ingestão alimentar, causando náuseas e vômitos (Klanjsek & Pajnkihar, 2016). Um dos principais efeitos colaterais do tratamento com quimioterapia é a fadiga (Perdikaris et al., 2009; Ullrich et al., 2010).

Com essas alterações a criança encontra-se com sua rotina privada e isto atrapalha a prática de atividades físicas, o que pode resultar em dificuldades maiores na recuperação.

San Juan, Chamorro-Viña et al. (2007) mostraram que crianças em tratamento quimioterápico apresentam menores capacidades funcionais e menor qualidade de vida quando comparadas à crianças saudáveis. Tan et al. (2013) e Bianco et al. (2014), relataram que crianças acometidas por algum tipo de neoplasia apresentam menores níveis de aptidão física e densidade mineral óssea, quando comparadas à crianças hígidas. Gotte, Kesting, Winter, Rosenbaum e Boos (2014) demonstraram que crianças passando pelo tratamento de qualquer tipo de neoplasia possuem diminuição dos níveis de atividade física.

Ainda, Braam et al. (2016) apontaram relação entre a diminuição da capacidade cardiorrespiratória com a diminuição dos níveis de atividade física e comportamento sedentário em crianças com câncer. Assim, Yilmaz, Gerçeker e Muslu (2016) sugerem que pais e enfermeiros trabalhem em equipe para gerenciar o nível de fadiga da criança, para que ela possa voltar rápido a rotina normalmente.

Com pacientes adultos, já há consenso que a prática de atividades físicas é necessária para potencializar efeitos do tratamento, prevenção de re-incidências de cânceres, além de trazer diferentes benefícios (Battaglini et al., 2009; Cantarero-Villanueva et al., 2013; Peddle-McIntyre, Bell, Fenton, McCargar, & Courneya, 2012; Quist et al., 2012; Segal et al., 2009; Suh et al., 2013).

A prática de atividades físicas tem sido apontada também como coadjuvante em tratamentos de câncer infantil. Entre os benefícios já demonstrados estão: aumento significativo na amplitude do movimento de dorsiflexão de tornozelo e da força de extensão do joelho (Marchese, Chiarello, & Lange, 2004); melhoras sobre a mobilidade funcional e força muscular (San Juan, Fleck et al., 2007); aumento do VO2 máximo, força muscular e mobilidade funcional (San Juan et al., 2008); diminuição da frequência cardíaca de repouso, aumento da força muscular e melhoras sobre o sistema imune (Chamorro-Viña et al., 2010).

Foram encontrados também aumento da força submáxima (Perondi et al., 2012), melhora sobre a capacidade física e qualidade de vida, assim como a diminuição dos níveis de fadiga (Yeh, Wai, Lin, & Chiang, 2011; Perondi et al., 2012; Jarden et al., 2013).

Há registros também de aumento da satisfação de crianças e seus pais após o uso das terapias integrativas que utilizavam a dança, arte e música (Madden, Mowry, Gao, Cullen, & Foreman, 2010), além de melhoras na funcionalidade física, autoestima e saúde mental (Speyer, Herbinet, Vuillemin, Briançon, & Chastagner, 2010).

Melo e Valle (2010) mostraram que a prática motora da criança com câncer pode beneficiar sua adaptação à condição hospitalar e promover melhor adesão ao tratamento, além de possibilitar melhor interação da criança com os profissionais que dela estão cuidando e também com outras crianças que estão sendo atendidas no setor.

No entanto, pouco ainda se sabe sobre a inserção de práticas de atividades físicas em tratamentos de câncer infantil no Brasil, sendo necessário verificar se tais atividades já têm sido incluídas nestes tratamentos.

Assim, este estudo teve como objetivo verificar se tratamentos oferecidos para crianças com câncer, em uma determinada cidade, oferecem práticas de atividades físicas.

MÉTODO

Trata-se de um estudo de campo, de acordo com Severino (2007), em que os fatos são observados e os dados coletados e analisados com base no referencial bibliográfico para se buscar a resolução do problema delineado, com caráter quantitativo e qualitativo, pois apresenta descrição de fatos e, ao mesmo tempo, considera-se o caráter social.

AMOSTRA

O estudo foi realizado em um município em que, entre os anos de 2008 a 2012, o número de óbitos por neoplasia, independente da faixa etária, chegou a representar 19% do total dos casos de óbitos e em 2015 foram relatadas 215 mortes por neoplasias (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2015). Este município localiza-se no interior do estado de São Paulo, possui 400 mil habitantes e apresenta um Produto Interno Bruto (PIB) em cerca de R$ 20 bilhões, com renda per capita em torno de R$ 35 mil. Portanto, o referido município tem características semelhantes a vários outros municípios do Brasil.

Para o estudo foram incluídas as instituições que disponibilizavam na internet, em Fevereiro de 2015, informações sobre telefone para contato, endereço e *e-mail* e que se encontravam localizadas no referido município.

E foram excluídas as instituições que não atenderam a solicitação de agendamento para entrevista e ou visita *in locu* e (ou) não ofereceriam atendimento à crianças.

A identificação das instituições foi feita através do site de busca da Google, com o nome do município (aqui não relatado, para manter a confidencialidade dos dados) e a expressão "Instituições de Câncer". Foram encontradas oito instituições, sendo seis associações assistenciais e dois hospitais, mas três destas atendem apenas pacientes acima de 18 anos e, por isto, foram excluídas deste estudo.

Por se tratar de estudos que envolvem humanos, foram atendidas as resoluções 196/96 e 466/2012, que determinam as normas e as diretrizes regulamentadoras de tais estudos e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa de uma Universidade situada no mesmo município, com o parecer nº 93/2015.

INSTRUMENTOS

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, com representantes do setor de oncologia da instituição. O roteiro da entrevista continha questões sobre a quantidade de pacientes, faixa etária dos mesmos, horário de funcionamento do local, público atendido e serviços oferecidos.

Foram feitas observações *in locu,* nas instalações das instituições, verificando locais destinados às práticas de atividades físicas e ou brinquedotecas, registrando-se os dados sobre equipe de trabalho, características do espaço (tamanho, parede, solo), materiais, jogos e atividades realizadas no local em um diário de campo. Foi também observada a existência ou não de outros locais em que a prática de atividades físicas pudesse ser realizada.

PROCEDIMENTOS

Após a identificação das instituições foram feitos contatos telefônicos para agendamento de horários para visitas/entrevistas. Foram realizadas três etapas de visitas: a) apresentar o projeto e verificar a possibilidade de realizá-lo; b) entrevistar um responsável pelo setor de oncologia e c) observar as instalações físicas e atividades realizadas nas mesmas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados numéricos coletados foram tratados com estatística descritiva, com distribuição de frequências absolutas e relativas.

RESULTADOS

Entre as instituições encontradas, quatro realizam atendimento ao público infantil e são associações assistenciais [1, 2, 3 e 4] e a outra é um hospital [5]. Este hospital atente tanto a crianças que são residentes no referido munícipio como também crianças que residem em outros municípios da região.

Entre os serviços oferecidos pelas associações que atendem crianças com câncer entre três e dez anos estão: suporte de alimentação [2, 3 e 4] e de medicamento [1, 2, 3 e 4]; atendimento nutricional [1 e 4], psicológico [1 e 4], fisioterápico [1], ambulatorial [1]; palestras informativas [1 e 4]; artesanato [4]; transporte para hospital [4] e campanhas preventivas [1 e 4].

Entre os serviços oferecidos pelo centro de tratamento oncológico situado no hospital [5], que atende crianças com câncer entre três e dez anos estão: oncologia clínica e pediátrica, tratamento cirúrgico, quimioterápico e radioterápico e campanhas preventivas.

Das cinco instituições encontradas que atendem crianças com câncer, apenas duas (instituições [1 e 5]) possuem espaço para prática motora e apenas o hospital autorizou visita *in locu* nas instalações.

Na associação [1], os seguintes espaços foram acessados: recepção, três salas de arquivos e atendimento, um consultório, um anfiteatro (onde são oferecidas atividades aos pacientes e seus familiares), cozinha, banheiros, ampla área externa e estacionamento. Possui espaço que poderia ser utilizado para prática motora.

Na associação [2] o acesso foi liberado apenas na recepção e em uma sala de atendimento e foi informado que a mesma não possui espaço para prática de atividades físicas. A associação [3] não permitiu o acesso interno e também informou não oferecer prática de atividades físicas ou ter espaço onde a mesma pudesse ser realizada.

A associação [4] autorizou acesso a suas instalações, apenas à recepção e a um corredor até a sala da assistência social, também informou não possuir espaço para prática de atividades físicas ou promover as mesmas.

O hospital [5] apresenta, no nível térreo, uma recepção (com televisão, revistas, cadeiras e sofás), a sala de gestão, o centro de tratamento quimioterápico, o centro de tratamento radioterápico e suas respectivas recepções. No nível superior, há duas recepções pequenas, com televisão, revistas e sofás, salas de consultório, banheiros, sala de assistência social e uma brinquedoteca. As três recepções atendem todas as faixas etárias.

A brinquedoteca deste hospital funciona para atendimento de crianças com câncer, uma vez por semana, na parte da manhã, entre 9h00 e 11h00. Esta fica em uma sala retangular, com aproximadamente três metros de comprimento por dois metros e meio de largura, com piso de linóleo. Há três mesas, cinco cadeiras e uma poltrona (todas infantis), uma poltrona tamanho normal, dois armários, um *hack*, jogos de encaixe, pintura, boliche, carrinhos, televisão e *video game*. Há uma porta de vidro em que é aberta quando a brinquedoteca está funcionando e dá acesso à um pequeno jardim. Trabalham nesse espaço uma profissional da área da terapia ocupacional e duas voluntárias.

Apenas o hospital [5] concordou em fornecer dados sobre quantidade, sexo e tipo de câncer atendido.

Nele, atualmente, estão em atendimento 16 crianças e adolescentes, entre zero e 15 anos. Duas crianças (12.5%) e uma adolescente (6.25%) do sexo feminino e dez crianças

(62.5%) e três adolescentes (18.75%) do sexo masculino. Dos tipos de cânceres, são sete pacientes com leucemia linfoide (43,75%), quatro pacientes com linfoma não-Hodgkin difuso (25%), dois pacientes com neoplasia maligna do encéfalo (12.5%), um paciente com outras neoplasias malignas e não especificadas dos tecidos linfático, hematopoiético e tecidos correlatos (6.25%), um paciente com tumor de adrenal direita (6.25%) e um paciente com neoplasia maligna do ovário (6.25%).

Entre os 16 pacientes, dois pacientes (12.5%) frequentam a instituição para tratamento quimioterápico, os demais (87.5%), apenas para acompanhamento e consultas médicas, pois finalizaram o tratamento quimioterápico ou este está sendo realizado em outra cidade. O número total de crianças atendidas nos últimos anos não foi fornecido, tão pouco foi liberada a informação de números de óbitos por neoplasia.

Devido ao fato de que a maioria das crianças frequenta esse hospital apenas para acompanhamento e consultas periódicas, a frequência de tais crianças à brinquedoteca é esporádica, ocorrendo com intervalo de meses entre as consultas e não são oferecidas atividades físicas.

DISCUSSÃO

Mesmo já havendo na literatura indicações de que a criança com câncer poderá ter benefício com a prática de atividades físicas, tais como, melhora sobre a capacidade física e a qualidade de vida, diminuição dos níveis de fadiga (Jarden et al., 2013; Perondi et al., 2012; Yeh et al., 2011), melhoras significativas em relação à aspectos motores (Marchese, Chiarello, & Lange, 2004; San Juan, Fleck et al., 2007), aspectos fisiológicos (Chamorro-Viña et al., 2010; San Juan et al., 2008) e aspectos psicológicos (Speyer et al., 2010), ainda não há no município a oferta de oportunidades para que estas crianças realizem tais atividades. Apesar de haver cinco instituições que atendem crianças com câncer na referida cidade, apenas duas delas possuem espaço para prática de atividades físicas e nenhuma destas instituições oferece tais atividades.

Isto é preocupante porque não se trata apenas de deixar de ter prováveis benefícios, mas também de não ser levado em consideração prejuízos que a falta dessas atividades pode causar, como diminuição das capacidades funcionais e na qualidade de vida (San Juan, Chamorro-Viña et al., 2007), diminuição nos níveis de aptidão física e densidade mineral óssea (Bianco et al., 2014; Ullrich et al., 2010), diminuição dos níveis de atividade física (Gotte et al., 2014) e diminuição da capacidade cardiorrespiratória decorrente da diminuição dos níveis de atividade física e comportamento sedentário (Braam et al., 2016).

Vale lembrar também que Melo e Valle (2010) demostraram que a oferta de práticas motoras pode contribuir para adesão ao tratamento e melhorar as relações sociais que ocorrem durante a estada nas enfermarias. Assim, ao não se oferecer estas práticas perde-se uma possibilidade importante de auxiliar o desenvolvimento psicossocial destas crianças e conseguir melhor envolvimento no tratamento.

Avaliando as barreiras existentes para a realização da atividade física, Gotte et al. (2014) encontraram três categorias diferentes, sendo estas: problemas com aspectos físicos para a realização das atividades devido ao tratamento da doença, aspectos psicológicos afetados devido ao tratamento, como falta de vontade e medo, e problemas quanto a organização no hospital, como falta de espaço para a realização das atividades. No presente estudo, a negativa de autorização para visitas *in locu*, demonstra que nem todas as instituições estão abertas à indagações da comunidade científica, sendo ainda necessário maior contato entre centros de pesquisa e instituições desta cidade. Porém, como foi declarado que não havia espaço para prática de atividades físicas, não haveria um espaço a ser observado.

Mesmo em relação às instituições que possuem o espaço físico, a associação [1] não possui em sua equipe um profissional especializado e capacitado para oferecer atividades físicas aos pacientes oncológicos, sendo necessário repensar e reorganizar a equipe de trabalho.

E, apesar do hospital [5] possuir a brinquedoteca como espaço que poderia ser utilizado para promover atividades físicas, tal espaço não está dentro dos parâmetros dados pela lei número 11.104, de 21 de Março de 2005 em relação à estrutura física e materiais (Lei n. 11104, 2005), já que o espaço físico e os equipamentos para oferta de tais atividades é limitado.

De acordo com tal lei (Lei n. 11104, 2005), é necessário assegurar na brinquedoteca a provisão de espaço físico e de recursos materiais para o oferecimento de qualquer tipo de atividade.

O espaço dessa brinquedoteca é retangular, com aproximadamente três metros de comprimento por dois metros e meio de largura, com piso de linóleo. Apesar de haver mesas, cadeiras e poltronas, armários, *hack*, jogos de encaixe, pintura, boliche, carrinhos, televisão e *video game*, faltam recursos materiais para prática de atividades físicas. E, devido ao pequeno tamanho do espaço físico, disposição dos móveis e dos materiais e jogos, não há espaço livre para tais atividades.

Assim, percebe-se que as instituições ainda não estão adaptadas para inserir atividades físicas para as crianças com câncer nesta cidade, sendo necessário vencer as barreiras para oferecimento de tal prática, através, por exemplo, de divulgação de achados científicos sobre a prática de atividade física de crianças com câncer em congressos científicos, em palestras, encontros e informativos para a população.

Porém, a inserção de atividades físicas para crianças com câncer deve ser realizada com cautela, pois os estudos realizados são poucos e ainda não são conclusivos, já que os mesmos utilizaram metodologias diferentes, por exemplo, no tamanho e características da amostra ou no tipo e frequência dos exercícios.

Além disto, são necessários cuidados especiais, entre eles a supervisão especializada e o monitoramento das condições físicas dos pacientes (Jarden et al., 2013), e a adequação do esforço físico às capacidades físicas das crianças, observando-se o resultado da contagem de plaquetas das crianças, possíveis metástases ósseas, fadiga excessiva, febre ou anemia, os quais são fatores que podem inviabilizar a participação nestas atividades e cuidar da higienização de todos os materiais utilizados (Dubnov-Raz et al., 2015; Speyer et al., 2010).

Deve-se também adequar os exercícios físicos à faixa etária, para que se aumentem as chances da criança ser ativamente colaboradora de seu tratamento, incluindo-se o elemento lúdico, como também recomendado para tratamentos pediátricos em todas as enfermarias (Lei n. 11104, 2005).

CONCLUSÕES

Apesar de haver na referida cidade instituições que oferecem apoio e tratamento às crianças com câncer, não há o oferecimento de programas de atividades físicas. Apenas duas instituições têm instalações onde esta prática poderia ser oferecida. O espaço da brinquedoteca, existente no hospital, além de ser pouco aproveitado também está fora das recomendações legais, sendo pequeno e não contendo os espaços e equipamentos previstos.

Portanto, embora a literatura já apresente dados que apontam para prejuízos do baixo nível de atividade física de crianças com câncer e benefícios da prática de exercícios físicos, ainda faz-se necessário pensar estratégias e programas que envolvam a prática motora nestas instituições.

No entanto, como ainda não foram estabelecidos protocolos de exercícios físicos a serem introduzidos como coadjuvante para a terapia, são necessários novos estudos para que se possa esclarecer melhor o papel do exercício físico em casos de câncer infantil.

FONTES DE FINANCIAMENTO

CAPES, FAE-UNIMEP, PIBIC.

REFERÊNCIAS

Antônio Cândido de Camargo Cancer Center. (2015). *Tudo Sobre Câncer*. Disponível em http://www.accamargo.org.br/

Battaglini, C. L., Hackney, A. C., Garcia, R., Groff, D., Evans, E., & Shea, T. (2009). The effects of an exercise program in leukemia patients. *Integrative Cancer Therapies, 8*(2), 130-138. doi:10.1177/1534735409334266

Bianco, A., Patti, A., Thomas, E., Palma, R., Maggio, M. C., Paoli, A., & Palma, A. (2014). Evaluation of fitness levels of children with a diagnosis of acute leukemia and lymphoma after completion of chemotherapy and autologous hematopoietic stem cell transplantation. *Cancer Medicine, 3*(2), 385-389. doi:10.1002/cam4.193

Braam, K. I., Van Dijk-Lokkart, E. M., Kaspers, G. J., Takken, T., Huisman, J., Bierings, M. B., ..., Veening, M. A. (2016). Cardiorespiratory fitness and physical activity in children with cancer. *Support Care Cancer, 24*, 2259-2268. doi:10.1007/s00520-015-2993-1

Cantarero-Villanueva, I., Fernández-Lao, C., Cuesta-Vargas, A. I., Del Moral-Avila, R., Fernández-de-Las-Peñas, C., & Arroyo-Morales, M. (2013). The effectiveness of a deep water aquatic exercise program in cancer-related fatigue in breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 94*(2), 221–230. doi:10.1016/j.apmr.2012.09.008.

Centro de Combate ao Câncer. (2015). *Tratamento: Efeitos colaterais*. Disponível em http://www.cccancer.net/efeitos-colaterais/

Chamorro-Viña, C., Ruiz, J. R., Santana-Sosa, E., Vicent, M. G., Madero, L., Pérez, M., ... Lucía, A. (2010). Exercise during hematopoietic stem cell transplant hospitalization in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 42*, 1045-1053. doi:10.1249/MSS.0b013e3181c4dac1

Choi, H. S., Chang, E. J., Lee, E. H., & Yang, H. R. (2016). Changes in bone health during the first year of cancer treatment in children. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Management of Musculoskeletal Health, pii*, S1094-6950(16)30007-5. doi:10.1016/j.jocd.2016.03.007

Cigogna, E. C., Nascimento, L. C., & Lima, R. A. G. (2010). Crianças e adolescente com câncer: experiências com a quimioterapia. *Revista Latinoamericana de Enfermagem, 18*(5), 1-9.

Dubnov-Raz, G., Azar, M., Reuveny, R., Katz, U., Weintraub, M., & Constantini, N. W. (2015). Changes in fitness are associated with changes in body composition and bone health in children after cancer. *Acta Pædiatrica, 104*, 1055-1061. doi:10.1111/apa.13052

Gotte, M., Kesting, S., Winter, C., Rosenbaum, D., & Boos, J. (2014). Comparison of self-reported physical activity in children and adolescents before and during cancer treatment. *Pediatric Blood Cancer, 61*, 1023-1028. doi:10.1002/pbc.24898

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). *Infográficos*. Disponível em www.ibge.gov.br

Instituto Nacional de Câncer. (2016). *Estimativa 2016: Incidência de Câncer no Brasil*. Disponível em http://www.inca.gov.br/estimativa/2016/estimativa-2016-v11.pdf

Jarden, M., Adamsen, L., Kjeldsen, L., Birgens, H., Tolver, A., Christensen, J. F., ... Møller, T. (2013). The emerging role of exercise and health counseling in patients with acute leukemia undergoing chemotherapy during outpatient management. *Leukemia Research, 37*, 155-161. doi:10.1016/j.leukres.2012.09.001

Klanjsek, P., & Pajnkihar, M. (2016). Causes of inadequate intake of nutrients during the treatment of children with chemotherapy. *European Journal of Oncology Nursing, 23*(1) 24-33. doi:10.1016/j.ejon.2016.03.003

Lei n. 11.104, de 21 de março de 2005 (2005). Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de brinquedotecas nas unidades de saúde que ofereçam atendimento pediátrico em regime de internação. Brinquedoteca Hospitalar. Brasília, DF.

Madden, J., Mowry, P., Gao, D., Cullen, M. P., & Foreman, N. K. (2010). Creative arts therapy improves quality of life for pediatric brain tumor patients receiving outpatient chemotherapy. *Journal of Pediatric Oncology Nursing, 27*, 133–145. doi:10.1177/1043454209355452

Marchese, V. G., Chiarello, L. A., & Lange, B. J. (2004). Effects of physical therapy intervention for children with acute lymphoblastic leukemia. *Pediatric Blood Cancer, 42*, 127-133. doi:10.1002/pbc.10481

Melo, L. L., & Valle, E. R. M. (2010). A brinquedoteca como possibilidade para desvelar o cotidiano da criança com câncer em tratamento ambulatorial. *Revista Escola Enfermagem USP, 44*(2), 517-525.

Peddle-McIntyre, C. J., Bell, G., Fenton, D., McCargar, L., & Courneya, K. S. (2012). Feasibility and preliminary efficacy of progressive resistance exercise training in lung cancer survivors. *Lung Cancer, 75*(1), 126-32. doi:10.1016/j.lungcan.2011.05.026.

Perdikaris, P., Merkouris, A., Patiraki, E., Tsoumakas, K., Vasilatou-Kosmidis, E., & Matziou, V. (2009). Evaluating cancer related fatigue during treatment according to children's, adolescents' and parents' perspectives in a sample of Greek young patients. *European Journal of Oncology Nursing, 13*(1), 399–408. doi:10.1016/j.ejon.2009.06.003

Perondi, M. P., Gualano, B., Artioli, G. G., Painelli, V. S., Filho, V. O., Netto, G., ... Pinto, A. L. S. (2012). Effects of a combined aerobic and strength training program in youth patients with acute lymphoblastic leukemia. *Journal Sports Science Medicine, 11*, 387–392.

Quist, M., Rorth, M., Langer, S., Jones, L. W., Laursen, J. H., Pappot, H., ... Adamsen, L. (2012). Safety and feasibility of a combined exercise intervention for inoperable lung cancer patients undergoing chemotherapy: a pilot study. *Lung Cancer, 75*(1), 203-208. doi:10.1016/j.lungcan.2011.07.006

San Juan, A. F., Chamorro-Viña, C., Maté-Muñoz, J. L., Cardona, C., Hernández, M., Madero, L., ... Lucía, A. (2007). Functional capacity of children with leukemia. *International Journal of Sports Medicine, 28*, 01-05. doi:10.1055/s-2007-964908

San Juan, A. F., Chamorro-Viña, C., Moral, S., Valle, M. F., Madero, L., Ramírez, M., ... Lucía, A. (2008). Benefits of intrahospital exercise training after pediatric bone marrow transplantation. *International Journal of Sports Medicine, 29*(5), 439-446. doi: 10.1055/s-2007-965571

San Juan, A. F., Fleck, S. J., Chamorro-Viña, C., Mate, J. L., Moral, S., García-Castro, J., ... Lucía, A. (2007). Early-phase adaptations to intrahospital training in strength and functional mobility of children with leukemia. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 21*(1), 173-177.

Segal, R. J., Reid, R. D., Courneya, K. S., Sigal, R. J., Kenny, G. P., Prud'Homme, D. G., ... Slovinec D'Angelo, M. E. (2009). Randomized controlled trial of resistance or aerobic exercise in men receiving radiation therapy for prostate cancer. *Journal of Clinical Oncology, 27*(3), 344-351. doi:10.1200/JCO.2007.15.4963

Severino, A. J. (2007). *Metodologia da pesquisa científica: Revista e atualizada* (23ª Ed.) São Paulo: Cortez.

Speyer, E., Herbinet, A., Vuillemin, A., Briançon, S., & Chastagner, P. (2010). Effect of adapted physical activity sessions in the hospital on health-related quality of life for children with cancer: a cross-over randomized trial. *Pediatric Blood Cancer 55*(6), 1160-1166. doi:10.1002/pbc.22698

Suh, E. E., Kim, H., Kang, J., Kim, H., Park, K. O., Jeong, B. L., ... Jekal, M. (2013). Outcomes of a culturally responsive health promotion program for elderly Korean survivors of gastrointestinal cancers: A randomized controlled trial. *Geriatric Nursing, 34*(1), 445-452. doi:10.1016/j.gerinurse.2013.09.007

Tan, S. Y., Poh, B. K., Chong, H. X., Ismail, M. N., Rahman, J., Norimah, A. K., ... Zarina, A. L. (2013). Physical activity of pediatric patients with acute leukemia undergoing induction or consolidation chemotherapy. *Leukemia Research, 37*, 14-20. doi:10.1016/j.leukres.2012.09.005

Ullrich, C. K., Dussel, V., Hilden, J. M., Sheaffer, J. W., Moore, C. L., Berde, C. B., & Wolfe, J. (2010). Fatigue in children with cancer at the end of life. *Journal of Pain and Symptom Management, 40*(4), 483 – 494. doi:10.1016/j.jpainsymman.2010.02.020

World Health Organization. (2015). *Fact sheet n° 297.* Disponível em http://www.who.int/topics/cancer/en/

Yeh, C. H., Wai, J. P. M., Lin, U. S., & Chiang, Y. C. (2011). A pilot study to examine the feasibility and effects of a home-based aerobic program on reducing fatigue in children with acute lymphoblastic leukemia. *Cancer Nursing, 34*(1), 3-12. doi:10.1097/NCC.0b013e3181e4553c

Yilmaz, H. B., Gerçeker, G. O., & Muslu, G. K. (2016). Evaluating the cancer related fatigue by children, mothers, and nurses in Turkish pediatric oncology patients. *European Journal of Oncology Nursing, 23*, 66-71. doi:10.1016/j.ejon.2016.05.002

REVISTA
PORTUGUESA
DE CIÊNCIAS
DO DESPORTO

2017/S4A

U.PORTO
FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

U.PORTO

FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DO DESPORTO

2017\54A