

ISSN 1413-3555

bjpt Brazilian Journal of Physical Therapy

BJPT Brazilian Journal of
Physical Therapy

.....
2014 Sept-Oct; 18(5)

2014 Sept-Oct; 18(5)

àbràpg·ft:::

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA
E PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

BJPT Brazilian Journal of Physical Therapy

FINANCIAL SUPPORT



COFFITO

Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional



CREFITO-3

Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da 3ª Região

FAPEMIG

FAPESP

UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

UFES



FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CNPq

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



CAPES

Ministério da Educação

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

EDITORS

Débora Bevilaqua Grossi – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP, Brazil

Sérgio Teixeira Fonseca – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

ADMINISTRATIVE EDITOR

Aparecida Maria Catai – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

INTERNATIONAL EDITOR

David J. Magee – University of Alberta - Canada

LIBRARIAN AND GENERAL COORDINATOR

Dormélia Pereira Cazella – FAL/ Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

SPECIALIST EDITORS

Ana Beatriz de Oliveira – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Ana Cláudia Mattiello-Sverzut – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP, Brazil

Anamaria Siriani de Oliveira – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP, Brazil

Anielle Cristhine de Medeiros Takahashi – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Audrey Borghi e Silva – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Christina Danielli Coelho de Moraes Faria – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

Elaine Caldeira de Oliveira Guirro – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP, Brazil

Francisco Albuquerque Sendin – Universidad de Salamanca - Spain

Helenice Jane Gote Gil Coury – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Hugo Celso Dutra de Souza – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP, Brazil

Isabel Camargo Neves Sacco – Universidade de São Paulo - São Paulo, SP, Brazil

João Luiz Quagliotti Durigan – Universidade de Brasília - Brasília, DF, Brazil

Leani Souza Máximo Pereira – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

Leonardo Oliveira Pena Costa – Universidade Cidade de São Paulo - São Paulo, SP, Brazil

Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

Marisa Cotta Mancini – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

Nivaldo Antonio Parizotto – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Patrícia Driusso – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Paula Lanna Pereira da Silva – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

Paula Rezende Camargo – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Pedro Dal Lago – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - Porto Alegre, RS, Brazil

Rosana Ferreira Sampaio – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

Stela Márcia Mattiello – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Tatiana de Oliveira Sato – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Thiago Luiz de Russo – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP, Brazil

Verônica Franco Parreira – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brazil

BRAZILIAN EDITORIAL BOARD

Ada Clarice Gastaldi – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP

Amélia Pasqual Marques – Universidade de São Paulo - São Paulo, SP

Ana Cláudia Muniz Rennó – Universidade Federal de São Paulo - Santos, SP

André Luiz Felix Rodacki – Universidade Federal do Paraná - Curitiba, PR

Anna Raquel Silveira Gomes – Universidade Federal do Paraná - Matinhos, PR

Armêlo Dornelas de Andrade – Universidade Federal do Pernambuco - Recife, PE

Carlos Marcelo Pastre – Universidade Estadual Paulista - Presidente Prudente, SP

Celso Ricardo Fernandes de Carvalho – Universidade de São Paulo - São Paulo, SP

Cláudia Santos Oliveira – Universidade Nove de Julho - São Paulo, SP

Cristiane Shinohara Moriguchi – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP

Cristina Maria Nunes Cabral – Universidade Cidade de São Paulo - São Paulo, SP

Daniela Cristina Carvalho de Abreu – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP

Dirceu Costa – Universidade Nove de Julho - São Paulo, SP

Ester da Silva – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP

Fábio de Oliveira Pitta – Universidade Estadual de Londrina - Londrina, PR

Fátima Valéria Rodrigues de Paula – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG

Guilherme Augusto de Freitas Fregonezi – Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal, RN

Jefferson Rosa Cardoso – Universidade Estadual de Londrina - Londrina, PR

João Carlos Ferrari Corrêa – Universidade Nove de Julho - São Paulo, SP

José Angelo Barela – Universidade Cruzeiro do Sul - São Paulo, SP

Josimari Melo de Santana – Universidade Federal de Sergipe - Aracaju, SE

Juliana de Melo Ocarino – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG

Luciôla da Cunha Menezes Costa – Universidade Cidade de São Paulo - São Paulo, SP

Luis Vicente Franco de Oliveira – Universidade Nove de Julho - São Paulo, SP

Luiz Carlos Marques Vanderlei – Universidade Estadual Paulista - Presidente Prudente, SP

Luzia Iara Pfeifer – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP

Marco Aurélio Vaz – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS

Naomi Kondo Nakagawa – Universidade de São Paulo - São Paulo, SP

Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP

Paulo de Tarso Camillo de Carvalho – Universidade Nove de Julho - São Paulo, SP

Raquel Rodrigues Britto – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG

Renata Noce Kirkwood – Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG

Ricardo Oliveira Guerra – Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal, RN

Richard Eloin Liebano – Universidade Cidade de São Paulo - São Paulo, SP

Rinaldo Roberto de Jesus Guirro – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP

Rosane Mattioli – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP

Rosimeire Simprini Padula – Universidade Cidade de São Paulo - São Paulo, SP

Sara Lúcia Silveira de Menezes – Centro Universitário Augusto Motta - Rio de Janeiro, RJ

Simone Dal Corso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS

Stella Maris Michaelson – Universidade do Estado de Santa Catarina - Florianópolis, SC

Tania de Fátima Salvini – Universidade Federal de São Carlos - São Carlos, SP

Thais Cristina Chaves – Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, SP

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Alan M. Jette – Boston University School of Public Health - USA

Chukuka S. Enwemeka – University of Wisconsin - USA

Edgar Ramos Vieira – Florida International University - USA

Gert-Ake Hansson – Lund University - SWEDEN

Janet Carr – University of Sydney - AUSTRALIA

Kenneth G. Holt – Boston University - USA

LaDora V. Thompson – University of Minnesota - USA

Liisa Laakso – Griffith University - AUSTRALIA

Linda Fetters – University of Southern California - USA

Paula M. Ludewig – University of Minnesota - USA

Rik Gosselink – Katholieke Universiteit Leuven - BELGIUM

Rob Herbert – The George Institute for International Health - AUSTRALIA

Sandra Olney – Queen's University - CANADA

BJPT Brazilian Journal of **Physical Therapy**

.....

Journal affiliated with the

Associação Brasileira
de Editores Científicos



C O P E | COMMITTEE ON PUBLICATION ETHICS

àbrâpg·ft:::

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA
E PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

The Brazilian Journal of Physical Therapy is published by the Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia – ABRAPG-Ft (Brazilian Association for Research and Graduate Studies in Physical Therapy). Published since 1996, the Brazilian Journal of Physical Therapy adopts a peer review process. Each article is only published after it is accepted by the reviewers, who are maintained anonymous during the process.

The editors accept no responsibility for damage to people or property, which may have been caused by the use of ideas, techniques or procedures described in the material published by this journal.

The submission of articles presupposes that these articles, with the exception of extended summaries, have not been previously published elsewhere, nor submitted to any other publication.

The abbreviated title of the journal is **Braz J. Phys. Ther.** and this must be used in references, footnotes and bibliographic legends.

The Brazilian Journal of Physical Therapy is freely accessible at the homepage on the web: <http://www.scielo.br/rbfis>.

Mission

To publish original research articles on topics related to the areas of physical therapy and rehabilitation sciences, including clinical, basic or applied studies on the assessment, prevention, and treatment of movement disorders.

Indexed in



Cataloguing Card

Brazilian Journal of Physical Therapy / Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia. v. 1, n. 1 (1996). – São Carlos: Editora Cubo, 1996-

v. 18, n. 5 (Sept/Oct 2014).
Bimonthly
Continued Revista Brasileira de Fisioterapia
ISSN 1413-3555

1. Physical Therapy. 2. Studies. I. Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia.

Librarian: Dormélia Pereira Cazella (CRB 8/4334)

Contact Address

Brazilian Journal of Physical Therapy
Rod. Washington Luís, Km 235,
Caixa Postal 676, CEP 13565-905
São Carlos, SP - Brasil
+55(16) 3351-8755
contato@rbf-bjpt.org.br
www.rbf-bjpt.org.br

Technical and Administrative Support

Ana Paula de Luca
Leonor A. Saidel Aizza
Raquel Mariane da Silveira

Desktop Publishing and Editorial Consulting

editora cubo
soluções para o universo acadêmico

Printed in acid free paper.

No part of this publication can be reproduced or transmitted by any media, be it electronic, mechanical or photocopy, without the express authorization of the editors.

Systematic Review

- 385** Noninvasive ventilation and exercise tolerance in heart failure: A systematic review and meta-analysis

Daiana C. Bündchen, Ana I. Gonzáles, Marcos De Noronha, Ana K. Brüggemann, Sabrina W. Sties, Tales De Carvalho

Original Articles

- 395** Morphological aspects and Cox-2 expression after exposure to 780-nm laser therapy in injured skeletal muscle: an *in vivo* study
Natalia C. Rodrigues, Roberta Brunelli, Daniela C. C. Abreu, Kelly Fernandes, Nivaldo A. Parizotto, Ana C. M. Renno
- 402** Low back pain in adolescent and associated factors: A cross sectional study with schoolchildren
Mônica R. O. G. C. M. Silva, Ana Fátima V. Badaró, Marinel M. Dall'Agnol
- 410** Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines
Isabela M. B. S. Pessoa, Miguel Hourí Neto, Dayane Montemezzo, Luisa A. M. Silva, Armêle Dornelas De Andrade, Verônica F. Parreira
- 419** Effect of a single session of transcranial direct-current stimulation on balance and spatiotemporal gait variables in children with cerebral palsy: A randomized sham-controlled study
Luanda A. C. Grecco, Natália A. C. Duarte, Nelci Zanon, Manuela Galli, Felipe Fregni, Claudia S. Oliveira
- 428** Relationship among vaginal palpation, vaginal squeeze pressure, electromyographic and ultrasonographic variables of female pelvic floor muscles
Vanessa S. Pereira, Humberto S. Hirakawa, Ana B. Oliveira, Patricia Driusso
- 435** Influences of hand dominance on the maintenance of benefits after home-based modified constraint-induced movement therapy in individuals with stroke
Renata C. M. Lima, Lucas R. Nascimento, Stella M. Michaelsen, Janaine C. Polese, Natália D. Pereira, Luci F. Teixeira-Salmela
- 445** Influence of dual task and frailty on gait parameters of older community-dwelling individuals
Rita C. Guedes, Rosângela C. Dias, Leani S. M. Pereira, Sílvia L. A. Silva, Lygia P. Lustosa, João M. D. Dias
- 453** The Brazilian version of STarT Back Screening Tool – translation, cross-cultural adaptation and reliability
Bruna Pilz, Rodrigo A. Vasconcelos, Freddy B. Marcondes, Samuel S. Lodovichi, Wilson Mello, Débora B. Grossi
- 462** Early and current physical activity: relationship with intima-media thickness and metabolic variables in adulthood
Manoel C. S. Lima, Maurício F. Barbosa, Tiego A. Diniz, Jamile S. Codogno, Ismael F. Freitas Júnior, Rômulo A. Fernandes

Editorial Rules

Noninvasive ventilation and exercise tolerance in heart failure: A systematic review and meta-analysis

Ventilação não invasiva e tolerância ao exercício na insuficiência cardíaca:
Uma revisão sistemática e metanálise

Daiana C. Bündchen^{1,2}, Ana I. Gonzáles¹, Marcos De Noronha^{1,3},
Ana K. Brüggemann¹, Sabrina W. Sties¹, Tales De Carvalho¹

ABSTRACT | Background: Patients with heart failure (HF) usually develop exercise intolerance. In this context, noninvasive ventilation (NIV) can help to increase physical performance. **Objective:** To undertake a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials that evaluated the effects of NIV on exercise tolerance in patients with HF. **Method:** Search Strategy: Articles were searched in the following databases: Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scientific Electronic Library Online (SciELO), and MEDLINE. Selection Criteria: This review included only randomized controlled trials involving patients with HF undergoing NIV, with or without other therapies, that used exercise tolerance as an outcome, verified by the distance travelled in the six-minute walk test (6MWT), VO_{2peak} in the cardiopulmonary test, time spent in testing, and dyspnea. Data Collection and Analysis: The methodological quality of the studies was rated according to the PEDro scale. Data were pooled in fixed-effect meta-analysis whenever possible. **Results:** Four studies were selected. A meta-analysis including 18 participants showed that the use of NIV prior to the 6MWT promoted increased distance, [mean difference 65.29 m (95% CI 38.80 to 91.78)]. **Conclusions:** The use of NIV prior to the 6MWT in patients with HF may promote increased distance. However, the limited number of studies may have compromised a more definitive conclusion on the subject.

Keywords: heart disease; exercise intolerance; positive pressure.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Bündchen DC, Gonzáles AI, De Noronha M, Brüggemann AK, Sties SW, De Carvalho T. Noninvasive ventilation and exercise tolerance in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):385-394. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0039>

RESUMO | Contextualização: Pacientes com insuficiência cardíaca (IC) usualmente desenvolvem intolerância ao exercício. Nesse contexto, a ventilação não invasiva (VNI) pode auxiliar no incremento do desempenho físico. **Objetivo:** Realizar uma revisão sistemática e metanálise de ensaios controlados randomizados que avaliaram os efeitos da VNI na tolerância ao exercício em pacientes com IC. **Método:** Para a estratégia de busca, os artigos foram pesquisados nas seguintes bases de dados: *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *MEDLINE*. Critérios de seleção: foram incluídos somente ensaios controlados randomizados envolvendo pacientes com IC submetidos à VNI, associada ou não a outras terapias, os quais utilizaram como desfecho a tolerância ao exercício verificada pela distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6); VO_{2pico} no teste cardiopulmonar, tempo de permanência no teste e dispneia. Coleta de dados e análise: a qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada pela escala PEDro. Os dados foram agrupados em uma metanálise modelo *fixed effect*, quando possível. **Resultados:** Quatro estudos foram selecionados. Uma metanálise, incluindo 18 participantes, demonstrou que o uso de VNI prévio ao TC6 foi favorável ao aumento da distância percorrida, [diferença média 65,29m (IC95% 38,80 a 91,78)]. **Conclusões:** O uso de VNI prévio ao TC6 em pacientes com IC pode promover aumento na distância percorrida. No entanto, a falta de estudos pode ter comprometido uma conclusão mais categórica sobre o assunto.

Palavras-chave: doenças cardiovasculares; intolerância ao exercício; pressão positiva.

¹Núcleo de Cardiologia e Medicina do Exercício, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC, Brasil

²Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Araranguá, SC, Brasil

³LA trobe University, Physical Therapy Bendigo, Victoria, Australia

Received: 11/21/2013 Revised: 03/17/2014 Accepted: 03/31/2014

● Introdução

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome clínica complexa que resulta do comprometimento da capacidade de enchimento ou ejeção dos ventrículos^{1,2}, sendo que, em 60% dos casos em adultos, ocorre o comprometimento do ventrículo esquerdo¹.

A dispneia de esforço, denominada como intolerância ao exercício, é o principal sintoma da IC e está intimamente ligada à sua fisiopatologia². A compreensão dos mecanismos da intolerância ao exercício é primordial no tratamento da IC, uma vez que ela interfere diretamente no diagnóstico e traduz um mau prognóstico para o paciente³. Esses mecanismos são multifatoriais e ainda pouco compreendidos, dentre eles, evidencia-se a excessiva necessidade ventilatória - com mecânica ventilatória predominantemente restritiva, fadiga dos músculos inspiratórios, exacerbado ergorreflexo muscular, atividade simpática acentuada ou a combinação de alguns desses fatores³. Todos eles cooperam para o aumento do comando central motor aos músculos respiratórios, com consequente aumento da sensação de esforço e de fadiga, semelhante ao que se verifica na musculatura esquelética³.

Desse modo, a capacidade funcional encontra-se limitada não somente por fatores cardíacos, mas também devido à interação entre o complexo cardiopulmonar e o locomotor⁴. Respostas ventilatórias anormais, frequentemente comuns nesses pacientes⁴, quando somadas à disfunção muscular periférica, reduzem a capacidade do paciente de desempenhar tarefas de vida diária e prejudicam a sua qualidade de vida^{4,5}, afetando diretamente a condição de realizar exercício físico. Apesar de estudos demonstrarem benefícios diretos do treinamento físico regular em pacientes com IC por promoverem uma melhora progressiva da tolerância ao esforço⁶, aumento do consumo máximo de oxigênio (VO_2)⁷ e aumento da capacidade oxidativa da musculatura esquelética⁸, o fluxo sanguíneo dos músculos respiratórios tende a se elevar significativamente durante a prática de exercício devido à redistribuição do fluxo sanguíneo dos músculos locomotores⁹. Como consequência, ocorre a redução da oxigenação para a musculatura periférica e a elevação da concentração de lactato, aumentando a fadiga muscular⁹.

Nesse contexto, a ventilação não invasiva (VNI) pode reduzir esse trabalho respiratório e incrementar o desempenho físico desses pacientes¹⁰ por meio do aumento da oxigenação na microcirculação muscular periférica e melhora do fluxo sanguíneo local¹¹, além

de poder melhorar a oxigenação devido ao aumento da pressão transpulmonar, que facilita a ventilação alveolar¹². Da mesma forma, a VNI pode atuar no aumento da pressão intratorácica, com diminuição da pressão transmural do ventrículo esquerdo, reduzindo a pré-carga e pós-carga, auxiliando na melhora da função cardíaca e no alívio dos sintomas da IC¹³.

São conhecidas, como terapias de VNI, a pressão positiva contínua nas vias aéreas (*continuous positive airway pressure* - CPAP) e a pressão positiva em dois níveis de pressão (*Bi-level positive airway pressure*, comercialmente conhecido como BiPAP), que se caracterizam por promover uma pressão constante durante a inspiração e a expiração^{14,15} e pressão positiva inspiratória e expiratória^{16,17}, respectivamente.

Considerando que não há informação consensual sobre o resultado da utilização desses métodos na intolerância ao exercício, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática com metanálise de ensaios controlados randomizados que avaliaram os efeitos da VNI na tolerância ao exercício em pacientes com IC.

● Método

A revisão sistemática foi realizada conforme as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*¹⁸.

Critérios de inclusão

A presente revisão incluiu ensaios clínicos controlados e randomizados, realizados em pacientes com IC independente da classe funcional e etiologia. Critérios de inclusão: sujeitos com idade superior a 18 anos, sem doença pulmonar obstrutiva crônica associada ou distúrbios do sono, em uso de VNI, associada ou não a outras terapias, como o exercício físico. Os estudos deveriam analisar a tolerância ao exercício como desfecho primário, respondendo, no mínimo, a uma das seguintes variáveis: distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6), *shuttle test* ou consumo pico de oxigênio (VO_{2pico}), consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), tempo de exercício ou dispneia. Não houve restrição de idioma para as buscas, e todos os estudos incluídos foram traduzidos quando necessário e possível.

Critérios de exclusão

Estudos com processo de randomização pouco claro ou mal descritos; intervenções pouco claras,

mal descritas ou inadequadas; publicação somente em resumos.

Estratégias de busca

A busca por artigos científicos foi conduzida por pesquisadores independentes nas bases de dados eletrônicas MEDLINE (via OvidSP), PEDro e SciELO desde o início das bases até junho de 2013, sendo estruturada na forma PICO, acrônimo de paciente alvo, intervenção, controle, *outcome* (*desfecho*), baseada nas estratégias de busca conforme as recomendações PRISMA¹⁸. A procura foi baseada nas palavras do dicionário *Medical Subject Heading Terms* (MeSH), descritores e operadores booleanos. A primeira busca foi realizada na base de dados MEDLINE (via OvidSP) conforme segue: [(*heart failure/ or congestive heart failure.tw*) and (*CPAP ventilation.tw or continuous positive airway pressure/ or bilevel positive airway pressure.tw or positive pressure respiration/ or no invasive ventilation/ or CPAP*) and (*exercise/ or aerobic exercise/ or rehabilitation/*) and (*exercise tolerance/*)]. As buscas nas bases subsequentes sofreram adequações conforme a base de dados utilizada, e tais buscas podem ser solicitadas aos autores. Para complementar, foi realizada uma busca manual nas referências dos artigos incluídos.

Seleção dos estudos e qualidade metodológica

Dois examinadores independentes analisaram os resultados de pesquisa para encontrar estudos potencialmente elegíveis. Inicialmente foram selecionados de acordo com o título; em seguida, os resumos foram analisados, e apenas os que fossem potencialmente elegíveis foram selecionados. Com base nos resumos, artigos na íntegra foram adquiridos para a finalização dos estudos escolhidos. Em caso de desacordo entre avaliadores, um terceiro avaliador tomou a decisão sobre a elegibilidade do estudo em questão.

A qualidade metodológica dos estudos selecionados foi avaliada de acordo com a escala PEDro¹⁹. Essa é uma escala com 11 itens destinados a avaliar a qualidade metodológica – validade interna e informação estatística – de ensaios clínicos randomizados. Com exceção do primeiro, cada item respondido positivamente vale um ponto para a classificação geral final (0 a 10 pontos). Quando essa classificação não estava disponível no site de base de dados PEDro, dois avaliadores experientes analisaram o estudo independente e atribuíram uma classificação. As discrepâncias entre avaliadores foram solucionadas por um terceiro avaliador.

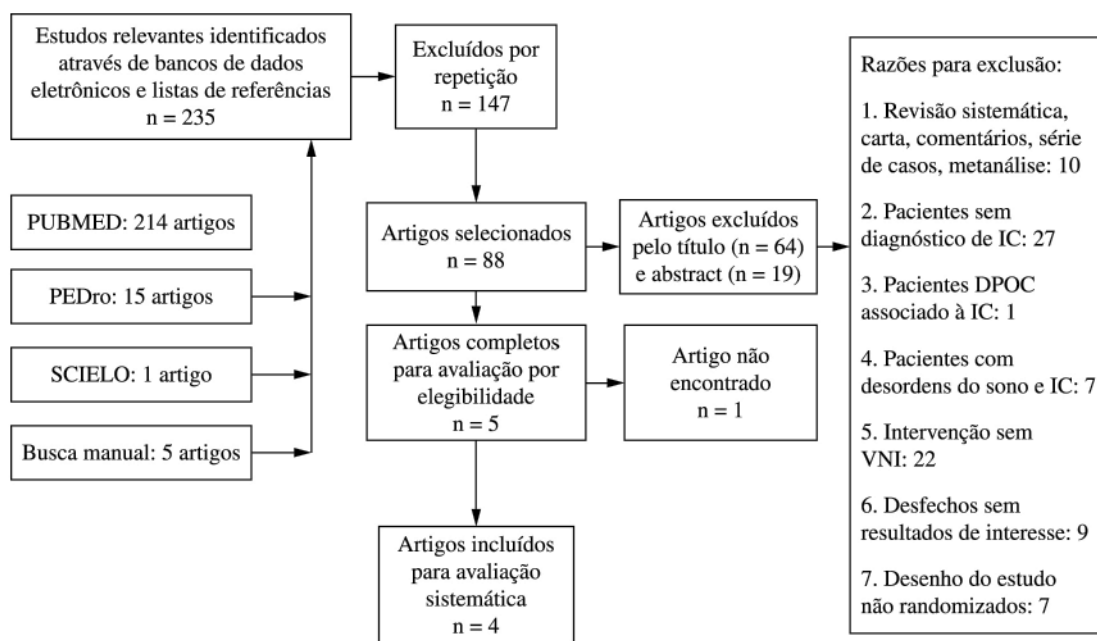


Figura 1. Fluxograma do processo de busca.

Extração dos dados e análise

A extração dos dados e análise foi realizada por dois autores de forma independente, foram representados em média e desvio padrão, e os resultados foram comparados por um terceiro autor para verificar a acurácia dos dados extraídos. Quando houve similaridade entre estudos quanto à intervenção utilizada, as características dos pacientes e as variáveis analisadas, uma metanálise foi realizada. Uma única metanálise foi possível, e os dados de média e desvio padrão dos estudos incluídos foram extraídos e convertidos em diferença de média (efeito de tratamento) e intervalo de confiança de 95% (IC 95%). A homogeneidade estatística entre os estudos foi avaliada por meio do valor teste de I^2 a fim de verificar se a pressão positiva utilizada no grupo CPAP, em comparação ao controle/placebo, influencia a resposta ao TC6. Considerando que, para a única metanálise possível, não se esperava heterogeneidade significativa, foi realizada utilizando-se o modelo de efeito fixo. Tal metanálise foi realizada com o *software Review Manager 5.2*. Os estudos que não permitiram realizar esse tipo de análise foram avaliados de forma individual, considerando a qualidade metodológica e os dados apresentados de cada estudo.

Resultados

Um total de 235 artigos foram identificados na pesquisa (Figura 1), 88 foram selecionados para avaliação de acordo com o título e seus respectivos resumos revisados. Com base nos resumos, cinco artigos foram elegíveis para uma revisão completa, e um total de quatro artigos cumpriram todos os critérios de inclusão (Tabela 1).

O tamanho amostral dos estudos incluídos variou de 12 a 22 sujeitos e, no total, envolveram 58 indivíduos. Quanto à comparação de terapêutica, o estudo de O'Donnell et al.²⁰ empregou o uso de diferentes modos de VNI e um grupo controle; Lima et al.⁵ e Chermont et al.⁴ utilizaram grupo controle e placebo, respectivamente, enquanto Wittmer et al.²¹ aplicaram outra forma de terapia para comparação com a VNI.

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos está descrita abaixo (Tabela 2).

Qualidade metodológica

Dos quatro estudos selecionados^{4,5,20,21}, dois encontravam-se indexados na Escala PEDro^{4,21} e apresentaram a pontuação disponível na base de

dados. Dois estudos^{5,20} foram pontuados de acordo com a leitura completa do artigo e consenso entre três revisores, que estipularam as pontuações correspondentes aos valores de 7 a 10 como estudos de alta qualidade; 5 e 6, de qualidade intermediária, e de zero a 4, de baixa qualidade.

Os escores variaram entre 4 e 6 pontos em uma escala de zero a 10 pontos. Todos os estudos perderam pontos nos itens relacionados ao cegamento do paciente e terapeuta, e somente dois cegaram o avaliador. O escore mínimo de 4 pontos foi observado em um estudo²⁰, e o escore máximo de 6 pontos foi observado somente no estudo de Lima et al.⁵.

Teste de caminhada de seis minutos

Dos quatro trabalhos que avaliaram pacientes com IC submetidos à VNI, com ou sem exercício, três avaliaram o TC6, e todos demonstraram resultados positivos^{4,5,21}. Wittmer et al.²¹ compararam durante 14 dias um programa de exercícios respiratórios associado ao CPAP (8 cmH₂O) por 30 minutos, com exercícios respiratórios somente; Chermont et al.⁴ compararam 30 minutos de CPAP (4 a 6 cmH₂O) versus placebo antes do TC6, e Lima et al.⁵ demonstraram que o uso do CPAP (10 cmH₂O) por 30 minutos prévios ao TC6 aumenta a distância percorrida quando comparado ao controle sem uso de CPAP (Tabela 1).

Consumo máximo/pico de oxigênio e tempo de exercício

Em nenhum dos estudos foi avaliado VO₂pico/max. O estudo de O'Donnell et al.²⁰ foi o único que avaliou o uso de VNI durante o teste de esforço, demonstrando que, nos mesmos indivíduos que fizeram o teste aleatoriamente com CPAP, pressão de suporte e sem nenhum suporte ventilatório não invasivo (controle), o tempo de permanência no teste foi semelhante ao com pressão suporte e CPAP, no entanto ocorreu diferença comparando pressão suporte ao controle.

Dispneia

Dois estudos avaliaram a dispneia no momento da execução do teste de capacidade funcional^{5,20}. O único em que se obteve melhora foi o de Lima et al.⁵, no qual os pacientes, quando utilizaram CPAP 30 minutos previamente ao TC6, apresentaram menor sensação de dispneia após a execução, quando comparados aos que realizaram o teste sem o uso de CPAP, avaliado pela escala de Borg²².

Tabela 1. Descrição dos estudos incluídos nesta revisão (valores de p para comparação entre grupos).

AUTOR e ANO	PARTICIPANTES	AVALIAÇÃO/ TEMPO DE INTERVENÇÃO	PROTOCOLO	TC6	VO _{2picomax}	Tempo TE	Dispneia
O'Donnell et al. ²⁰ 1999 [*]	Total=12 Homens=11 Mulheres=1	Durante e após TE	Durante TE: I1 (n=12) CPAP 4,8 cmH ₂ O I2 (n=12) PS 4,8 cmH ₂ O I3 (n=12) controle 1 cmH ₂ O	NA	NA	I1: 8,7±1,1 minutos I2: 10,1±1,5 minutos I3: 7,2±1,0 minutos I1 vs I2 (p>0,05) I1 vs I3 (p>0,08) I2 vs I3 (p<0,01)	I1: 5,1±0,5 I2: 5,5±0,5 I3: 5,2±0,5 I1 vs I2 (p>0,05) I1 vs I3 (p>0,05) I2 vs I3 (p>0,05)
Wittmer et al. ²¹ 2006	Total=22 Homens=12 Mulheres=10	Pré, 4°, 9° e 14° dias de intervenção	2 sem; 1 x/dia G1 (n=12) CPAP 8 cmH ₂ O 30 minutos + exercícios respiratórios G2 (n=10) exercícios respiratórios	G1: 28% (18-38%) ^a G2: 0% (p<0,01)	NA	NA	NA
Chermont et al. ⁴ 2009 [*]	Total=12 Homens=8 Mulheres=4	Pré/Pós TC6'	I1 (n=12) CPAP 4 a 6 cmH ₂ O 30 minutos antes do TC6 I2 (n=12)= placebo 0 a 1 cm de H ₂ O antes do TC6	I1: 507±33m I2: 446±36m (p<0,001)	NA	NA	NA
Lima et al. ⁵ 2011	Total=12 Homens=8 Mulheres=4	Pré/Pós TC6'	G1 (n=6) CPAP 10 cmH ₂ O 30 minutos antes do TC6 G2 (n=6) TC6' sem CPAP prévio	G1: 534±89,9 G2: 420,6±73,8(p:0,03)	NA	NA	G1: 11±0,8 G2: 13±1,1 (p:0,009)

Distância percorrida; TC6: teste de caminhada de seis minutos; VO_{2picomax}: consumo pico de oxigênio ou consumo máximo de oxigênio; TE: teste de esforço; NA: Não Avaliado; CPAP: *Continuous Positive Airway Pressure*; PS: pressão suporte; sem.: semanas. ^aEstudo randomizado controlado cruzado (cross-over); G1: grupo1, G2: grupo2, I1: intervenção 1; I2: intervenção 2; I3: intervenção 3. ^berro-padrão.

Efeitos da VNI com modo CPAP na tolerância ao exercício no teste de caminhada de seis minutos

Embora três estudos^{4,5,21} tenham avaliado o TC6, os dados de apenas dois^{4,5} puderam ser agrupados para análise. A análise de heterogeneidade resultou em valor I^2 de 13% ($p=0,28$), o que demonstrou haver baixa heterogeneidade entre os estudos. A diferença encontrada foi de 65,29 (38,80 a 91,78), com um IC de 95%. Nota-se que um peso maior foi atribuído ao estudo de Chermont et al.⁴, correspondendo a 91,9%. Observa-se que esse resultado favoreceu o uso do CPAP na melhora da distância do TC6 (Figura 2).

● Discussão

Pacientes com IC usualmente apresentam dispneia e fadiga durante o exercício e/ou atividades de vida diária como principais sintomas clínicos^{2,4}. A progressão desses sintomas, que vinculam as alterações neuro-hormonais ao declínio da função ventricular no processo de remodelamento miocárdico e vascular e também ao aumento da congestão pulmonar, promove uma diminuição do nível de atividade física, provocando o descondicionamento físico²³. Isso contribui para elevar ainda mais os sintomas, a limitação para atividades de vida diária e a intolerância ao exercício, reduzindo

Tabela 2. Classificação metodológica dos artigos de acordo com a escala PEDro.

Critérios	O'Donnell et al. ²⁰	Wittmer et al. ²¹	Chermont et al. ⁴	Lima et al. ⁵
	1999	2006	2009	2011
Critérios de elegibilidade	Não	Sim	Não	Sim
Seleção randomizada	Sim	Sim	Sim	Sim
Alocação secreta	Não	Não	Não	Sim
Homogeneidade pré-tratamento	Não	Sim	Não	Sim
Sujeitos cegos	Não	Não	Não	Não
Terapeutas cegos	Não	Não	Não	Não
Avaliadores cegos	Não	Sim	Sim	Não
Acompanhamento adequado	Sim	Sim	Sim	Sim
Intenção de tratamento	Não	Não	Não	Não
Comparação entre grupos	Sim	Sim	Sim	Sim
Medidas pontuais e de variabilidade	Sim	Sim	Sim	Sim
TOTAL	4/10	6/10	5/10	6/10

O item critérios de elegibilidade não é somado na pontuação final.

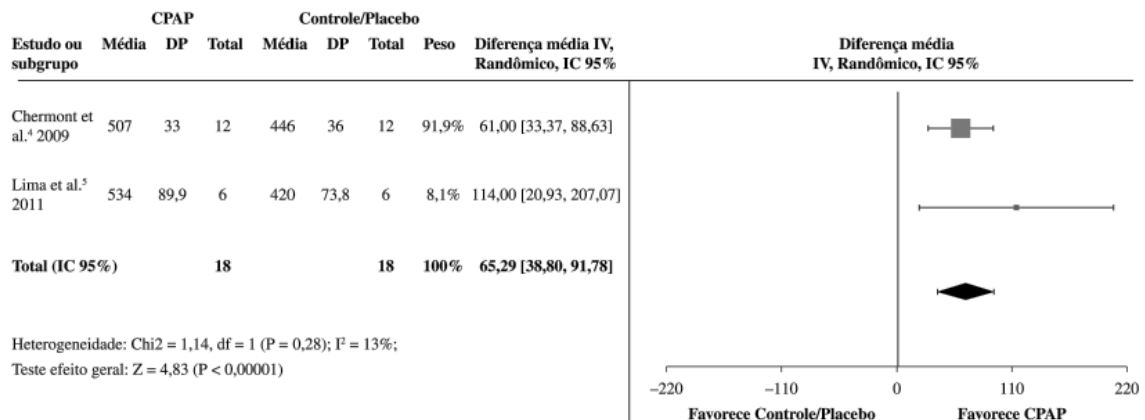


Figura 2. Forest plot dos resultados da metanálise. Comparação da intervenção utilizando pressão positiva com CPAP em comparação a um grupo controle/placebo para o desfecho teste de caminhada de seis minutos. Os valores apresentados são os efeitos médios (diferença entre as médias) e intervalo de confiança de 95%. O efeito médio foi calculado utilizando um modelo de efeito-fixado.

progressivamente a capacidade funcional, o que acarreta uma condição clínica frequente de alto custo, geralmente incapacitante e com mortalidade elevada¹.

A avaliação da capacidade funcional tem sido amplamente realizada em pesquisas e em condições clínicas nesses pacientes²⁴, sendo o TC6 um método simples de avaliação desse parâmetro, de baixo custo, capaz de reproduzir as atividades de vida diária²⁴, avaliar a tolerância ao exercício^{4,25}, determinar o grau de limitação funcional e proporcionar a obtenção de estratificações prognósticas^{25,26}.

A presente revisão sistemática com metanálise demonstrou que o efeito de uma única sessão de VNI com modo CPAP prévio ao exercício promoveu aumento da capacidade funcional, expressa pelo incremento da distância percorrida no TC6 em pacientes com IC^{4,5}.

A utilização de VNI pode ser capaz de promover a redução da pré e pós-carga dos ventrículos, aumentando a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (VE) e redução do consumo de oxigênio pelo miocárdio associado à produção de dióxido de carbono^{13,27}. A melhora na função cardiovascular pode ser verificada como uma consequência do aumento induzido pelo CPAP na pressão intratorácica, na qual a pressão positiva diminui as grandes variações na pressão pleural e, conseqüentemente, reduz a pressão transmural do VE, melhorando o desempenho contrátil do coração¹³. A VNI com CPAP também diminui a resistência vascular periférica, uma contribuição para redução da pós-carga do VE. No seu conjunto, esses efeitos podem causar diminuição na pressão arterial sistólica, embora a perfusão global do tecido periférico esteja elevada, o que demonstra uma maior eficiência cardiocirculatória¹³. No entanto, os efeitos ventilatórios e hemodinâmicos da aplicação de uma única sessão de VNI antes do esforço para aumentar a tolerância ao exercício ainda são parcialmente desconhecidos.

Chermont et al.⁴ demonstraram que a VNI com CPAP, além de aumentar a distância percorrida no TC6, reduziu a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) em repouso comparando-se ao grupo placebo, semelhante aos resultados encontrados por Acosta et al.²⁸. E, ainda, apresentou aumento da FC pico durante o TC6, demonstrando aumento da reserva cronotrópica, sugerindo que, na ampla variedade de respostas, essa participou do mecanismo responsável pelo aumento da capacidade de exercício. Até então, Reis et al.²⁹ haviam demonstrado que os efeitos agudos da utilização de CPAP tanto a 5 cmH₂O quanto a 10 cmH₂O promoveram melhora na modulação autonômica da FC em pacientes com

IC crônica²⁹. No entanto, não averiguaram se o efeito persistia após a retirada do suporte ventilatório não invasivo.

Apesar de Lima et al.⁵ não terem evidenciado efeitos significativos da realização prévia da pressão positiva em comparação ao grupo controle nos parâmetros hemodinâmicos (FC e PA) ao final do 6º minuto, na avaliação do duplo produto ao final do exercício, foram observados menores valores dessa propriedade fisiológica, bem como melhora da SpO₂ e menor dispnéia no grupo de pacientes que fizeram uso do CPAP previamente ao TC6. Essa condição remete ao fato de que a VNI pode ser capaz de melhorar previamente o desempenho do sistema cardiovascular e respiratório, de tal forma que, durante a realização do TC6, tais pacientes apresentaram um menor trabalho cardíaco.

Com relação ao suporte ventilatório não invasivo utilizado por um período mais prolongado, Wittmer et al.²¹ evidenciaram que o uso de CPAP associado a exercícios respiratórios por 14 dias consecutivos aumentou a distância percorrida no TC6 e a função pulmonar. Por diminuir a resistência de via aérea nos pacientes com IC, a pressão positiva aumenta a complacência pulmonar, melhora a troca gasosa, diminui o trabalho respiratório e reduz a limitação ao fluxo aéreo²¹. Tais resultados corroboram Yan et al.³⁰, demonstrando a capacidade da VNI em melhorar os parâmetros da função pulmonar e, dessa forma, possibilitar a realização do exercício de maneira mais eficaz³⁰. No entanto, uma análise criteriosa fica prejudicada pela inexistência de estudos semelhantes que possam reforçar a ideia de que sessões de CPAP repetidas diariamente seriam capazes de manter o efeito por um período prolongado.

O único estudo²⁰ que avaliou o uso de VNI durante um teste de esforço mostrou que o suporte ventilatório não invasivo reduziu o desconforto nos membros inferiores e aumentou a resistência ao exercício, sendo verificado incremento de 2,8 minutos no uso de pressão suporte (PS) durante o teste ergométrico comparado ao não uso de suporte ventilatório. Os autores relataram que o aumento do tempo de exercício poderia ser explicado pela diminuição do desconforto dos membros inferiores, o que foi verificado por meio da escala de Borg durante o uso de VNI. Outro possível mecanismo corroboram os achados de Borghi-Silva et al.¹¹ e O'Donnell et al.²⁰ que afirmam que a PS poderia melhorar a perfusão periférica e a fração de oxigenação muscular pela melhora do débito cardíaco e/ou pela alteração da distribuição vascular regional. No estudo de dez casos

realizado por Azevedo et al.³¹, em pacientes com IC, foi observada melhora significativa no tempo do teste ergoespirométrico, em média, de 2.55 minutos. Valores inferiores (1,38 minuto) foram observados por Steiner et al.³² na utilização de CPAP noturno (>6h) após aproximadamente oito meses de intervenção.

A capacidade funcional costuma ser avaliada pelo teste de esforço cardiopulmonar que mensura a tolerância ao exercício e auxilia no diagnóstico na IC³³. Nenhum dos estudos desta revisão avaliaram o $\text{VO}_2\text{max/pico}$, provavelmente porque foram de curta duração. Ainda, nenhum estudo utilizou VNI associada a um protocolo de exercícios, o que poderia contribuir para o aumento do $\text{VO}_2\text{max/pico}$, visto que esse desfecho é aprimorado pela prática de exercício físico regular, principalmente com intensidade de treinamento suficiente para gerar condicionamento cardiovascular, especialmente nessa população^{1,34,35}.

Dentre as variáveis analisadas, a dispneia é uma das mais importantes para o diagnóstico de doenças cardiorrespiratórias, visto que ela manifesta-se quando o paciente realiza suas atividades de rotina² e, em casos mais graves, pode progredir para situação em repouso¹. Dois estudos desta revisão avaliaram a dispneia^{5,20}, sendo que apenas o de Lima et al.⁵ demonstrou que o uso do CPAP por 30 minutos (10 cmH_2O) foi capaz de diminuir esse sintoma pós-TC6 em comparação com o grupo que não realizou a VNI prévia. Em estudo não randomizado de Bussoni et al.³⁶, 11 pacientes com IC foram submetidos ao TC6 antes e após o uso de CPAP (30 minutos; 10 cmH_2O), e foi observado que ocorreu menor dispneia ao final do segundo teste. Entretanto, pelo pequeno número de sujeitos, não podemos confirmar se esses resultados se reproduzem quando adicionado um número maior de participantes.

Outro ponto que necessita mais investigação é a pressão positiva ideal para promover aumento da tolerância ao exercício. Enquanto alguns autores defendem o valor de CPAP em 10 cmH_2O ³⁷, por promover recrutamento alveolar e ser eficaz nas trocas gasosas, outros defendem valores menores, como 6 cmH_2O ou o de melhor tolerância pelo paciente^{4,38}, por demonstrar melhora do débito cardíaco, com baixos níveis da CPAP.

Apesar de a grande maioria de estudos que avaliam o efeito da pressão positiva final, independente do desfecho, utilizar 10 cmH_2O ^{5,31,36,39,40}, e essa estar recomendada em consenso nacional de ventilação mecânica para pacientes com IC aguda³⁷, tais recomendações não são tão estabelecidas para pacientes estáveis que estão ou necessitam iniciar a prática de exercício físico.

Nesse contexto, nossa metanálise evidenciou que os valores de CPAP utilizados por Chermont et al.⁴ (4-6 cmH_2O) e Lima et al.⁵ (10 cmH_2O) foram favoráveis para promover aumento da distância percorrida no TC6. Apesar de a qualidade metodológica do estudo de Chermont et al.⁴ (5/10) ter sido inferior ao de Lima et al.⁵ (6/10), o maior peso dos resultados foi atribuído ao estudo de Chermont et al.⁴ (91,9%). Eles destacam que é possível que pacientes não se adaptem e não necessitem pressões próximas de 10 cmH_2O . Desse modo, de acordo com nossa metanálise, é possível sugerir que pressões mais baixas podem promover efeitos favoráveis quanto à tolerância ao exercício, evitando desconfortos que, muitas vezes, leva à falta de aderência ao tratamento.

Nossos achados demonstraram que não há estudos que tenham investigado a utilização de VNI com dois níveis de pressão (apenas pressão suporte²⁰) na tolerância ao exercício em pacientes com IC estável. Um dos motivos pode ser devido a esse modo ventilatório ser mais recente e também por ser preferencialmente utilizado em pacientes com presença de hipercapnia⁴¹.

Assim, os resultados desta metanálise sugerem que utilizar VNI no modo CPAP, 30 minutos antes do TC6 pode aumentar a tolerância ao exercício e que pressão positiva final abaixo de 10 cmH_2O também pode promover efeito benéfico no aumento da distância percorrida. Desse modo, nossos resultados podem ser utilizados como complemento importante para a literatura e para os profissionais que trabalham em serviços de reabilitação cardíaca.

Limitações do estudo

As limitações podem ser descritas em decorrência do número reduzido de estudos que puderam ser incluídos na revisão sistemática, uma vez que artigos indexados sobre o tema são escassos, o que repercutiu diretamente sobre a metanálise.

Apenas dois estudos puderam ser utilizados para uma única metanálise sobre o desfecho distância percorrida no TC6 e, embora tenha sido evidenciada baixa heterogeneidade, com resultados positivos no TC6, eles ainda são pouco precisos devido ao número de participantes ser pequeno. Da mesma forma, a qualidade metodológica dos estudos na Escala PEDro foram de intermediária a baixa, limitando uma resposta “segura”. Isso indica que qualquer estimativa de efeito é muito incerta, e é muito provável que uma pesquisa adicional tenha um impacto importante que altere a estimativa, sugerindo que novos estudos

deveriam ser realizados com um maior número de pacientes.

● Conclusão

Baseada na presente revisão com metanálise, sugere-se que o uso de VNI prévio ao TC6 em pacientes com IC pode promover aumento na distância percorrida. Entretanto, a falta de estudos pode ter interferido em uma análise mais completa dos efeitos da VNI na tolerância ao exercício nesses pacientes.

● Referências

- Bocchi EA, Marcondes-Braga FG, Ayub-Ferreira SM, Rohde LE, Oliveira WA, Almeida DR, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(1 Supl 1):1-71.
- Chua TP, Ponikowski P, Harrington D, Anker SD, Webb-Peploe K, Clark AL, et al. Clinical correlates and prognostic significance of the ventilatory response to exercise in chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1997;29(7):1585-90. [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(97\)00078-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(97)00078-8)
- Witte KK, Clark AL. Why does chronic heart failure cause breathlessness and fatigue? *Prog Cardiovasc Dis.* 2007;49(5):366-84. PMID:17329182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcad.2006.10.003>
- Chermont S, Quintão MM, Mesquita ET, Rocha NN, Nóbrega AC. Noninvasive ventilation with continuous positive airway pressure acutely improves 6-minute walk distance in chronic heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2009;29(1):44-8. PMID:19158587. <http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e3181927858>
- Lima ES, Cruz CG, Santos FC, Gomes-Neto M, Bittencourt HS, Reis FJFB, et al. Suporte ventilatório na capacidade funcional de pacientes com insuficiência cardíaca: estudo piloto. *Arq Bras Cardiol.* 2011;96(3):227-32. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000002>
- Piepoli MF, Conraads V, Corrà U, Dickstein K, Francis DP, Jaarsma T, et al. Exercise training in heart failure: from theory to practice: a consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Heart Fail.* 2011;13(4):347-57. PMID:21436360. <http://dx.doi.org/10.1093/eurjhf/hfr017>
- Van der Meer S, Zwerink M, Van Brussel M, Van der Valk P, Wajon E, Van der Palen J. Effect of outpatient exercise training programmes in patients with chronic heart failure: a systematic review. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2011 [Epub ahead of print]. PMID:21593055.
- Hambrecht R, Niebauer J, Fiehn E, Kälberer B, Offner B, Hauer K, et al. Physical training in patients with stable chronic heart failure: effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. *J Am Coll Cardiol.* 1995;25(6):1239-49 [http://dx.doi.org/10.1016/0735-1097\(94\)00568-B](http://dx.doi.org/10.1016/0735-1097(94)00568-B)
- Olson TP, Joyner MJ, Dietz NM, Eisenach JH, Curry TB, Johnson BD. Effects of respiratory muscle work on blood flow distribution during exercise in heart failure. *J Physiol.* 2010;588(13):2487-501. PMID:20457736 PMID:PMC2915522. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2009.186056>
- Ribeiro JP, Chiappa GR, Callegaro CC. The contribution of inspiratory muscles function to exercise limitation in heart failure: pathophysiological mechanisms. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(4):261-7. PMID:22801449. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000034>
- Borghi-Silva A, Carrascosa C, Oliveira CC, Barroco AC, Berton DC, Vilaça D, et al. Effects of respiratory muscle unloading on leg muscle oxygenation and blood volume during high-intensity exercise in chronic heart failure. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2008;294(6):2465-72. PMID:18375714. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpheart.91520.2007>
- Arzt M, Schulz M, Wensel R, Montalván S, Blumberg FC, Riegger GA, et al. Nocturnal continuous positive airway pressure improves ventilatory efficiency during exercise in patients with chronic heart failure. *Chest.* 2005;127(3):794-802. PMID:15764759. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.127.3.794>
- Naughton MT, Rahman MA, Hara K, Floras JS, Bradley TD. Effect of continuous positive airway pressure on intrathoracic and left ventricular transmural pressures in patients with congestive heart failure. *Circulation.* 1995;91(6):1725-31. PMID:7882480. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.91.6.1725>
- Ho KM, Wong K. A comparison of continuous and bilevel positive airway pressure non-invasive ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary edema: a meta-analysis. *Crit Care.* 2006;10(2):R49. PMID:16569254 PMID:PMC1550921. <http://dx.doi.org/10.1186/cc4861>
- Meduri GU. Noninvasive positive-pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *Clin Chest Med.* 1996;17(3):513-53. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-5231\(05\)70330-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-5231(05)70330-0)
- Passarini JNS, Zambon L, Morcillo AM, Kosour C, Saad IAB. Utilização da ventilação não invasiva em edema agudo de pulmão e exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica na emergência: preditores de insucesso. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012;24(3):278-83. PMID:23917830. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-507X2012000300012>
- Park M, Lorenzi-Filho G, Feltrim MI, Viecili PRN, Sangean MC, Volpe M, et al. Oxygen therapy, continuous positive airway pressure, or noninvasive bilevel positive pressure ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Arq Bras Cardiol.* 2001;76(3):226-30. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2001000300005>
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med.* 2009;151(4):264-9. PMID:19622511. <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2003;83(8):713-21. PMID:12882612.

20. O'Donnell DE, D'Arsigny C, Raj S, Abdollah H, Webb KA. Ventilatory assistance improves exercise endurance in stable congestive heart failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;160(6):1804-11. PMID:10588589. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.160.6.9808134>
21. Wittmer VL, Simoes GM, Sogame LC, Vasquez EC. Effects of continuous positive airway pressure on pulmonary function and exercise tolerance in patients with congestive heart failure. *Chest.* 2006;130(1):157-63. PMID:16840396. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.130.1.157>
22. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;4(5):337-81.
23. Francis GS. Pathophysiology of chronic heart failure. *Am J Med.* 2001;110(Suppl 7A):37S-46S. [http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343\(98\)00385-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343(98)00385-4)
24. Guimarães GV, Carvalho VO, Bocchi EA. Reproducibility of the self-controlled six-minute walking test in heart failure patients. *Clinics.* 2008;63(2):201-6. PMID:18438574 PMCID:PMC2664221. <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-59322008000200008>
25. Rubim VSM, Neto CD, Romeo JLM, Montera MW. Valor prognóstico do teste de caminhada de seis minutos na insuficiência cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2006;86(2):120-5. PMID:16501803. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2006000200007>
26. Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, Rogers WJ, McIntyre KM, Bangdiwala SI, et al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. SOLVD investigators. *JAMA.* 1993;270(14):1702-7. PMID:8411500. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1993.03510140062030>
27. Kaye DM, Mansfield D, Naughton MT. Continuous positive airway pressure decreases myocardial oxygen consumption in heart failure. *Clin Sci.* 2004;106(6):599-603. PMID:14756635. <http://dx.doi.org/10.1042/CS20030265>
28. Acosta B, DiBenedetto R, Rahimi A, Acosta MF, Cuadra O, Van Nguyen A, et al. Hemodynamic effects of noninvasive bilevel positive airway pressure on patients with chronic congestive heart failure with systolic dysfunction. *Chest.* 2000;118(4):1004-9. PMID:11035670. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.118.4.1004>
29. Reis MS, Sampaio LM, Lacerda D, De Oliveira LV, Pereira GB, Pantoni CB, et al. Acute effects of different levels of continuous positive airway pressure on cardiac autonomic modulation in chronic heart failure and chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Med Sci.* 2010;6(5):719-27. PMID:22419931. <http://dx.doi.org/10.5114/aoms.2010.17087>
30. Yan AT, Bradley TD, Liu PP. The role of continuous positive airway pressure in the treatment of congestive heart failure. *Chest.* 2001;120(5):1675-85. PMID:11713153. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.120.5.1675>
31. Azevedo JCM, Carvalho ERM, Feijó LA, Oliveira FP, Menezes SLS, Murad H. Efeitos da pressão positiva contínua nas vias aéreas na insuficiência cardíaca crônica. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(1):115-21. PMID:20563517. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010005000068>
32. Steiner S, Schueller PO, Schannwell CM, Hennersdorf M, Strauer BE. Effects of continuous positive airway pressure on exercise capacity in chronic heart failure patients without sleep apnea. *J Physiol Pharmacol.* 2007;58(Suppl 52):665-72. PMID:18204181.
33. Guazzi M. Normalization for peak oxygen uptake increases the prognostic power of the ventilatory response to exercise in patients with chronic heart failure. *Am Heart J.* 2003;146(3):542-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S0002-8703\(03\)00321-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-8703(03)00321-1)
34. Freyssin C, Verkindt C, Prieur F, Benaich P, Maunier S, Blanc P. Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of an 8-week, high-intensity interval training versus continuous training. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(8):1359-64. PMID:22446291. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.03.007>
35. McKelvie RS, Teo KK, Roberts R, McCartney N, Humen D, Montague T, et al. Effects of exercise training in patients with heart failure: the Exercise Rehabilitation Trial (EXERT). *Am Heart J.* 2002;144(1):23-30. PMID:12094184. <http://dx.doi.org/10.1067/mhj.2002.123310>
36. Bussoni MF, Diz NM, Guirado GN, Galera RM, Zanati SG, Matsubara BB. Efeitos agudos de CPAP na função diastólica ventricular esquerda e tolerância ao exercício na insuficiência cardíaca compensada. *Rev Bras Ecocardiogr Imagem Cardiovasc.* 2010;23(4):33-7.
37. Guilherme PPS, Reis MAS, Galas F, Park M, Franca S, Okamoto V. Ventilação mecânica não invasiva com pressão positiva. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. *J Bras Pneumol.* 2007;33(Supl 2):S92-105.
38. Quintão M, Chermont S, Marchese L, Brandão L, Bernardez SP, Mesquita ET, et al. Efeito agudo da pressão positiva contínua sobre a pressão de pulso na insuficiência cardíaca crônica. *Arq Bras Cardiol.* 2014;102(2):181-6. PMID:24676373 PMCID:PMC3987333.
39. Lenique F, Habis M, Lofaso F, Dubois-Randé JL, Harf A, Brochard L. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. *Am J Resp Crit Care Med.* 1997;155(2):500-5. PMID:9032185. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.155.2.9032185>
40. Bradley TD, Logan AG, Kimoff J, Sériès F, Morrison D, Ferguson K, et al. Continuous positive airway pressure for central sleep apnea and heart failure. *N Engl J Med.* 2005;353:2025-33. PMID:16282177. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoA051001>
41. Park M, Sangean MC, Volpe MS, Feltrim MI, Nozawa E, Leite PF, et al. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med.* 2004;32(12):2407-15. PMID:15599144. <http://dx.doi.org/10.1097/01.CCM.0000147770.20400.1>

Correspondence

Daiana Cristine Bündchen

Universidade do Estado de Santa Catarina
Centro de Ciências da Saúde e do Esporte
Núcleo de Cardiologia e Medicina do Exercício
Rua Pascoal Simone, 358, bloco C, Coqueiros
CEP 88080-350, Florianópolis, SC, Brasil
e-mail: daiacb.fisio@hotmail.com

Morphological aspects and Cox-2 expression after exposure to 780-nm laser therapy in injured skeletal muscle: an *in vivo* study

Natalia C. Rodrigues¹, Roberta Brunelli², Daniela C. C. Abreu³,
Kelly Fernandes⁴, Nivaldo A. Parizotto¹, Ana C. M. Renno⁴

ABSTRACT | Background: The effectiveness of low-level laser therapy in muscle regeneration is still not well known. **Objective:** To investigate the effects of laser irradiation during muscle healing. **Method:** For this purpose, 63 rats were distributed to 3 groups: non-irradiated control group (CG); group irradiated at 10 J/cm² (G10); and group irradiated at 50 J/cm² (G50). Each group was divided into 3 different subgroups (n=7), and on days 7, 14 and 21 post-injury the rats were sacrificed. **Results:** Seven days post-surgery, the CG showed destroyed zones and extensive myofibrillar degeneration. For both treated groups, the necrosis area was smaller compared to the CG. On day 14 post-injury, treated groups demonstrated better tissue organization, with newly formed muscle fibers compared to the CG. On the 21st day, the irradiated groups showed similar patterns of tissue repair, with improved muscle structure at the site of the injury, resembling uninjured muscle tissue organization. Regarding collagen deposition, the G10 showed an increase in collagen synthesis. In the last period evaluated, both treated groups showed statistically higher values in comparison with the CG. Furthermore, laser irradiation at 10 J/cm² produced a down-regulation of cyclooxygenase 2 (Cox-2) immunoexpression on day 7 post-injury. Moreover, Cox-2 immunoexpression was decreased in both treated groups on day 14. **Conclusions:** Laser therapy at both fluencies stimulated muscle repair through the formation of new muscle fiber, increase in collagen synthesis, and down-regulation of Cox-2 expression.

Keywords: collagen; cryolesion; cyclooxygenase 2; inflammation process; low-level laser therapy; physical therapy.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Rodrigues NC, Brunelli R, Abreu DCC, Fernandes K, Parizotto NA, Renno ACM. Morphological aspects and Cox-2 expression after exposure to 780-nm laser therapy in injured skeletal muscle: an *in vivo* study. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):395-401. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0057>

● Introduction

Innovative clinical approaches to accelerate muscle metabolism and to repair damage to muscle tissue are being developed, including low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS), pulsed electric magnetic field, and extracorporeal shock wave therapy¹. Low-level laser therapy (LLLT) is also a common modality used to treat skeletal muscle conditions²⁻⁴, and several studies have demonstrated that it is effective in reducing post-injury inflammatory processes, accelerating soft tissue healing, and stimulating the formation of new blood vessels^{5,6}. Furthermore, there is evidence that LLLT has positive effects on muscle tissue and muscle repair^{2,3}. It seems that laser therapy is able to increase myoblast motility and accelerate muscle fiber formation⁵. Also, Baptista et al.² demonstrated that 660 nm laser at 5 J/cm² promoted an increase in collagen IV immunolabeling in skeletal muscle 7 days after

injury. This result corroborates Renno et al.³, who also found that laser therapy was capable of decreasing the necrosis area and producing better tissue organization at the site of the injured muscle.

Recent studies have shown that LLLT can improve muscle regeneration through many biochemical process modulations, including the production of pro- and anti-inflammatory cytokines such as cyclooxygenase enzyme⁷, increased collagen synthesis, maintenance of the functional integrity of muscle fibers⁷, enhanced mitochondrial respiration, and adenosine triphosphate (ATP) formation⁴.

Despite the positive effects of LLLT on tissue regeneration, the mechanism by which this therapy acts on muscle tissues is not fully understood and, for many, its use as a treatment modality is still controversial⁸. Moreover, in the literature different

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brazil

² Departamento de Cirurgia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brazil

³ Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Sistema Locomotor, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brazil

⁴ Departamento de Biociências, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Santos, SP, Brazil

Received: 06/20/2013 Revised: 11/26/2013 Accepted: 02/10/2014

authors use a wide range of wavelengths and fluencies in the treatment of muscle injury, which makes it difficult to compare published results and determine an ideal treatment protocol. Almeida et al.⁹ suggest that laser radiation at infrared wavelength can penetrate better through human skin than red wavelength. This possibility was confirmed by Brunelli et al.¹⁰, who found positive results, such as more blood vessels, better organization of muscle fibers, high MyoD levels, and reduction of lesion area, using 780 nm LLLT with two different fluencies of 10 and 50 J/cm².

In this context and in an attempt to determine the best parameters, the aim of this study was to verify the effects of the LLLT parameters used by Brunelli et al.¹⁰, i.e. infrared 780 nm laser therapy at two different fluencies (10 and 50 J/cm²), on injured skeletal muscle by means of the histopathological, collagen, and Cox-2 immunoexpression analyses of aspects of structural support and the inflammatory process.

● Method

Animals

Sixty-three Wistar male rats (weighing 300±20 g) were used in the current study. They were kept under controlled temperature (22±2°C), light-dark periods of 12 hours, with free access to water and commercial diet. All animal handling and surgical procedures were conducted strictly according to the Guiding Principles for the Care and Use of Laboratory Animals. This study was approved by the Ethics Committee of Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brazil (protocol no. 068/2009). The animals were randomly distributed to 3 groups: non-irradiated control group (CG); group irradiated at 10 J/cm² (G10); and group irradiated at 50 J/cm² (G50). Each group was divided into 3 different subgroups (n=7) and on days 7, 14 and 21 post-injury, the rats were sacrificed.

Experimental design

Surgery

The animals were subjected to anesthesia with Xilazin (Syntec[®], 20 mg/kg, IP) and Ketamin (Agener[®], at 40 mg/kg, IP) and exposed to cryolesion of the right tibialis anterior (TA) muscle. The cryolesion consisted of two freeze-thaw cycles of the muscle in situ. Freezing was carried out by

applying the flat top end (0.5×0.5 cm) of a piece of iron, precooled in liquid nitrogen, to the surface on the middle belly of the muscle. This position was sustained for 10s (twice)¹¹. Once the muscles had thawed, the wounds were closed with polyamide threads (6-0), and thereafter, the animals were kept for several hours on a warm plate (37 °C) to prevent hypothermia.

Laser irradiation

A low-energy Ga-Al-As laser (MM Optics, São Carlos, SP, Brazil), 780 nm continuous wavelength, 4.0 mm² beam diameter, with 10 J/cm² (20 mW; 20 seconds of irradiation; total energy per point 0.4 J) and 50 J/cm² (40 mW; 50 seconds of irradiation; total energy per point 2 J), was used in this study. The irradiation was applied to one point above the area of the injury through the punctual contact technique. The treatments started 48 hours post-surgery and were performed 5 times/week (every 24 hours), followed by a 48-hour interval. On 7, 14, and 21 post-injury days, animals were sacrificed by CO₂ suffocation in order after their TA muscles had been extracted. Those irradiation regimens were selected to reproduce the same regimens used at the clinic.

Histopathological analysis

Muscles obtained from all experimental and control groups were washed immediately with saline and then fixed in 10% buffered neutral formalin solution. After fixation, the muscle tissue was embedded in paraffin. Then, five histological serial sections (5 µm) were obtained from the middle belly of each TA muscle and stained with hematoxylin and eosin (H&E stain, Merck). Histopathological evaluation was performed by an experienced pathologist (DAR) who was blinded to the treatment using a light microscope (Olympus Optical Co. Ltd., Tokyo, Japan) at 40x magnification. The qualitative analysis considered changes to the site of the injury, such as the presence of inflammatory processes, granulation tissue, necrosis area, focal or diffuse myofibrillar degeneration. Tissues undergoing hyperplastic, metaplastic and/or dysplastic changes were also investigated in each animal¹².

Collagen analysis

The amount of collagen at the site of the injury was measured through the picrosirius-polarization method¹³. The histological sections were stained with picrosirius red, which allows the assessment of structural changes to the new muscle fibers

under polarized light. This method also allows the quantitative evaluation of the stage of muscle organization based on the birefringence of the collagen fiber bundles after staining with picrosirius and hematoxylin.

Immunohistochemistry

Serial longitudinal muscle sections (4 μm) were deparaffinized in xylene and rehydrated in graded ethanol, then pretreated by microwave (Brastemp, SP, Brazil) with 10 mM citric acid buffer (pH=6) for 3 cycles of 5 min each at 850 W for antigen retrieval. The material was pre-incubated with 0.3% hydrogen peroxide in PBS for 5 min for inactivation of endogenous peroxidase, and then blocked with 5% normal goat serum in PBS solution for 10 min. The specimens were then incubated with anti-Cox-2 (Santa Cruz Biotechnology, USA) at a concentration of 1:400. Incubation was carried out overnight at 4 °C in the refrigerator and followed by two washes in PBS for 10 min. The sections were then incubated with biotin-conjugated secondary antibody (anti-rabbit immunoglobulin G - IgG) (Vector Laboratories, Burlingame, CA, USA) at a concentration of 1:200 in PBS for 1 hour. The sections were washed twice with PBS before the application of preformed avidin biotin complex conjugated to peroxidase (Vector Laboratories, Burlingame, CA, USA) for 45 min. The bound complexes were visualized by the application of a 0.05% solution of 3-3'-diaminobenzidine and counterstained with Harris hematoxylin. For control studies of antibodies, the serial sections were treated with rabbit IgG (Vector Laboratories, Burlingame, CA, USA) at a concentration of 1:200 in place of the primary antibody. Additionally, internal positive controls were performed with each staining bath.

Cox-2 immunorexpression was evaluated both qualitatively (presence of the immunomarkers) and quantitatively. Both analyses were performed in five predetermined fields using a light microscope (Leica Microsystems AG, Wetzlar, Germany) according to a previously described scoring scale from 1 to 4 (1=absent, 2=weak, 3=moderate, and 4=intense) for immunohistochemical analysis¹³⁻¹⁵. The analysis was performed by two observers (NCR and CT) in a blinded fashion.

Statistical analysis

Data from the picrosirius analysis were evaluated using two-way ANOVA, followed by the post-hoc Newman-Keuls test. The level of statistical significance was defined as $p < 0.05$, with statistical power of 95%. Statistical evaluation was carried out

using GraphPad Prism 4 (GraphPad Software, San Diego CA, USA).

Results

Histopathological findings

Seven days post-surgery, histopathological findings showed destroyed zones with the presence of significant multifocal cell recruitment, characterizing acute extensive myofibrillar degeneration in the CG (Figure 1-A). In the same way, the G10 presented diffuse cell recruitment and a smaller necrosis area compared to the CG (Figure 1-B). The G50 showed similar morphological findings compared to the CG (Figure 1-C).

On day 14 post-injury, the CG presented destroyed zones and high cell recruitment but less diffuse and more focal when compared to day 7 (Figure 1-D). In the G10, there was lower cell recruitment, an intense presence of newly formed muscle fibers and better tissue organization compared to the CG and G50 (Figure 1-E). Furthermore, the findings of the G10 were similar to those of the G50 (Figure 1-F).

On day 21 post-surgery, the histological findings of the CG showed a better structural tissue compared to days 7 and 14 (Figure 1-G). The G10 and G50 showed similar patterns of tissue repair, with an improved muscle structure at the site of the injury and tissue organization resembling that of a non-injured muscle (Figures 1H, 1I).

Collagen analysis

Seven days post-surgery, picrosirius analysis showed no significant differences among the 3 groups analyzed. Similarly, 14 days after surgery, collagen analysis revealed that there was no significant difference between the CG and G50. However, the G10 ($F(1,20)$, $p=0.03$) showed statistically higher values when compared to the G50. At 21 days, both treated groups, G10 ($F(1,20)$, $p=0.026$) and G50 ($F(1,20)$, $p=0.019$), had statistically higher values compared to the CG (Figure 2).

Immunohistochemistry

Cox-2 Immunorexpression

Cox-2 expression was consistently observed in the muscle fibers in all experimental groups. Seven days post-surgery, intense Cox-2 immunorexpression was observed in the muscle fibers of the CG (Figure 3-A) and the G50 (Figure 3-C). However, the

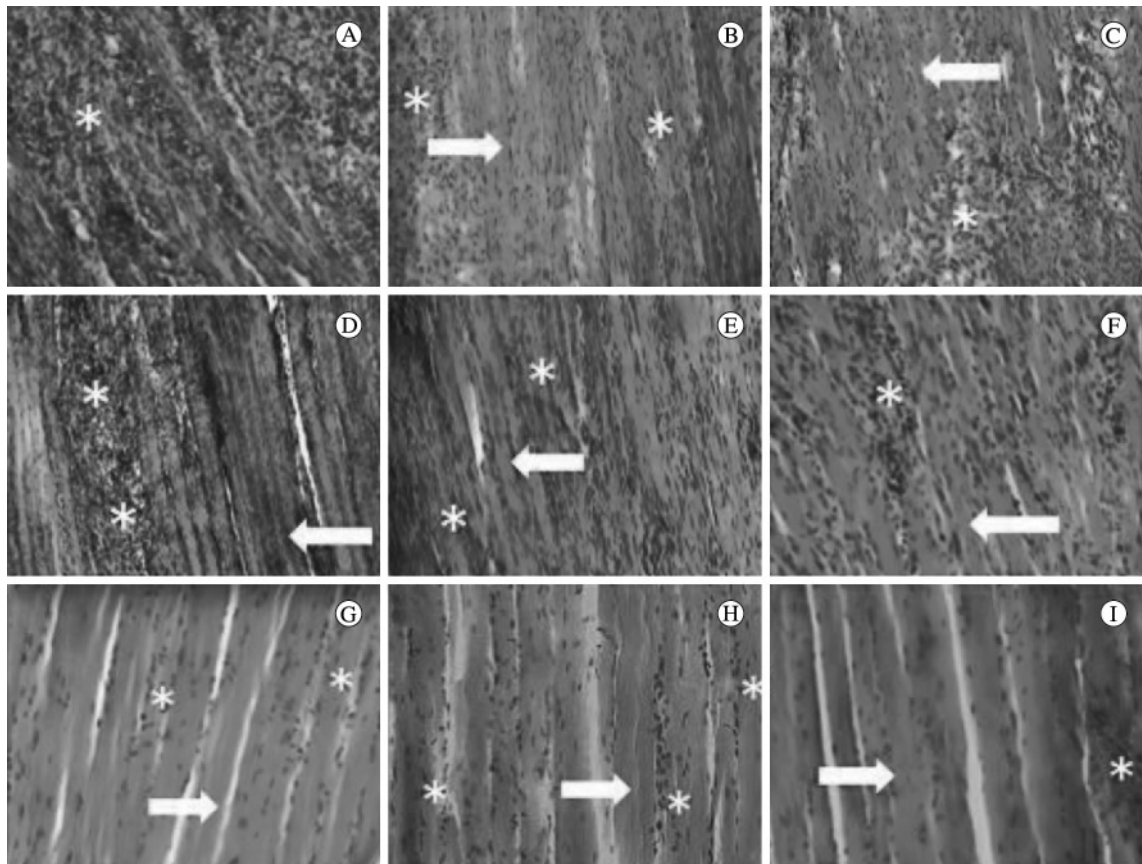


Figure 1. Injured muscle 7 days after surgery: (A) control group; (B) animals irradiated at 10 J/cm²; (C) animals irradiated at 50 J/cm². Injured muscle 14 days after surgery: (D) control group; (E) animals irradiated at 10 J/cm²; (F) animals irradiated at 50 J/cm². Injured muscle 21 days after surgery: (G) control group; (H) animals irradiated at 10 J/cm²; (I) animals irradiated at 50 J/cm². Asterisks indicate granulation tissue. Arrows indicating new fiber muscle. H&E stain. 10 X.

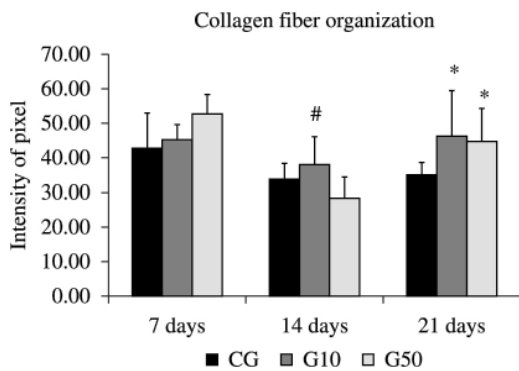


Figure 2. Mean and SD of the collagen evaluation. CG: control group; G10: animals irradiated at 10 J/cm²; G50: animals irradiated at 50 J/cm². **p*<0.05 vs. CG, # *p*<0.05 vs. G50, according to the Newman-Keuls test.

G10 presented only mild Cox-2 immunoreactivity at the site of the injury (Figure 3-B). Fourteen days post-injury, the CG showed higher Cox-2 immunoreactivity compared to the other experimental groups, especially at the nucleus of

the muscle fibers (Figure 3-D). Interestingly, both treated groups presented moderate expression for this immunomarker (Figures 3-E and 3-F). On day 21 post-injury, a decrease in Cox-2 immunoreactivity was observed in the injured muscle fibers of all groups (Figures 3-G, 3-H, and 3-I).

Quantitative immunohistochemistry analysis

Figure 4 shows the results of the quantitative analysis of the Cox-2 immunoreactivity. Seven days post-surgery, the G10 showed significantly lower Cox-2 immunoreactivity compared to the CG (*F*(7,22), *p*=0.002) and G50 (*F*(7,22), *p*=0.0008). Fourteen days post-surgery, the CG presented significantly higher Cox-2 immunoreactivity compared to the treated groups (*F*(7,22), *p*=0.002 for G10; *p*=0.0004 for G50). At this point, similar findings were observed for both laser-irradiated groups. Twenty-one days post-surgery, no difference was observed between the experimental groups (Figure 4).

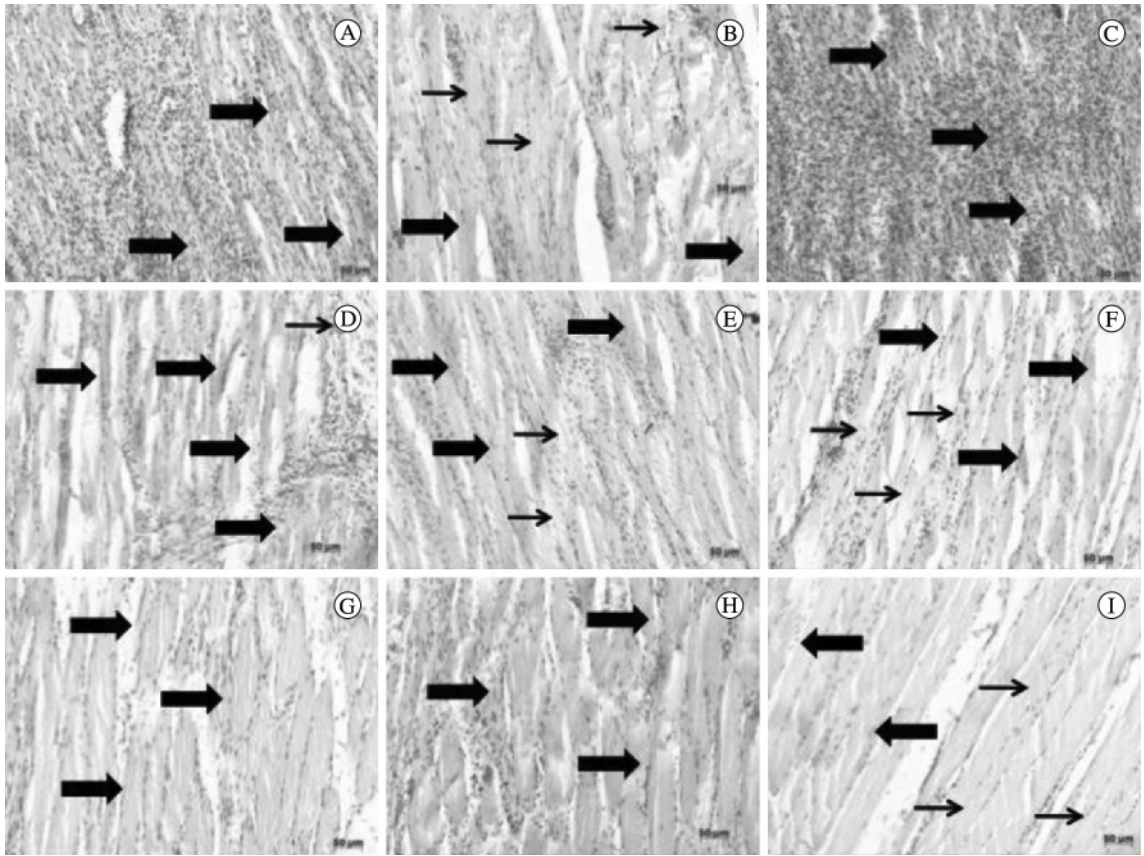


Figure 3. Immunohistochemistry for Cox-2 at 7 days after injury: control group (A); animals irradiated at 10 J/cm² (B); and animals irradiated at 50 J/cm² (C). At 14 days after injury: (D) control group; (E) animals irradiated at 10 J/cm²; (F) animals irradiated at 50 J/cm². At 21 days after the injury: (G) control group; (H) animals irradiated at 10 J/cm²; (I) animals irradiated at 50 J/cm². Thick arrows indicate Cox-2 positive cells and thin arrows indicate Cox-2 negative cells. Immunohistochemistry stain. 200X.

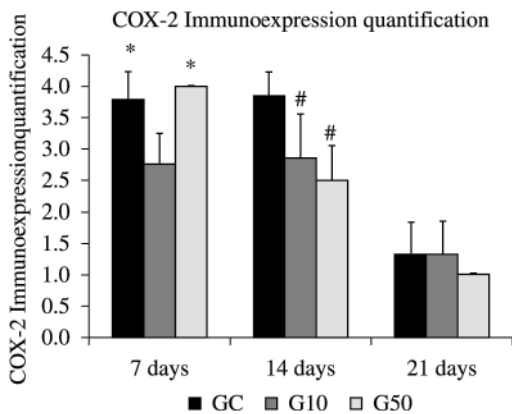


Figure 4. Quantitative evaluation of Cox-2 expression on days 7, 14, and 21 post-surgery. *vs G10; # vs CG and G50.

● Discussion

The aim of this study was to investigate the histomorphological aspects, collagen deposition, and Cox-2 expression after laser irradiation in the different phases of muscle healing. The main

results showed that laser irradiated animals showed a decrease in the inflammatory process, decrease in the area of necrosis, and better tissue organization at the site of the injury, especially on days 7 and 14 post-surgery. Moreover, the laser irradiated groups, especially G10, presented an increased amount of collagen and decreased Cox-2 immunoexpression.

The improved histomorphological aspects at the site of the injury, especially in the initial periods of repair, corroborate the results of Silveira et al.¹⁴, who found that LLLT (904 nm) at 5 J/cm² produced a significant increase in mitochondrial metabolism and in succinate dehydrogenase activities, which may have accelerated the muscle healing process. Also, Cressoni et al.⁶ found that AlGaInP laser treatment (785 nm) at 12 J/cm² produced a decrease in the number of leukocytes in the inflammatory infiltrate in injured muscles in rats. Rizzi et al.¹⁶ found that 904 nm laser at 5 J/cm² reduced the inflammatory response induced by trauma and it was capable of blocking the effects of reactive oxygen species (ROS) and the activation of NF-kappaB. Thus, the positive

effects of LLLT on modulation of the inflammatory process and stimulation of cell proliferation (such as myogenic precursor cells and fibroblasts) could result in improved tissue healing and better structure at the site of the lesion.

This study showed that LLLT produced an increase in the amount of collagen at site of injury in the last periods evaluated. Collagen fibers are the main components of the basal lamina and provide structural support for myofibers¹⁷. They also instruct the satellite cells, myoblasts, and myotubes to migrate, proliferate, and differentiate in muscle fibers⁶. These effects of LLLT on collagen metabolism are supported by other authors, such as Baptista et al.², who found that collagen VI was modulated by LLLT during muscle regeneration, which might be associated with the better tissue outcome. Cressoni et al.⁶ found that LLLT was able to accelerate the formation of connective tissue through the proliferation of fibroblasts and collagen fibers. Based on the findings of the present study, it can be suggested that the positive effects of LLLT on collagen metabolism, collagen fiber deposition, and fiber organization may have provided better support to new muscle fiber formation in the treated groups in the last period. Further studies are necessary to elucidate the issue, as well as specify the type of collagen.

Cox-2 immunoexpression was also evaluated. Cyclooxygenase is a key enzyme in the conversion of arachidonic acid into prostanoids. The expression of isoform cyclo-oxygenase-2 is relevant to many pathological processes, including inflammation, tissue repair, and ultimately carcinogenesis¹⁸. Our results showed a lower expression of Cox-2 in the group treated at 10 J/cm² in the first period when compared to other groups. Albertini et al.¹⁹ also found that LLLT reduced the expression of Cox-2 messenger RNA (mRNA) in the subplantar muscle of rat paws subjected to carrageenan-induced inflammation. Furthermore, a previous study conducted by our research group found evidence that LLLT was able to promote a down-regulation of Cox-2 after induced muscle injury using LLLT at 50 J/cm² for 6 sessions over 13 days³. We assumed that the down-regulation of Cox-2 is important because it attenuates the inflammatory process, inducing tissue repair in a short time period.

One crucial point that needs to be determined in the field of laser therapy is the set of parameters required for optimal stimulation of tissue repair within the clinical setting. The complexity of the parameters involved in LLLT (i.e. fluency, power, pulse or continuous wave mode, and polarization

state) has meant that a number of negative studies of LLLT as well as many positive studies have been published^{20,21}. Meanwhile, the optimal dose of light for any particular application has to be evaluated, because lower or higher doses than this optimum value will result in negative outcomes. These claims highlight the importance of studies exploring the effects of different wavelengths and energy densities on different tissues, in order to try to establish the safety of laser therapy and treatment parameters required for optimal stimulation²². It can be inferred from the present study that similar results in tissue healing were found by both fluencies employed.

In summary, this study shows that LLLT had positive effects on muscle repair in rats, mainly with high fluency at 50 J/cm². Although further studies and clinical trials are required, the findings of this study point to a promising use of this therapeutic modality for tissue repair.

● Acknowledgements

This work was supported by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasília, DF, Brazil.

● References

1. Minamoto VB, Bunho SR, Salvini TF. Regenerated rat skeletal muscle after periodic contusions. *Braz J Med Biol Res.* 2001;34(11):1447-52. PMID:11668355. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2001001100012>
2. Baptista J, Martins MD, Pavesi VC, Bussadori SK, Fernandes KP, Pinto DS Jr, et al. Influence of laser photobiomodulation on collagen IV during skeletal muscle tissue remodeling after injury in rats. *Photomed Laser Surg.* 2011;29(1):11-7. PMID:20701543. <http://dx.doi.org/10.1089/pho.2009.2737>
3. Renno AC, Toma RL, Feitosa SM, Fernandes K, Bossini PS, De Oliveira P, et al. Comparative effects of low-intensity pulsed ultrasound and low-level laser therapy on injured skeletal muscle. *Photomed Laser Surg.* 2011;29(1):5-10. PMID:21166589. <http://dx.doi.org/10.1089/pho.2009.2715>
4. Pinheiro AL, Soares LG, Aciole GT, Correia NA, Barbosa AF, Ramalho LM, et al. Light microscopic description of the effects of laser phototherapy on bone defects grafted with mineral trioxide aggregate, bone morphogenetic proteins, and guided bone regeneration in a rodent model. *J Biomed Mater Res A.* 2011;98(2):212-21. PMID:21548072. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.a.33107>
5. Amaral AC, Parizotto NA, Salvini TF. Dose-dependency of low-energy HeNe laser effect in regeneration of skeletal muscle in mice. *Lasers Med Sci.* 2001;16(1):44-51. PMID:11486338.

6. Cressoni MD, Dib Giusti HH, Casarotto RA, Anaruma CA. The effects of a 785-nm AlGaInP laser on the regeneration of rat anterior tibialis muscle after surgically-induced injury. *Photomed Laser Surg.* 2008;26(5):461-6. PMID:18800950. <http://dx.doi.org/10.1089/pho.2007.2150>
7. Pires D, Xavier M, Araújo T, Silva JA Jr, Aimbire F, Albertini R. Low-level laser therapy (LLLT; 780 nm) acts differently on mRNA expression of anti- and pro-inflammatory mediators in an experimental model of collagenase- induced tendinitis in rat. *Lasers Med Sci.* 2011;26:85-94. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-010-0811-z>
8. Alves AN, Fernandes KPS, Melo CAV, Yamaguchi RY, França CM, Teixeira DF, et al. Modulating effect of Low-level laser therapy on fibrosis in the repair process of the tibialis anterior muscle in rats. *Lasers Med Sci.* 2014;29(2):813-21. PMID:23982721. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-013-1428-9>
9. Almeida P, Lopes-Martins RAB, De Marchi T, Tomazoni SS, Albertini R, Correa JCF, et al. Red (660nm) and infrared (830nm) low-level laser therapy in skeletal muscle fatigue in humans: what is better? *Lasers Med Sci.* 2012;27:453-8. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-011-0957-3>
10. Brunelli RM, Rodrigues NC, Ribeiro DA, Fernandes K, Magri A, Assis L, et al. The effects of 780-nm low-level laser therapy on muscle healing process after cryolesion. *Lasers Med Sci.* 2014;29(1):91-6. PMID:23407900. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-013-1277-6>
11. Rodrigues NC, Brunelli R, De Araújo HS, Parizotto NA, Renno AC. Low-level laser therapy (LLLT) (660nm) alters gene expression during muscle healing in rats. *J Photochem Photobiol B.* 2013;120:29-35. PMID:23416710. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2013.01.002>
12. Shefer G, Partridge TA, Heslop L, Gross JG, Oron U, Halevy O. Low-energy laser irradiation promotes the survival and cell cycle entry of skeletal muscle satellite cells. *J Cell Sci.* 2002;115(Pt 7):1461-9. PMID:11896194.
13. Bossini PS, Renno AC, Ribeiro DA, Fangel R, Peitl O, Zanotto ED, et al. Biosilicate(R) and low-level laser therapy improve bone repair in osteoporotic rats. *J Tissue Eng Regen Med.* 2011;5(3):229-37. PMID:20925130. <http://dx.doi.org/10.1002/term.309>
14. Silveira PC, Silva LA, Fraga DB, Freitas TP, Streck EL, Pinho R. Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in muscle healing by low-level laser therapy. *J Photochem Photobiol B.* 2009;95(2):89-92. PMID:19232497. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2009.01.004>
15. Tim CR, Pinto KN, Rossi BR, Fernandes K, Matsumoto MA, Parizotto NA, et al. Low-level laser therapy enhances the expression of osteogenic factors during bone repair in rats. *Lasers Med Sci.* 2014;29(1):147-56. PMID:23515631. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-013-1302-9>
16. Rizzi CF, Mauriz JL, Freitas Correa DS, Moreira AJ, Zettler CG, Filippin LI, et al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) on the nuclear factor (NF)-kappaB signaling pathway in traumatized muscle. *Lasers Surg Med.* 2006;38(7):704-13. PMID:16799998. <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.20371>
17. Carmeli E, Moas M, Reznick AZ, Coleman R. Matrix metalloproteinases and skeletal muscle: a brief review. *Muscle Nerve.* 2004;29(2):191-7. PMID:14755482. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.10529>
18. Matsumoto MA, Ferino RV, Monteleone GF, Ribeiro DA. Low-level laser therapy modulates cyclo-oxygenase-2 expression during bone repair in rats. *Lasers Med Sci.* 2009;24(2):195-201. PMID:18309458. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-008-0544-4>
19. Albertini R, Aimbire F, Villaverde AB, Silva JA Jr, Costa MS. COX-2 mRNA expression decreases in the subplantar muscle of rat paw subjected to carrageenan-induced inflammation after low level laser therapy. *Inflamm Res.* 2007;56(6):228-9. PMID:17607546. <http://dx.doi.org/10.1007/s00011-007-6211-6>
20. Byrnes KR, Wu X, Waynant RW, Ilev IK, Anders JJ. Low power laser irradiation alters gene expression of olfactory ensheathing cells in vitro. *Lasers Surg Med.* 2005;37(2):161-71. PMID:16037971. <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.20202>
21. Moore P, Ridgway TD, Higbee RG, Howard EW, Lucroy MD. Effect of wavelength on low-intensity laser irradiation-stimulated cell proliferation in vitro. *Lasers Surg Med.* 2005;36(1):8-12. PMID:15662631. <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.20117>
22. Demidova-Rice TN, Salomatina EV, Yaroslavsky AN, Herman IM, Hamblin MR. Low-level light stimulates excisional wound healing in mice. *Lasers Surg Med.* 2007;39(9):706-15. PMID:17960752. PMID:17960752. <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.20549>

Correspondence

Natalia C. Rodrigues

Universidade Federal de São Carlos
Departamento de Fisioterapia
Rodovia Washington Luis (SP-310), Km 235
CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brazil
e-mail: nataliacrod@yahoo.com.br

Low back pain in adolescent and associated factors: A cross sectional study with schoolchildren

Dor lombar em adolescentes e fatores associados: Um
estudo transversal com escolares

Mônica R. O. G. C. M. Silva¹, Ana Fátima V. Badaró², Marinell M. Dall'Agnol³

ABSTRACT | Objective: To determine the prevalence of low back pain nonspecific and associated factors in schoolchildren. **Method:** This cross-sectional study investigated 343 adolescents, aged between 12 and 15 years, of both sexes of public schools. The questionnaire included questions regarding sociodemographic characteristics, type of school transportation, body mass index and low back pain. The outcome was defined as discomfort localized below the costal margin and above the inferior gluteal folds in the last 12 months. **Results:** The prevalence of low back pain in the last year was 57% (n=195) among participants, with no significant difference between the sexes (OR 1.13, 95% CI 0.93 to 1.37). Advancing age and body mass index were associated with the presence of low back pain in the bivariate analysis. The remaining seated at school in usual days was considered one of the main activities that trigger symptoms that lasted up to seven days for the majority (80%) of adolescents. **Conclusions:** The high prevalence of low back pain presented, indicating that it is a common condition among these adolescents. There was no difference between the sexes, but had influence of age and body mass index. Our results point to the need for the development epidemiological studies of low back pain among children and adolescents.

Keywords: low back pain; prevalence; epidemiology; adolescent; rehabilitation.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Silva MROGCM, Badaró AFV, Dall'Agnol MM. Low back pain in adolescent and associated factors: A cross sectional study with schoolchildren. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):402-409. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0051>

RESUMO | Objetivo: Determinar a prevalência de dor lombar não específica e fatores associados em escolares. **Método:** Este estudo transversal investigou 343 adolescentes, com idade entre 12 e 15 anos, de ambos os sexos, de escolas públicas municipais. O questionário abordava características sociodemográficas, tipo de transporte escolar, índice de massa corporal e dor lombar. O desfecho foi definido como desconforto localizado abaixo da margem costal e acima das pregas glúteas inferiores nos últimos 12 meses. **Resultados:** A prevalência de lombalgia no último ano foi de 57% (n=195) entre os participantes, sem diferença significativa entre os sexos (RP=1,13; IC_{95%} 0,93-1,37). O avanço da idade e o índice de massa corporal foram as variáveis associadas à presença de dor lombar na análise bivariada. O permanecer sentado na escola em dias habituais foi apontado como uma das principais atividades desencadeadoras dos sintomas que tiveram duração de até sete dias para a maioria (80%) dos adolescentes. **Conclusões:** A dor lombar apresentou alta prevalência, indicando que é uma condição comum entre esses adolescentes. Não houve diferença entre os sexos, entretanto teve influência da idade e do índice de massa corporal. Nossos resultados apontam para a necessidade de estudos epidemiológicos sobre dor lombar entre crianças e adolescentes.

Palavras-chave: dor lombar; prevalência; epidemiologia; adolescente; reabilitação.

¹Centro de Ciências da Saúde (CCS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil

²Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, CCS, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil

³Departamento de Saúde da Comunidade, CCS, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil

Received: 07/10/2013 Revised: 11/25/2013 Accepted: 02/10/2014

● Introdução

A dor lombar (DL) ou lombalgia é considerada uma dor ou um desconforto na região lombar, localizada abaixo da margem costal e acima das pregas glúteas, irradiada ou não para a coxa¹. Por ser uma experiência sensorial ou emocional, a dor pode estar associada a um trauma, o que torna difícil o seu diagnóstico², pois diversos fatores (fisiológicos, emocionais e culturais) tornam a resposta ao estímulo doloroso diferente de indivíduo para indivíduo. Desse modo, é um desafio caracterizar e descrever essa experiência multidimensional ou quantificá-la em números ou dados mensuráveis devido à sua subjetividade³.

O diagnóstico da DL pode ser obtido por meio da história clínica do paciente juntamente com um exame físico específico e, então, classificá-la em uma das três categorias: 1) DL potencialmente associada à causa específica da coluna vertebral; 2) DL potencialmente associada à estenose espinhal; ou 3) DL não específica¹. As duas primeiras apresentam etiologia definida, em que a dor é proveniente de uma causa específica, (congenita, neoplásica, inflamatória, infecciosa, metabólica, traumática, degenerativa ou funcional) e alcança menos que 15% da população de adultos, crianças e adolescentes⁴. Porém, na maioria das vezes, não se consegue determinar o agente causal, então, recebe o diagnóstico de DL não específica⁵.

Na Europa, a incidência anual acumulada desses sintomas atinge 24% dos adolescentes⁶, com prevalência que alcança mais da metade desses indivíduos^{7,8} e tem se tornado uma condição tão comum quanto em adultos, podendo atingir de 70 a 80% da população até os 20 anos de idade⁹. Diversas investigações sobre DL em crianças e adolescentes foram realizadas em outros países⁷⁻⁹, porém poucos estudos observaram a situação desse sintoma na faixa etária em questão no Brasil¹⁰⁻¹². Além disso, observa-se grande amplitude entre as prevalências encontradas em estudos brasileiros, variando de 13% a 49% em indivíduos entre 11 e 19 anos de idade^{11,12}.

Em relação à etiologia da DL não específica, a literatura aponta, como possíveis fatores de risco, a idade^{13,14}, o gênero feminino^{13,14}, a cor da pele¹¹, o tipo de transporte para a escola¹¹, o encurtamento muscular¹⁵, o crescimento acelerado em altura^{15,16}, o permanecer sentado¹⁷, o trabalho infantil^{17,18}, as dificuldades psicossociais¹⁹ e o índice de massa corporal (IMC)²⁰. Ainda há autores que consideram a baixa escolaridade dos pais, como indicador do nível

socioeconômico da família, um fator associado à DL em crianças e adolescentes²¹.

De maneira semelhante ao que ocorre entre os adultos²², a DL pode afetar tanto a vida social dos adolescentes^{23,24} na escola e no lazer quanto a vida econômica, que predispõe a gastos com consultas e tratamentos. Diante dessas informações, a investigação da prevalência da DL e seus fatores de risco são necessários para a identificação de medidas preventivas⁵ e intervenções efetivas a fim de melhorar a qualidade de vida desses jovens.

O presente estudo buscou determinar a prevalência de DL em adolescentes escolares e sua associação com os fatores sociodemográficos, o tipo de transporte escolar e o IMC no sul do Brasil.

● Método

Este estudo transversal investigou estudantes do sexto ao nono ano do ensino fundamental de escolas públicas, de 12 a 15 anos de idade, residentes na cidade de Santa Maria, RS, Brasil. A Secretaria Municipal de Educação autorizou a execução do projeto, forneceu a relação das 45 escolas de ensino fundamental públicas da zona urbana e a quantidade de alunos por série, por escola e por região administrativa, totalizando 5.471 alunos matriculados em 2012.

O tamanho da amostra foi calculado com o programa *EpiInfo™ software versão 6,04*. Para obter um poder estatístico de 80% e uma diferença significativa (nível alfa) de 5% entre os adolescentes expostos e não-expostos com razão de prevalência de 1,3, taxa de abandono estimada em 20%, foram necessários incluir 328 adolescentes no grupo.

A amostragem foi realizada em estágios múltiplos, com seleção estratificada por conglomerados e proporcional ao número de alunos matriculados em cada uma das seis regiões administrativas urbanas da Secretaria Municipal de Educação. Uma escola por região foi selecionada por amostra aleatória simples, e todos os seus alunos da população-alvo foram convidados a participar da pesquisa. Caso houvesse recusa em participar da pesquisa pela direção da escola ou não fosse alcançado o número de alunos necessários para compor a amostra, outra escola seria sorteada. Uma escola recusou-se a participar do estudo com a justificativa de que a coleta de dados acarretaria atraso para a programação escolar, e outra, pela existência de projeto de saúde em desenvolvimento na escola, portanto, duas outras escolas foram selecionadas para compor a amostra.

Foram excluídos da pesquisa os estudantes com presença de alterações no Sistema Nervoso Central (SNC) (paralisia cerebral, paraplégicos) e/ou déficits cognitivos, de acordo com o registro escolar, e os indivíduos com problemas musculoesqueléticos (fraturas em membros superiores, membros inferiores, tronco e uso de próteses) e também gravidez, observados pela entrevistadora, pois poderiam interferir na qualidade da antropometria.

A pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil, sob parecer nº 7061/2012, nos termos da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisadora instruiu os alunos acerca do processo de obtenção do termo de consentimento livre e esclarecido, de maneira que os pais e/ou responsáveis autorizassem a participação deles no estudo. Da mesma maneira, um termo de assentimento deveria ser assinado pelos próprios adolescentes.

A coleta dos dados foi realizada entre maio e julho de 2012, em duas visitas: uma para aplicação do questionário e outra para aferição de peso e estatura, ambas realizadas por uma das pesquisadoras. O questionário foi respondido pelos adolescentes após a leitura de cada questão e suas respectivas alternativas pela entrevistadora, que esclarecia dúvidas, ressaltando que as respostas deveriam ser individuais e voluntárias. A entrevista ocorria em sala indicada pelas escolas, com grupo de 20 a 25 alunos, com duração em torno de 30 minutos. As perguntas eram pré-codificadas e abordavam características sociodemográficas, tipo de transporte à escola, DL e posições desencadeantes, além da aferição de peso e estatura para cálculo do IMC.

As variáveis sociodemográficas avaliadas foram idade, gênero, trabalho infantil remunerado (sim e não), cor da pele autoescolhida (branco, negro, pardo, asiático e índio) e nível de ensino do responsável de maior escolaridade (não estudou, ensino fundamental incompleto e completo, ensino médio incompleto e completo, nível superior incompleto e completo). A determinação da cor pele autoescolhida pelos adolescentes foi posteriormente utilizada como forma de determinar a etnia.

O tipo de transporte utilizado para ir à escola foi classificado em: a pé, de bicicleta, de ônibus, de carro ou outro. As respostas foram agrupadas em: “transporte passivo,” quando os jovens utilizavam como meio de transporte o carro, a motocicleta ou o ônibus, e “transporte ativo,” quando se deslocavam a pé ou de bicicleta. O tipo de transporte, a cor da pele e a escolaridade dos pais foram agrupados

para a análise bivariada, conformando as categorias apresentadas nas tabelas para fins de se obterem grupos adequados ao teste de hipóteses.

A variável dependente DL não específica foi definida anatomicamente como qualquer dor que ocorre entre a décima segunda costela e prega glútea inferior, sem irradiação para membros inferiores^{1,5}. Para aumentar a precisão da coleta dos dados, acrescentou-se, a essa definição, a duração mínima de 24 horas dos sintomas, para evitar as situações de DL por fadiga, as quais podem se resolver em poucas horas¹⁹. Para aferir esse desfecho, utilizou-se a versão adaptada por Sjolie²⁶, para crianças e adolescentes, do Questionário Nórdico (*Standardized Nordic Questionnaire*, originalmente criado por Kuorinka²⁵). A versão adaptada foi validada para a língua portuguesa e possui um excelente Coeficiente de Correlação Intraclasse (0,70 a 0,99) e Alfa de Cronbach (0,795). Ele especifica a região lombar em um desenho do corpo humano e investiga a dor por meio de nove questões dicotômicas (sim e não). O instrumento avalia a DL no último ano e sua duração em dias (um a sete dias, oito a 30 dias, mais de 30 dias - porém não todos os dias- e todos os dias), a presença de trauma na coluna lombar (para critério de exclusão) e também se o entrevistado reconhece como desencadeante ou intensificador da dor a permanência em algumas posições (sentado na escola em dias habituais, sentado em casa, sentado no carro, sentado em outras situações, exceto as já listadas, assistindo à televisão e nos trabalhos físicos)¹⁴.

Para analisar o IMC, obtido pela divisão do peso em quilos pelo quadrado da altura em metros, foi considerado excessivamente magro o $IMC < 17 \text{ Kg/m}^2$; normal, se $17-24,9 \text{ Kg/m}^2$; sobrepeso, se $25-29,9 \text{ Kg/m}^2$ e obeso, se $\geq 30 \text{ Kg/m}^2$, por ser essa a classificação considerada mais adequada para infância e adolescência²⁷. As categorias sobrepeso e obeso foram agrupadas em “acima do peso” para análise de associação. O peso e a estatura foram verificados utilizando-se uma balança eletrônica digital da marca Soehnle, com estadiômetro constituído por uma haste metálica escalonada de zero a 2,30 metros, com intervalos de um centímetro e aferidos com as técnicas recomendadas pela Organização Mundial de Saúde²⁸.

As informações foram armazenadas em um banco de dados no software EpiInfo 6.04, com dupla digitação, validação dos dados e posterior análise descritiva e bivariada. A análise descritiva mostrou as distribuições de frequência absoluta e relativa para variáveis categóricas, média e desvio padrão para variáveis contínuas. Na abordagem analítica,

Tabela 1. Distribuição da amostra de adolescentes de acordo com sexo, idade, grupo étnico e IMC das escolas públicas de Santa Maria, RS, Brasil, 2012 (n=343).

	n	%
Sexo		
Meninas	210	61%
Meninos	133	39%
Idade		
12 anos	117	35%
13 anos	119	36%
14 anos	67	20%
15 anos	32	10%
Grupo étnico		
Branco	164	49%
Negro	41	12%
Pardo	114	34%
Índio	15	5%
Asiático	3	1%
IMC		
Excessivamente magro	39	12%
Normal	236	72%
Sobrepeso	41	13%
Obeso	10	3%

Até 2% ignorados; 4-5% ignorados.

Tabela 2. Distribuição da amostra de acordo com nível de escolaridade dos pais, trabalho infantil remunerado, tipo de transporte dos adolescentes das escolas públicas de Santa Maria, RS, Brasil, 2012 (n=343).

	n	%
Escolaridade dos pais		
Não estudou	8	3%
Fundamental incompleto	124	43%
Fundamental completo	27	9%
Médio incompleto	65	23%
Médio completo	63	22%
Trabalho remunerado		
Sim	44	13%
Não	297	87%
Tipo de transporte		
A pé	276	84%
Ônibus	24	7%
Outro	14	4%
Carro	11	3%
Bicicleta	3	1%

Até 2% ignorados; 4-5% ignorados; 16% ignorados.

foi realizada a análise bivariada com cálculo das razões de prevalências (RP) com 95% de intervalo de confiança (IC), e o teste de Qui-quadrado para variáveis nominais, considerando significativas as associações com $p \leq 0,05$.

● Resultados

Este estudo transversal abordou 355 adolescentes, estudantes de escolas públicas, no ano de 2012. As perdas daqueles que concordaram em participar da pesquisa representaram 3% dessa amostra (n=12) devido à interrupção da entrevista por uma docente que havia programado outras atividades para os alunos. A amostra final incluiu 343 indivíduos, com maior número de meninas, brancos ou pardos, IMC normal e com média de idade de 13 anos (DP= 0,96) (Tabela 1). Quase a metade dos pais dos entrevistados tinha escolaridade inferior ao ensino fundamental, a maioria dos estudantes deslocava-se a pé para a escola e foi detectada a ocorrência de trabalho infantil remunerado em 13%. Essas características estão ilustradas na Tabela 2.

Entre os adolescentes que referiram ter sofrido lombalgia no último ano, a atividade e/ou posição mais citada que iniciou ou aumentou a dor foi permanecer sentado na escola, seguida por sentado em outra situação, sentado em casa, fazendo trabalhos físicos, durante a aula de educação física, vendo televisão e sentado no carro, como pode ser observado na Tabela 3.

A prevalência de lombalgia no último ano de foi 57% (n=195) entre os participantes, sendo 60% nas meninas (n=125) e 53% nos meninos (n=70), sem diferença significativa entre os sexos (RP=1,13; IC_{95%} 0,93-1,37). A análise bivariada também mostrou uma tendência de aumento de prevalência da DL com o avanço da idade, sendo estatisticamente significativa nos 14 anos, quando comparada com os 12 anos.

O IMC esteve associado com a DL, sendo que a prevalência foi significativamente menor entre os excessivamente magros quando comparados com os normais. Não houve diferença de DL entre os obesos comparados com os normais. A cor da pele (Tabela 4), o trabalho infantil remunerado, a escolaridade dos pais e o transporte para a escola não se associaram à lombalgia (Tabela 5).

A DL teve duração de até sete dias para a maioria dos adolescentes com o desfecho (80%), porém 7% referiram que a dor estava presente todos os dias e, para 5%, a dor teve duração superior a 30 dias. Não houve associação da duração da lombalgia com as demais variáveis avaliadas.

Tabela 3. Atividades ou posições desencadeantes ou agravantes da dor lombar em adolescentes de escolas públicas de Santa Maria, RS, Brasil, 2012 (n=195).

	n	%
Sentado na escola	131	70%
Sentados em outra situação	108	60%
Sentado em casa	102	57%
Trabalhos físicos	98	53%
Na aula de educação física	80	45%
Vendo televisão	60	33%
Sentado no carro	30	17%

4-8% ignorados.

• Discussão

Este estudo constatou que a DL é altamente prevalente entre estudantes de 12 a 15 anos de escolas públicas, sendo semelhante entre meninos e meninas. O delineamento transversal deste trabalho não permite inferir causalidade, contudo o tamanho da amostra foi suficiente para detectar relações entre o desfecho e as variáveis estudadas. O aumento da idade associou-se com o incremento da ocorrência da lombalgia, mas, por outro lado, esse problema foi menos frequente entre os adolescentes excessivamente magros (ou seja, aqueles que apresentaram $IMC < 17 \text{ Kg/m}^2$).

Tabela 4. Análise bivariada da prevalência de dor lombar segundo gênero, idade, grupo étnico e IMC dos adolescentes de escolas públicas de Santa Maria, RS, Brasil, 2012 (n=343).

	n	Prevalência de dor lombar	RP (IC _{95%})	p-valor
Gênero				
Meninas	125	60%	1,13 (0,93-1,37)	0,21
Meninos	70	53%	1,00	
Idade				
12 anos	59	51%	1,00	
13 anos	66	55%	1,09 (0,86-1,39)	0,48
14 anos	44	67%	1,31 (1,02-1,68)	0,039
15 anos	20	63%	1,23 (0,89-1,70)	0,24
Grupo étnico				
Branco	93	43%	0,96 (0,83-1,21)	0,99
Outros	97	43%	1,00	
IMC				
Excessivamente magro	15	39%	0,66 (0,43-0,99)	0,01
Normal	138	59%	1,00	
Sobrepeso ou obeso	34	67%	1,14 (0,91-1,42)	0,29

RP: Razão de Prevalências; IC: Intervalo de Confiança; Valor de $p < 0,05$.**Tabela 5.** Análise bivariada da prevalência de dor lombar segundo escolaridade dos pais, o trabalho infantil, tipo de transporte dos adolescentes de escolas públicas de Santa Maria, RS, Brasil, 2012 (n=343).

	n	Prevalência de dor lombar	RP (IC _{95%})	p-valor
Escolaridade dos pais				
Inferior ao ensino médio	130	58%	1,10 (0,85-1,42)	0,47
Ensino médio ou superior	33	53%	1,00	
Trabalho infantil				
Trabalha	27	61%	1,08 (0,84-1,4)	0,55
Não trabalha	167	57%	1,00	
Transporte para a escola				
Transporte ativo	170	58%	1,20 (0,84-1,71)	0,27
Transporte passivo	17	49%	1,00	

RP: Razão de Prevalências; IC: Intervalo de Confiança; Valor de $p < 0,05$.

Estudos sobre prevalência de DL em adolescentes brasileiros são escassos¹⁰⁻¹², além disso, apresentam dados conflitantes quanto à definição de DL e ao instrumento de coleta utilizado. Para minimizar essas intercorrências, seguiu-se a padronização da definição de DL estabelecida pelas Diretrizes Europeias para Prevenção da Dor Lombar (*European Guidelines for Prevention in Low Back Pain*) do grupo *Cost Action B13*⁵. Esse grupo de pesquisa da Comissão Europeia foi criado para estabelecer orientações para gestão da lombalgia e é constituído por convidados de nove países, os quais são especialistas em matéria de investigação de DL. Além disso, o instrumento escolhido para determinar o desfecho era adaptado à população de interesse, com boa reprodutibilidade¹⁴.

Utilizando esses critérios, este estudo observou uma prevalência maior que a encontrada por Vitta (19%) no sudeste brasileiro¹⁰, entretanto mostrou-se semelhante aos achados internacionais, que apontam a DL como uma condição comum entre os adolescentes^{7,8,25}, assim como ocorre entre os adultos²². Apesar dos cuidados metodológicos para garantir a participação no estudo, houveram recusas nesta investigação, semelhante a outras pesquisas realizadas com adolescentes por meio de questionários^{15,29,30}. Contudo, a alta prevalência observada, sugere que essas perdas não afetaram os resultados encontrados, sem subestimação do desfecho, com a provável distribuição aleatória dos não respondentes. Além disso, dois fatores observados foram associados à DL não específica: a idade e o IMC.

A idade apresentou uma relação direta com a DL, fato que tem sido sustentado pela maioria das pesquisas^{16,18,19,24,29}, e que, para alguns pesquisadores, está significativamente associada ao rápido crescimento em altura que ocorre na adolescência^{15,16}. O pico do estirão de crescimento que ocorre mais cedo para as meninas (em média entre 11 e 12 anos) do que para os meninos (entre os 13 e 14 anos)³¹ seria o responsável pela diminuição da flexibilidade, principalmente de quadríceps e isquiotibiais¹⁵, o que levaria ao comprometimento da função muscular lombar e conseqüentemente à dor.

Contudo, neste estudo a idade esteve associada à DL até os 14 anos. É possível que a pequena quantidade de participantes com 15 anos na amostra (10%) comparada com a de 14 anos, que continha o dobro de participantes (20%), possa ter influenciado os resultados, apesar de a DL ter se mostrado prevalente entre os participantes com 15 anos.

Mesmo com a preocupante ocorrência de sobrepeso e obesidade nesses adolescentes (16%),

os achados referentes à relação da lombalgia com o IMC foram inconsistentes com a literatura^{20,32,33}, pois o excesso de peso não se associou significativamente com a DL, mesmo com o leve aumento em relação aos normais. Por serem os estudos^{20,32,33} geralmente centrados no excesso de peso, é necessária a avaliação de influência de viés dos não respondentes nesse achado, mas isto não foi possível neste estudo.

Por outro lado, chama a atenção a menor ocorrência de lombalgia entre os excessivamente magros. Nesta amostra, ter um IMC < 17 Kg/m² mostrou ser fator de proteção, porém não é um achado enfatizado pela literatura revisada^{20,32,33}, pois o foco dos estudos geralmente é o excesso de peso. Com enfoque nos resultados obtidos, é importante considerar que a avaliação baseada no IMC pode tornar-se um fator complicador devido às modificações na composição corporal que ocorrem pelo processo de maturação sexual durante a adolescência³⁴.

Neste estudo, o permanecer sentado na escola em dias habituais foi uma das principais atividades nocivas à região lombar, tanto para os que tinham o desfecho quanto para aqueles que não tinham. É possível que a postura sentada^{12,17} e o mobiliário escolar⁷ estejam envolvidos com a disfunção da musculatura lombar e predisponham aos sintomas dolorosos^{12,16,17}, contudo, esta medida não foi avaliada em nosso estudo.

Não se encontrou associação da DL com os gêneros, o que foi consistente com alguns estudos^{6,29}; porém, não existe consenso na literatura, pois há autores que apontam esse desfecho associado ao sexo feminino^{3,7,8,10,17,19}, e outros, ao sexo masculino^{16,29}.

Além disso, as demais variáveis (etnia, tipo de transporte escolar, nível de escolaridade dos responsáveis e trabalho infantil) não apresentaram associação com a DL. No entanto, a literatura enquadra essas variáveis como fatores de risco para presença dos sintomas dolorosos na região lombar dos escolares^{11,13,18-20}.

Por meio deste estudo, pode-se evidenciar que os problemas de saúde com a coluna lombar na infância e na adolescência são comuns, porém mais estudos epidemiológicos devem ser realizados para avaliar prevalência, incidência nas demais regiões do Brasil, as quais apresentam grandes divergências culturais, climáticas e sociais. Além disso, outros fatores precisam ser esclarecidos, por exemplo, se os sintomas tendem a persistir ao longo dos anos; se a maioria das crianças com esses problemas recebem tratamento adequado; se os transtornos não tratados favorecem a ocorrência de eventos graves na vida adulta; se levam à limitação de atividades, e qual

a demanda por serviços de saúde. Enfim, como tal condição tem afetado a qualidade de vida desses jovens.

● Conclusão

Conhecer as taxas de prevalência e incidência de DL na população, bem como a identificação dos seus fatores de risco ou de proteção, pode servir de base para a indicação de tratamentos, para o desenvolvimento de programas de prevenção e para auxiliar no planejamento dos serviços de saúde oferecidos às crianças e aos adolescentes.

A DL, no presente estudo, apresentou uma alta prevalência entre 12 e 15 anos de idade, indicando que é uma condição comum entre os adolescentes. A maioria dos participantes apontou que os sintomas dolorosos tiveram duração de uma semana, sem diferenças entre os sexos, aumentou significativamente com a idade e foi menor entre os excessivamente magros. O permanecer sentado na escola em dias habituais foi apontado como uma das principais atividades desencadeadoras da dor lombar.

● Referências

1. Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, Cross JRT, Shekelle P, et al. Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Ann Intern Med.* 2007;147(7):478-91. PMID:17909209. <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006>
2. International Association for the Study of Pain - IASP. Psychological intervention for acute and chronic pain in children. *Pain.* 2006;14(4):1-4.
3. Silva JA, Ribeiro-Filho NP. A dor como um problema psicofísico. *Rev Dor.* 2011;12(2):138-51. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-00132011000200011&lng=en.
4. Brazil A, Ximenes AC, Radu AS, Fernandes AR, Appel C, Maçaneiro CH, et al. Diagnóstico e tratamento das lombalgias e lombociatalgias. *Rev Bras Reumatol.* 2004;44(6):419-25.
5. Burton AK, Balagué F, Cardon G, Eriksen HR, Henrotin Y, Lahad A, et al. Chapter 2. European guidelines for prevention in low back pain. *Eur Spine J.* 2006;15(2):136-68.
6. Jones GT, Watson KD, Silman AJ, Symmons DPM, Macfarlane GJ. Predictors of low back pain in British schoolchildren: a population-based prospective cohort study. *Pediatrics.* 2003;111(4 Pt 1):822-8. PMID:12671119. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.111.4.822>
7. Harreby MS, Nygaard B, Jessen TT, Larsen E, Storr-Paulsen A, Lindahl A, et al. Risk factors for low back pain among 1.389 pupils in the 8th and 9th grade: an epidemiologic study. *Ugeskr. Laeg.* 2001;163(3):282-6. PMID:11219106.
8. Kovacs FM, Gestoso M, Gil Del Real MT, López J, Mufraggi N, Méndez JI. Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: a population based study. *Pain.* 2003;103(3):259-68. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3959\(02\)00454-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3959(02)00454-2)
9. Jeffries LJ, Milanese SF, Grimmer-Somers KA. Epidemiology of adolescent spinal pain: a systematic overview of the research literature. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32(23):2630-7. PMID:17978666. <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e318158d70b>
10. De Vitta A, Martinez MG, Piza NT, Simeão SFAP, Ferreira NP. Prevalência e fatores associados à dor lombar em escolares. *Cad. Saúde Pública.* 2011;27(8):1520-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2011000800007>
11. Onofrio AC. Dor lombar aguda em adolescentes do ensino médio de uma cidade do sul do Brasil: prevalência e fatores associados [dissertation]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Pelotas; 2010.
12. Graup S, Santos SG, Moro ARP. Estudo descritivo das alterações posturais sagitais da coluna lombar em escolares da rede federal de ensino de Florianópolis. *Rev Bras Ortop.* 2010;45(5):453-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-36162010000500013>
13. Watson KD, Papageorgiou AC, Jones GT, Taylor S, Symmons DP, Silman AJ, et al. Low back pain in schoolchildren: the role of mechanical and psychosocial factors. *Arch Dis Child.* 2003;88(1):12-7. PMID:12495949 PMID:PMC1719294. <http://dx.doi.org/10.1136/adc.88.1.12>
14. Vidal ARC. Dor lombar específica em alunos adolescentes em função do gênero, idade e nível de atividade física [master's thesis]. Porto: Universidade do Porto; 2009.
15. Feldman DE, Shier I, Rossignol M, Abenham L. Risk factors for the development of low back pain in adolescence. *Am J Epidemiol.* 2001;154(1):30-6. PMID:11427402. <http://dx.doi.org/10.1093/aje/154.1.30>
16. Poussa MS, Heliövaara MM, Seitsamo JT, Könönen MH, Hurmerinta KA, Nissinen MJ. Anthropometric measurements and growth as predictors of low-back pain: a cohort study of children followed up from the age of 11 a 22 years. *Eur Spine J.* 2005;14(6):595-8. PMID:15789230 PMID:PMC3489232. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-004-0872-4>
17. Sjolie AN. Persistence and changes in nonspecific low back pain among adolescents. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(21):2452-7. PMID:15507810. <http://dx.doi.org/10.1097/01.brs.0000143666.58758.8b>
18. Fassa AG, Facchini LA, Dall'Agnol MM, Christiani DC. Child labor and musculoskeletal disorders: the Pelotas (Brazil) epidemiological survey. *Public Health Rep.* 2005;120(6):665-73. PMID:16350337 PMID:PMC1497777.
19. Jones GT, Macfarlane GJ. Predicting persistent low back pain in schoolchildren: a prospective cohort study. *Arthritis Rheum.* 2009;61(10):1359-66. PMID:19790124. <http://dx.doi.org/10.1002/art.24696>

20. Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *Am J Epidemiol*. 2010;171(2):135-54. PMID:20007994. <http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwp356>
21. Hestbaek L, Korsholm L, Leboeuf-Y de C, Kyvik KO. Does socioeconomic status in adolescence predict low back pain in adulthood? A repeated cross-sectional of 4,771 Danish adolescents. *Eur Spine J*. 2008;17(12):1727-34. PMID:18830719 PMCid:PMC2587673. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-008-0796-5>
22. Ferreira GD, Silva MC, Rombaldi AJ, Wrege ED, Siqueira FV, Hallal PC. Prevalence and associated factors of back pain in adults from southern Brazil: a population-based study. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(1):31-6. PMID:21390471. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552011005000001>
23. Skoffler B, Foldspang A. Physical activity and low-back pain in schoolchildren. *Eur Spine J*. 2008;17(3):373-9. PMID:18180961 PMCid:PMC2270392. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-007-0583-8>
24. Prista A, Balangué F, Nordin M, Skovrom ML. Low back pain in mozambican adolescents. *Eur Spine J*. 2004;13(4):341-5. PMID:15034774 PMCid:PMC3468049. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-004-0683-7>
25. Sjolie AN. Active or passive journeys and low back pain in adolescents. *Eur Spine J*. 2003;12(6):581-8. PMID:12928857 PMCid:PMC3467993. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-003-0557-4>
26. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sorensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*. 1987;18(3):233-7. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)
27. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320:1240. PMID:10797032 PMCid:PMC27365. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
28. World Health Organization - WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995. WHO Technical Report Series, 854.
29. Hestbaek L, Leboeuf-Y de C, Kyvik KO, Manniche C. The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(4):468-72. PMID:16481960. <http://dx.doi.org/10.1097/01.brs.0000199958.04073.d9>
30. Mikkelsen LO, Nupponen H, Kaprio J, Kautiainen H, Mikkelsen M, Kujala UM. Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: a 25 year follow up study. *Br J Sport Med*. 2006;40(2):107-13. PMID:16431995 PMCid:PMC2492014. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2004.017350>
31. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar: PeNSE. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde; 2009.
32. Auvinen JP, Tammelin TH, Taimela SP, Zitting PJ, Järvelin M, Taanila AM, et al. Is insufficient quantity and quality of sleep a risk factor for neck, shoulder and low back pain? A longitudinal study among adolescents. *Eur Spine J*. 2009;19(4):641-9. PMID:19936804 PMCid:PMC2899838. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-1215-2>
33. Balangué F, Bibbo E, Mélot C, Szpalski M, Gunzburg R, Keller TS. The association between isoinertial trunk muscle performance and low back pain in male adolescents. *Eur Spine J*. 2010;19(4):624-32. PMID:19771455 PMCid:PMC2899830. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-009-1168-5>
34. Conde WL, Monteiro CA. Body mass index cut off points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr*. 2006;82(4):266-72. <http://dx.doi.org/10.2223/JPED.1502>

Correspondence

Ana Fátima Viero Badaró

Universidade Federal de Santa Maria

Centro de Ciências da Saúde

Departamento de Fisioterapia e Reabilitação

Avenida Roraima, 1.000, prédio 26, Cidade Universitária, Camobi

CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

e-mail: badaroana@uol.com.br

Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines

Equações de predição para a força muscular respiratória segundo diretrizes internacionais e brasileiras

Isabela M. B. S. Pessoa¹, Miguel Houri Neto², Dayane Montemezzo³,
Luisa A. M. Silva⁴, Armêle Dornelas De Andrade⁵, Verônica F. Parreira⁶

ABSTRACT | Background: The maximum static respiratory pressures, namely the maximum inspiratory pressure (MIP) and maximum expiratory pressure (MEP), reflect the strength of the respiratory muscles. These measures are simple, non-invasive, and have established diagnostic and prognostic value. This study is the first to examine the maximum respiratory pressures within the Brazilian population according to the recommendations proposed by the American Thoracic Society and European Respiratory Society (ATS/ERS) and the Brazilian Thoracic Association (SBPT). **Objective:** To establish reference equations, mean values, and lower limits of normality for MIP and MEP for each age group and sex, as recommended by the ATS/ERS and SBPT. **Method:** We recruited 134 Brazilians living in Belo Horizonte, MG, Brazil, aged 20-89 years, with a normal pulmonary function test and a body mass index within the normal range. We used a digital manometer that operationalized the variable maximum average pressure (MIP/MEP). At least five tests were performed for both MIP and MEP to take into account a possible learning effect. **Results:** We evaluated 74 women and 60 men. The equations were as follows: $MIP=63.27 - 0.55(\text{age})+17.96(\text{gender})+0.58(\text{weight})$, r^2 of 34% and $MEP=-61.41+2.29(\text{age})-0.03(\text{age}^2)+33.72(\text{gender})+1.40(\text{waist})$, r^2 of 49%. **Conclusion:** In clinical practice, these equations could be used to calculate the predicted values of MIP and MEP for the Brazilian population.

Keywords: maximum respiratory pressures; reference values; rehabilitation; physical therapy; MIP; MEP.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Pessoa IMBS, Houri Neto M, Montemezzo D, Silva LAM, Andrade AD, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):410-418. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0044>

RESUMO | Contextualização: A medida das pressões respiratórias estáticas máximas (pressão inspiratória (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx)) refletem a força dos músculos respiratórios. Essas medidas são simples, não invasivas e têm valores diagnóstico e prognóstico estabelecidos. Este é o primeiro estudo que avaliou pressões respiratórias máximas com a população brasileira realizado de acordo com as recomendações propostas pela *American Thoracic Society* e *European Respiratory Society* (ATS/ERS) e pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT). **Objetivo:** Estabelecer equações de referência, valores médios e limites inferiores de normalidade para a PImáx e a PEmáx para cada faixa etária e gênero, conforme as recomendações da ATS/ERS e da SBPT. **Método:** Foram recrutados 134 brasileiros residentes em Belo Horizonte, MG, Brazil, com idade entre 20-89 anos, com prova de função pulmonar e índice de massa corporal dentro da normalidade. Foi utilizado um manovacuômetro digital que operacionalizou a variável pressão média máxima. Para a PImáx e a PEmáx, foram realizadas, pelo menos, cinco manobras, considerando o efeito aprendizado. **Resultados:** Foram avaliados 74 mulheres e 60 homens. As equações propostas foram: $PImáx=63,27-0,55(\text{idade})+17,96(\text{sexo})+0,58(\text{peso})$, $r^2=34\%$ e $PEmáx=-61,41+2,29(\text{idade})-0,03(\text{idade}^2)+33,72(\text{sexo})+1,40(\text{cintura})$, $r^2=49\%$. **Conclusão:** As equações resultantes deste estudo poderão ser utilizadas na prática clínica para cálculo de valores preditos para PImáx e PEmáx na população brasileira.

Palavras-chave: pressão respiratória máxima; valores de referência; reabilitação; fisioterapia; PImáx; PEmáx.

¹Departamento de Fisioterapia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/Minas), Belo Horizonte, MG, Brasil

²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil

³Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil

⁴Fisioterapeuta, Belo Horizonte, MG, Brasil

⁵Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

⁶Departamento de Fisioterapia, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil

Received: 09/12/2013 Revised: 03/12/2014 Accepted: 05/19/2014

● Introdução

A medida das pressões respiratórias estáticas máximas (PRM), pressões inspiratória e expiratória máximas (PImáx e PEMáx) refletem a força dos músculos respiratórios¹⁻³. Considerando a simplicidade dessas medidas, o caráter não invasivo e os valores diagnóstico e prognóstico, vários autores criaram valores de referência para populações de diversas etnias⁴⁻⁹.

Existe uma grande variabilidade interindivíduos nos valores das PRM. Características biológicas das populações, técnica de medida e equipamentos utilizados contribuem para essa variabilidade⁷⁻¹³. Em decorrência da variação dos valores das PRM e com o objetivo de padronizar os procedimentos de avaliação, a *American Thoracic Society*, *European Respiratory Society* (ATS/ERS)² e a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT)³ publicaram diretrizes para testes dos músculos respiratórios, incluindo a realização da mensuração das PRM.

As recomendações internacionais e brasileiras recomendam o uso do bocal do tipo mergulhador; presença de orifício de fuga de aproximadamente 2 mm de diâmetro interno; realização do teste por um operador experiente, que estimule o sujeito a realizar um esforço inspiratório máximo contra uma via aérea ocluída e um esforço expiratório máximo contra uma via área ocluída perto/ou no volume residual (VR) e na capacidade pulmonar total (CPT), respectivamente; adoção da postura sentada; instrução anterior à manobra e encorajamento durante a manobra; prevenção de escape de ar ao redor do bocal, orientando o sujeito a segurar as bochechas com as mãos durante o esforço expiratório e a pressionar os lábios firmemente ao redor do bocal e registro da pressão média máxima (PMed_{MÁX}).

A ATS/ERS² ressalta a importância do uso do instrumento digital para garantir a validade das medidas, o qual fornece a medida da PMed_{MÁX} (média da pressão máxima sustentada por 1 segundo). As diretrizes internacionais² e brasileiras³ apresentam recomendações similares, embora haja pontos não concordantes, como o uso do clipe nasal (preconização da SBPT) e o número máximo de manobras. A SBPT³, além de recomendar o número máximo de cinco manobras, considera o efeito aprendido da medida, possibilitando a realização de mais manobras caso o último valor tenha sido o maior.

No Brasil, após a publicação das diretrizes, foram publicados dois estudos propondo valores de referência das PRM^{8,13}. Em nenhum dos dois

estudos, as recomendações metodológicas propostas pelas sociedades científicas foram atendidas em sua integralidade^{2,3}.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi estabelecer valores de referência para as PRM contemplando as recomendações propostas pela ATS/ERS² e pela SBPT³ em uma amostra de indivíduos adultos da população de Belo Horizonte, MG, Brasil.

● Método

Amostra

Foi realizado um cálculo amostral considerando o estudo de Simões et al.¹³. Para o cálculo, foi considerado o nível de significância estatística de 5%, poder de 90% e efeito estimado em 20%^{13,14}. O tamanho do efeito (d Cohen) utilizado foi baseado nos cálculos das diferenças entre as médias das PImáx e PEMáx em homens e mulheres, em cada faixa etária, apresentadas no estudo de Simões et al.¹³, tendo-se obtido o número amostral de 117 indivíduos. Posteriormente, a definição do número de indivíduos de cada gênero em cada faixa etária foi estimada para que a amostra fosse representativa, tendo por base análise do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - 2010 para a população de Belo Horizonte, MG, Brasil¹⁵.

A amostra não probabilística foi composta por voluntários de ambos os gêneros, selecionados da comunidade por convite pessoal, telefone ou comunicação eletrônica, e que atendessem a todos os critérios de inclusão do estudo. Os critérios de inclusão foram: adultos saudáveis entre 20 e 89 anos, com parâmetros espirométricos dentro dos limites preditos para a população brasileira¹⁶ e índice de massa corporal (IMC) dentro dos parâmetros de normalidade ($18,5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{IMC} \leq 29,9 \text{ Kg/m}^2$)¹⁷. Os critérios de exclusão foram: história de tabagismo atual; exposição a ambiente ocupacional de risco; relato de história de doenças neuromusculares, respiratórias e/ou cardíacas; déficit cognitivo (participantes com idade acima de 60 anos); febre nas três semanas antecedentes e/ou gripe e/ou sinusite na semana anterior ao teste; uso de medicamentos, como corticoides orais, depressores do sistema nervoso central, barbitúricos e/ou relaxantes musculares; atividade física exaustiva nas 48 horas anteriores ao teste; ausência de elementos dentários; dor muscular limitante nos membros superiores; pressão arterial (PA) em repouso maior ou igual a 160/110 mmHg¹⁸ e/ou saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO₂) menor que 90% e/ou frequência cardíaca (FC)

maior que 85% da frequência cardíaca máxima antes da execução das manobras e incapacidade de compreender e/ou executar os procedimentos do protocolo de pesquisa. Para interrupção dos testes, observou-se relato de desconforto respiratório e/ou muscular durante a sua realização.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil (Protocolo CAAC 0425.0.203.000-10), e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Instrumentos de medidas

Manovacuômetro digital

Para aferir as PRM, foi utilizado um manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG)^{19,20}, no qual as pressões são mensuradas por meio de transdutores de pressão, com intervalo operacional de 500 cmH₂O¹⁹. Foi utilizado bocal mergulhador, orifício de fuga de 2 mm de diâmetro e o clipe nasal para a mensuração das PRM^{2,3,21}. O manovacuômetro foi calibrado a cada seis meses, como estabelecido por Ferreira et al.¹⁹.

Espirômetro

Foram utilizados os espirômetros *Vitalograph* (*Vitalograph 2120, Ennis, Ireland*) e *Pony* (*Pony FX[®], Cosmed, Roma, Italy*) e adotados os critérios de aceitação e reprodutibilidade segundo normas da SBPT²². Os dados espirométricos foram derivados da manobra de capacidade vital forçada (CVF) e interpretados de acordo com os valores preditos por Pereira et al.¹⁶.

Bioimpedância elétrica

Para a medida das massas magra e gorda, foi utilizado o equipamento *Quantum III BIA – 101Q RJL-101 (Detroit, USA)*, modelo tetrapolar, com apresentação digital, seguindo recomendações²³.

Balança mecânica, balança digital portátil e estadiômetro

Para mensuração do peso e estatura, foi utilizada uma balança analógica Filizola (Filizola Ind. Ltda, São Paulo, Brasil) acoplada a um estadiômetro, com resoluções de 100 g e 0,5 cm, a qual foi calibrada previamente a cada medida. Para as coletas realizadas fora da Universidade, foi utilizada uma balança digital portátil (*Life Electronic Scale, Geratherm[®]*,

Alemanha), com resoluções de 100 g, e um estadiômetro (Altuxata, Belo Horizonte, Brasil) portátil, com resolução de 0,1 cm. Para avaliar a confiabilidade entre as medidas das balanças, o peso de dez voluntários foi aferido nas duas balanças de forma aleatória. Não se observou diferença significativa entre os dados obtidos em ambas as balanças (67,22±10,2 Kg *versus* 66,86±10,0 Kg; p=0,14; coeficiente de correlação intraclasse de 0,99). Esses dados foram utilizados para calcular o IMC.

Circunferência abdominal e relação cintura quadril

Foi utilizada uma fita métrica antropométrica (metragem) constituída por um material inelástico. Adotou-se a posição ortostática, com os braços ao lado do corpo, pés juntos e abdômen relaxado¹⁷. A mensuração da circunferência abdominal (cintura) foi realizada aplicando firmemente a fita métrica na região média entre a borda inferior da última costela e a borda superior da crista ilíaca¹⁷. A mensuração do quadril foi realizada aplicando firmemente a fita métrica na extensão posterior máxima dos glúteos¹⁷.

Aptidão física

Foi questionado o nível de atividade física e a ocupação profissional para classificar o indivíduo como ativo ou sedentário, segundo a recomendação do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM)²⁴: ativo (gasto calórico semanal acima de 450 MET/min/semana) ou sedentário (abaixo de 450 MET/min/semana), constatado pelo autorrelato²⁵.

Procedimentos

A avaliação inicial contemplou os seguintes aspectos: dados pessoais; verificação do peso, da estatura e das circunferências abdominal e do quadril; dados vitais - PA (estetoscópio, *Littman Classic, St. Paul, USA* e esfigmomanômetro, *Tycos, NY, USA*); FC, e SpO₂ (oxímetro de pulso, *Nonim, USA*) - assim como a aptidão física pelo autorrelato^{24,25}. Em seguida, nos voluntários idosos, foi aplicado o Minixame de Estado Mental, considerando-se como ponto de corte para escolares 23/24²⁶. Na sequência, realizou-se a bioimpedância elétrica, após a qual foi oferecida ingesta alimentar padronizada aos voluntários.

Em seguida, realizou-se a prova de função pulmonar. Posteriormente, após repouso de, no mínimo, 10 minutos, os indivíduos realizaram a mensuração das PRM de forma aleatória (randomização eletrônica). Todo procedimento

foi realizado em uma única visita e por uma única avaliadora.

Para a realização das medidas das PRM ($PMed_{MÁX}$), os indivíduos permaneceram na posição sentada, com pés e troncos apoiados, sendo realizadas instrução e demonstração previamente aos testes^{2,3}. Todas as medidas das PRM foram realizadas com o clipe nasal³. Para a medida da $PI_{MÁX}$, os participantes realizaram de dois a três ciclos respiratórios em nível da capacidade residual funcional (CRF), sendo, em seguida, solicitada uma expiração até o VR, com indicação desse momento pela elevação da própria mão do participante³. Nesse momento, o participante foi encorajado a gerar um esforço inspiratório máximo e, simultaneamente, o examinador procedeu ao fechamento do orifício de oclusão e executou comando verbal padronizado^{3,20}.

O mesmo procedimento foi realizado para a medida da $PE_{MÁX}$, exceto pela instrução verbal final, que consistiu na solicitação de uma inspiração até a CPT, seguida pelo encorajamento de um esforço expiratório máximo^{2,3,20}. Para a medida da $PE_{MÁX}$, a investigadora pressionou as bochechas dos voluntários para impedir escape aéreo².

O tempo mínimo de manobra foi de 1,5 segundo, para que a pressão máxima sustentada por 1 segundo pudesse ser observada². Todos os indivíduos realizaram, pelo menos, cinco manobras, com intervalo de 1 minuto entre elas, e a mensuração das pressões foi considerada completa quando o participante realizou três manobras aceitáveis (sem escape de ar entre os lábios e/ou no clipe nasal e com, pelo menos, 1,5 segundo de duração)^{2,3} e, dentre essas, três reprodutíveis (uma com variação igual ou inferior a 10% e a outra com variação de, no máximo, 20% com a pressão de maior valor)^{2,3}. A maior medida não poderia ser a última, considerando o efeito aprendizado³. O maior valor da $PMed_{MÁX}$ foi selecionado².

Redução dos dados

As PRM foram operacionalizadas usando o *software Manovac*, versão 4.1, por meio da variável $PMed_{MÁX}$ ^{20,21,27}. Para a obtenção do limite inferior de normalidade (LIN), utiliza-se a fórmula $LIN = \text{valor previsto pela equação de regressão} - (1,645 \times \text{erro padrão da estimativa})^3$.

Análise estatística

Foi realizada uma estatística descritiva dos dados (médias e dispersões), e verificadas as propriedades de distribuição normal e homogeneidade de variância das variáveis pelos Testes de Lilliefors e Cochran

& Bartletti, respectivamente. Constatada a natureza das respostas, na condição de suas características paramétricas ou não, estabeleceu-se uma matriz de correlação (Pearson, Spearman e Kendall) das variáveis independentes (sexo, idade, altura, peso, IMC, circunferência abdominal, relação cintura-quadril e nível de atividade física) entre si e, dessas, com as respostas medidas ($PI_{MÁX}$, $PE_{MÁX}$). Pelo sistema *stepwise backward*, foram desconsideradas as variáveis independentes não significativas ($p > 0,05$), observando-se a manutenção da capacidade de determinação (r^2) do modelo. Após a definição dos efeitos explicativos de cada modelo, eles foram testados para cada um dos seus efeitos quadráticos assim como para as suas possíveis interações. Todas as análises foram processadas pelos pacotes estatísticos *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 15.0, Chicago, IL, USA) e *Statistical Analysis System* (SAS 12.0, Carey, NC, USA).

Resultados

Inicialmente, foram avaliados 164 indivíduos, dos quais 20 não foram incluídos por serem obesos (IMC acima de 30 Kg/m²) e dois por apresentarem baixo peso (IMC abaixo de 18,5 Kg/m²). Oito indivíduos foram excluídos por apresentarem distúrbios obstrutivos ou restritivos no teste de função pulmonar. A amostra final foi composta por 134 voluntários. Todos completaram o protocolo proposto. A média de idade foi de 47±18 anos para as mulheres e de 43±16 anos para os homens. A amostra final foi composta por 51% de mulheres sedentárias e de 39% de homens sedentários. O percentual de massa corporal foi avaliado em um subgrupo de indivíduos (n=64), verificando-se que os homens tinham uma média percentual de massa magra de 72,8±4,7 Kg e as mulheres de 64,4±5,0 Kg. Os participantes apresentaram os seguintes dados espirométricos: capacidade vital forçada (CVF): mulheres=94,1±10,9% do previsto e homens 92,5±10,0% do previsto; volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF_1): mulheres=93,8±11,2% do previsto e homens=92,4±9,5% do previsto) e relação VEF_1/CVF (%): mulheres=81,5±5,7 e homens=81,6±4,7.

A Tabela 1 mostra as características antropométricas e demográficas dos voluntários distribuídos por gênero em cinco subgrupos etários.

A Tabela 2 apresenta os valores médios observados das PRM com os respectivos coeficientes de variação. Os valores médios para $PI_{MÁX}$ e $PE_{MÁX}$ nas mulheres

foram, respectivamente, 24% e 33% mais baixos do que nos homens.

A Tabela 3 apresenta as equações de predição para as PRM. Foram consideradas as seguintes variáveis em cada equação de regressão para a PImáx: idade ($p < 0,0001$), sexo ($p = 0,0047$) e peso ($p = 0,0245$), explicando 34% da variação da PImáx, e, para a PEmáx: sexo ($p = 0,0004$), idade² ($p = 0,0071$), idade

($p = 0,0516$), circunferência abdominal ($p = 0,0125$), explicando 49% da variação da PEmáx.

● Discussão

Dentro do nosso conhecimento, esse foi o primeiro estudo brasileiro a estabelecer valores de referência para as PRM pautado nas recomendações

Tabela 1. Características antropométricas e demográficas dos 134 indivíduos de acordo com o sexo e subgrupos etários.

Grupos	N	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (Kg)	IMC	M-G (%)	M-M (%)	C-A (cm)	RCQ	Aptidão física
Mulheres										
20-29	16	24 (3)	1,63 (0,06)	59 (7)	22 (2)	34,3 (3,6)	65,7 (3,6)	70,9 (4,7)	0,71 (0,04)	68%
30-39	14	36 (3)	1,64 (0,06)	61 (10)	23 (3)	36,3 (5,3)	63,7 (5,3)	74,1 (8,7)	0,76 (0,05)	57%
40-49	14	44 (4)	1,63 (0,07)	63 (7)	24 (2)	38,0 (4,7)	62,0 (4,7)	78,1 (6,0)	0,79 (0,04)	43%
50-59	11	56 (3)	1,58 (0,07)	63 (10)	25 (2)	41,0 (1,5)	59,1 (1,5)	79,1 (5,8)	0,81 (0,05)	45%
>60	19	71 (8)	1,53 (0,05)	59 (8)	25 (3)	35,0 (6,2)	65,0 (6,2)	79,6 (8,6)	0,81 (0,06)	42%
Total	74	47(18)	1,60 (0,07)	61 (8)	24 (3)	35,6 (4,6)	64,4 (5,0)	76,4 (7,7)	0,78 (0,06)	51%
Homens										
20-29	15	24 (3)	1,77 (0,06)	73 (9)	23 (2)	24,3 (3,7)	75,7 (3,7)	80,1 (4,2)	0,83 (0,04)	40%
30-39	14	34 (3)	1,76 (0,09)	83 (12)	27 (2)	28,7 (5,6)	71,3 (5,6)	89,4 (6,4)	0,87 (0,05)	50%
40-49	11	44 (3)	1,73 (0,06)	76 (9)	25 (2)	25,6 (3,1)	74,4 (3,1)	90,6 (5,8)	0,97 (0,20)	27%
50-59	10	53 (3)	1,72 (0,08)	78 (7)	27 (2)	27,7 (5,2)	72,3 (5,2)	93,8 (5,4)	0,95 (0,05)	40%
>60	10	69 (8)	1,69 (0,07)	76 (7)	27 (2)	29,4 (4,6)	70,6 (4,6)	95,7 (7,0)	0,98 (0,07)	40%
Total	60	43(16)	1,74 (0,08)	77 (9)	25 (2)	27,2 (4,7)	72,8 (4,7)	89,2 (7,8)	0,91 (0,11)	39%

Dados apresentados como média e desvio padrão. N=amostra; IMC=índice de massa corporal; M-G=massa gorda; M-M=massa magra; C-A=circunferência abdominal; RCQ=relação cintura-quadril; Aptidão física=percentual de sedentários.

Tabela 2. Valores observados das pressões respiratórias máximas obtidos para cada subgrupo com o coeficiente de variação total.

Idades (anos)	MULHERES (N=74)		HOMENS (N=60)	
	PImáx (cmH ₂ O)	PEmáx (cmH ₂ O)	PImáx (cmH ₂ O)	PEmáx (cmH ₂ O)
20-29	99,4 (20,7)	114,2 (23,1)	126,1 (21,7)	144,5 (20,5)
30-39	99,0 (6,4)	121,8 (33,0)	126,1 (32,9)	178,7 (38,4)
40-49	97,9 (26,5)	121,9 (34,1)	132,6 (31,3)	163,5 (39,0)
50-59	87,7 (24,0)	119,4 (35,3)	118,9 (50,9)	212,9 (21,2)
>60	74,8 (16,4)	91,8 (29,6)	98,5 (12,6)	155,4 (50,5)
Total	91,1 (26,1)	112,1 (32,2)	121,3 (30,7)	167,4 (40,12)
CV (%)	29	29	25	24

Dados apresentados como média e desvio padrão. N=número de sujeitos; PImáx=pressão inspiratória máxima; PEmáx=pressão expiratória máxima; CV=coeficiente de variação.

Tabela 3. Equações de predição para as pressões respiratórias máximas.

EQUAÇÕES PREDITIVAS	r ²	EPE
PImáx (cmH ₂ O)= 63,27-0,55 (idade)+17,96 (sexo)+0,58 (peso)	34	26,3
PEmáx (cmH ₂ O)= -61,41+2,29 (idade)-0,03 (idade ²)+33,72 (sexo)+1,40 (cintura)	49	32,8

PImáx=pressão inspiratória máxima; PEmáx=pressão expiratória máxima; cintura=circunferência abdominal em cm; peso em Kg; r²=coeficiente de determinação; EPE=erro padrão da estimativa (*standard error of the estimate*). Para o sexo feminino, multiplica-se a constante por zero (sexo=0). Para o sexo masculino, multiplica-se a constante por um (sexo=1). Para cálculo do limite inferior de normalidade: média-(1,645 X erro padrão da estimativa). Para cálculo do limite superior de normalidade: média+(1,645 X erro padrão da estimativa).

metodológicas propostas pela ATS/ERS² e pela SBPT³ que utilizou equipamento digital, o qual fornece medidas válidas com alto poder de precisão.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de construir equações de predição para as PRM em uma amostra da população adulta de Belo Horizonte, MG, Brasil seguindo as recomendações metodológicas da ATS/ERS² e da SBPT³. A problemática sobre a existência de diversos valores de referência para as medidas de P_{Imáx} foi comprovada em uma revisão sistemática publicada recentemente²⁸, na qual se verificou a baixa qualidade metodológica dos artigos, contribuindo para a compreensão da dificuldade na pesquisa e, principalmente, na clínica, em escolher uma equação de predição adequada.

Um dos motivos para a variabilidade dos valores das PRM é a falta de padronização metodológica entre os estudos. Após a publicação da ATS/ERS² sobre as recomendações metodológicas para os testes das PRM, foram publicados dois estudos brasileiros^{8,13} que não atenderam integralmente às referidas recomendações, sendo a principal delas o não uso de um instrumento digital que possibilita a operacionalização da P_{Med}_{MÁX}. Sabe-se que medidas válidas propiciam interpretações corretas dos índices de força muscular respiratória, os quais são essenciais para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória. Todos os estudos brasileiros usaram um manovacuômetro analógico, comprometendo a precisão das medidas. Por isso, o presente estudo tem como vantagem/ineditismo a construção de equações de predição das PRM criadas a partir de um manovacuômetro digital.

É uma premissa em estudos sobre valores de referência que a amostra deve ser saudável e representativa da população de onde o estudo foi realizado. Essa definição foi desconsiderada em alguns estudos^{8,13} devido à ausência do relato do teste de função pulmonar⁸ e pelo fato de a amostra ser constituída em sua totalidade por indivíduos sedentários¹³. Diferentemente de todos os estudos sobre valores de referência, o presente estudo teve o cuidado adicional de aplicar o Minixame do Estado Mental em indivíduos idosos (acima de 60 anos) para constatar a ausência de déficit cognitivo, uma vez que o teste é volitivo e passível dos efeitos de compreensão, colaboração e coordenação do indivíduo².

Além da falta de padronização do procedimento, a variabilidade nos valores de referência também é explicada pela influência de fatores individuais (biológicos) inerentes à amostra do estudo²⁹. No presente estudo, constatou-se que os valores médios

das PRM, quando analisados por sexo, apresentaram uma variação importante entre sujeitos da mesma faixa etária, (26 a 37% da P_{Imáx}, Tabela 2). Um alto coeficiente de variação também foi reportado no estudo de Hautmann et al.⁷ e Enright et al.³⁰ (25 a 27% e 32 a 39%, respectivamente). Tais variações podem ser atribuídas ao grau de motivação e cooperação do voluntário⁵; ao valor da pressão de recolhimento elástico do sistema respiratório⁵; à coordenação durante o teste¹⁰ e ao grau de ativação individual da musculatura em teste¹⁰; às diferenças intrínsecas da musculatura individual⁷, como velocidade de contração muscular¹; assim como aos fatores genéticos e ambientais⁵.

Foram observados valores surpreendentemente elevados para a P_{Emáx} nos homens de 50 a 59 anos quando comparados aos das faixas etárias anteriores. É importante enfatizar que havia um número expressivo de indivíduos ativos e motivados com a realização do teste nessa faixa etária. Esses indivíduos preencheram todos os critérios de inclusão, não havendo justificativa para a sua exclusão da análise.

Todos os estudos sobre valores de referência avaliaram o poder preditivo das características físicas sobre as PRM, e constata-se que há uma fraca associação entre elas, evidenciada pelos baixos coeficientes de determinação. Não há um consenso sobre a influência de determinados fatores individuais (altura, peso, idade) nas PRM de homens e mulheres. A altura tem sido um preditor positivo³¹, negativo^{9,32} ou não preditor da P_{Imáx} nas mulheres^{8,12,13} e um preditor negativo em homens⁶.

Há um consenso de que o sexo é o melhor preditor das PRM^{4,7,8,10,11}. Os valores para a P_{Imáx} e a P_{Emáx} foram, em média, 24% e 33% maiores nos homens quando comparados às mulheres, o que condiz com o estudo de Simões et al.¹³. Alguns autores afirmam que os músculos respiratórios comportam-se como músculos esqueléticos^{10,12,30,33}, portanto a força é proporcional à área seccional do músculo³⁴. No presente estudo, realizou-se uma análise da composição corporal em 64 indivíduos de ambos os sexos e verificou-se que o percentual médio de massa magra (músculos) foi superior nos homens, sendo uma possível explicação para as diferenças das PRM entre os sexos.

Os resultados deste estudo mostraram que a idade influenciou significativamente as PRM, sendo um preditor negativo, resultados esses condizentes com os três estudos brasileiros^{8,12,13}. O efeito da idade sobre as PRM em ambos os sexos ainda é questionável^{4,5,11,35}, embora a maioria dos estudos reporte uma diminuição das PRM com o avanço da idade em ambos os sexos,

principalmente para a PImáx^{7,8,10-13}. O ponto de corte para o declínio da PImáx difere entre estudos, variando de 30¹⁰ a 65⁷ anos. Esse fato pode impedir o aparecimento de uma correlação negativa com a idade em decorrência da faixa etária analisada, como no estudo de Camelo et al.³⁶, que analisou a faixa etária de 20 a 49 anos. O baixo número de sujeitos acima de 55 anos de idade também justifica a ausência da correlação negativa entre as PRM e a idade em alguns estudos^{4,35}. Uma possível explicação para a PImáx diminuir com o avanço da idade é o processo de envelhecimento, com um aumento do VR e uma diminuição da capacidade inspiratória³⁷.

A PEmáx apresentou uma relação quadrática com a idade. Esse achado está de acordo com estudos prévios^{10,38}. Possíveis explicações para a diminuição da PEmáx são a perda de recolhimento elástico da caixa torácica, a presença de calcificações nas articulações e o aumento da cifose torácica, tendo em vista que todos esses fatores contribuem para uma baixa complacência da caixa torácica e diminuição da PEmáx, que é realizada a partir da CPT³⁷. A atrofia, a diminuição da eficiência metabólica e o declínio na velocidade de condução nervosa também explicam a diminuição das PRM com o avançar da idade^{10,30}.

O peso foi um preditor positivo para a PImáx, em acordo com estudos prévios^{9,30,32,39}, destacando-se o estudo de Simões et al.¹³. Não há um consenso em relação à variação das PRM em virtude do ganho de peso^{10,13}. Tanto a função pulmonar quanto a força dos músculos respiratórios melhoram com o aumento pequeno do peso corporal, o chamado “efeito muscularidade”, já que há uma teoria que relaciona o peso e o comprimento isométrico de diferentes grupos musculares⁴⁰. No presente estudo, ambos, peso e percentual de músculo, correlacionaram-se positivamente entre si e cada um, isoladamente, com a PImáx. Pode-se hipotetizar que a influência do peso na PImáx esteja relacionada a um percentual maior de massa magra da musculatura respiratória.

A circunferência abdominal foi preditora positiva da PEmáx. Esse é o primeiro estudo em que essa variável foi contemplada no modelo para a PEmáx. Os voluntários do presente estudo não eram obesos e apresentaram valores médios de normalidade para a circunferência abdominal. É possível que a correlação positiva com a PEmáx deva-se à maior massa muscular abdominal. Hipotetiza-se a existência de um ponto de corte para o declínio da PEmáx semelhante ao comportamento da PImáx quando ela é correlacionada com a circunferência abdominal (a partir de 95 a 105 cm de circunferência abdominal ocorre declínio da PImáx, segundo Carpenter et al.²⁹).

Estudos futuros, com uma amostra que apresente valores aumentados de circunferência, poderão investigar, de maneira mais aprofundada, essa hipótese para estabelecer o tipo do modelo preditivo existente entre a circunferência abdominal e a PEmáx, explicando, assim, a influência da gordura visceral na força dos músculos abdominais.

Aponta-se como limitação deste estudo o número amostral baixo nos diferentes subgrupos etários, em especial, o acima de 70 anos. O número amostral afeta diretamente a acurácia de predição da equação⁴¹. No entanto, foi contemplada a representatividade da amostra pelo alcance do número de indivíduos por sexo e faixa etária segundo os dados do IBGE para a população de Belo Horizonte, MG, Brasil.

Concluindo, este estudo brasileiro, realizado com uma amostra da população mineira (Belo Horizonte, MG, Brasil), fornece equações, médias e desvio padrão por faixa etária, assim como as fórmulas para o cálculo dos limites inferiores e superiores de normalidade, inovando por ter seguido, de forma rigorosa, a metodologia proposta pelas normas internacionais e brasileiras, destacando-se a utilização de um manovacuômetro digital a fim de garantir a validade das medidas mensuradas.

● Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil, Processo 309494/2013-3), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, Brasil, PPM-00374-12) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil, PROCAD NF 779/2010), pelo apoio financeiro.

● Referências

1. Nava S, Ambrosino N, Crotti P, Fracchia C, Rampulla C. Recruitment of some respiratory muscles during three maximal inspiratory manoeuvres. *Thorax*. 1993;48(7):702-7. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.48.7.702>. PMID:8153917
2. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518-624. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.166.4.518>. PMID:12186831
3. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S155-65.
4. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702. PMID:5772056.
5. Bruschi C, Cerveri I, Zoia MC, Fanfulla F, Fiorentini M, Casali L, et al. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev*

- Respir Dis. 1992;146(3):790-3. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm/146.3.790>. PMID:1519865
6. Johan A, Chan CC, Chia HP, Chan OY, Wang YT. Maximal respiratory pressures in adult Chinese, Malays and Indians. *Eur Respir J*. 1997;10(12):2825-8. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.97.10122825>. PMID:9493668
 7. Hautmann H, Hefe S, Schotten K, Huber RM. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects—what is the lower limit of normal? *Respir Med*. 2000;94(7):689-93. <http://dx.doi.org/10.1053/rmed.2000.0802>. PMID:10926341
 8. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MI. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. *J Bras Pneumol*. 2010;36(3):306-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132010000300007>. PMID:20625667
 9. Gopalakrishna A, Vaishali K, Prem V, Aaron P. Normative values for maximal respiratory pressures in an Indian Mangalore population: A cross-sectional pilot study. *Lung India*. 2011;28(4):247-52. <http://dx.doi.org/10.4103/0970-2113.85684>. PMID:22084536
 10. Vincken W, Ghezze H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1987;23(5):435-9. PMID:3450325.
 11. McConnell AK, Copestake AJ. Maximum static respiratory pressures in healthy elderly men and women: issues of reproducibility and interpretation. *Respiration*. 1999;66(3):251-8. <http://dx.doi.org/10.1159/000029386>. PMID:10364742
 12. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27. PMID:10412550.
 13. Simões RP, Deus AP, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M, Borghi-Silva A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(1):60-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010000100010>. PMID:20414563
 14. Gordis L. *Epidemiology*. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Science; 2004.
 15. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Sinopse e resultados do Censo 2010. IBGE; 2012. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/webservice/default.php?cod1=31&cod2=3>
 16. Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2007;33(4):397-406. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008>. PMID:17982531
 17. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica - ABESO. *Diretrizes brasileiras de obesidade*. 3ª ed. São Paulo: AC Farmacêutica; 2009.
 18. Sociedade Brasileira de Cardiologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(1, Supl 1):1-51.
 19. Ferreira JL, Pereira NC, Oliveira Júnior M, Vasconcelos FH, Parreira VF, Tierra-Criollo CJ. Maximum respiratory pressure measuring system: calibration and evaluation of uncertainty. *Control Autom*. 2010;21(6):588-97.
 20. Montemezzo D, Vieira DS, Tierra-Criollo CJ, Britto RR, Velloso M, Parreira VF. Influence of 4 interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. *Respir Care*. 2012;57(3):392-8. <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.01078>. PMID:22005049
 21. Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respir Care*. 2009;54(10):1348-59. PMID:19796415.
 22. Pereira CAC. Espirometria. In: Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. *Diretrizes para testes de função pulmonar*. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S1-82.
 23. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al, and the Composition of the ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004;23(5):1226-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>. PMID:15380917
 24. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1423-34. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>. PMID:17762377
 25. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(9, Suppl):S498-504. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200009001-00009>. PMID:10993420
 26. Brucki SM, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PH, Okamoto IH. [Suggestions for utilization of the minimal state examination in Brazil]. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003;61(3B):777-81. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>. PMID:14595482
 27. Hamnegård CH, Wragg S, Kyroussis D, Aquilina R, Moxham J, Green M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J*. 1994;7(2):398-401. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.94.07020398>. PMID:8162993
 28. Sclauser Pessoa IMB, Franco Parreira V, Fregonezi GAF, Sheel AW, Chung F, Reid WD. Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Can Respir J*. 2014;21(1):43-50. PMID:24137574.
 29. Carpenter MA, Tockman MS, Hutchinson RG, Davis CE, Heiss G. Demographic and anthropometric correlates of maximum inspiratory pressure: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(2):415-22. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.159.2.9708076>. PMID:9927352
 30. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. *Cardiovascular Health Study Research Group*. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(2 Pt 1):430-8. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.149.2.8306041>. PMID:8306041
 31. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*. 1984;39(7):535-8. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.39.7.535>. PMID:6463933
 32. Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL; The Baltimore Longitudinal Study of Aging. Determinants of maximal inspiratory pressure. *Am J Respir Crit Care Med*.

- 1998;158(5 Pt 1):1459-64. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrcm.158.5.9712006>. PMID:9817693
33. Wilmore JH. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program. *Med Sci Sports*. 1974;6(2):133-8. PMID:4461973.
34. Ikai M, Fukunaga T. Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. *Int Z Angew Physiol*. 1968;26(1):26-32. PMID:5700894.
35. McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis*. 1989;139(1):277-81. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrcm/139.1.277>. PMID:2912349
36. Camelo JS, Filho JT, Manco JC. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. *J Pneumol*. 1985;11(4):181-4.
37. Pride NB. Ageing and changes in lung mechanics. *Eur Respir J*. 2005;26(4):563-5. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.05.00079805>. PMID:16204583
38. Ringqvist T. The ventilatory capacity in healthy subjects. An analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand J Clin Lab Invest Suppl*. 1966;88:5-179. PMID:4283858.
39. Enright PL, Adams AB, Boyle PJ, Sherrill DL. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85-year-old women and men. *Chest*. 1995;108(3):663-9. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.108.3.663>. PMID:7656613
40. Schoenberg JB, Beck GJ, Bouhuys A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. *Respir Physiol*. 1978;33(3):367-93. [http://dx.doi.org/10.1016/0034-5687\(78\)90063-4](http://dx.doi.org/10.1016/0034-5687(78)90063-4). PMID:705072
41. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research: applications to practice*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall Health; 2000.

Correspondence

Verônica Franco Parreira

Universidade Federal de Minas Gerais, EEEFTO
Departamento de Fisioterapia
Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha
CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil
e-mail: veronicaparreira@yahoo.com.br; veronica.parreira@pesquisador.cnpq.br

Effect of a single session of transcranial direct-current stimulation on balance and spatiotemporal gait variables in children with cerebral palsy: A randomized sham-controlled study

Luanda A. C. Grecco^{1,2,3}, Natália A. C. Duarte^{1,3}, Nelci Zanon^{3,4},
Manuela Galli⁵, Felipe Fregni², Claudia S. Oliveira¹

ABSTRACT | Background: Transcranial direct-current stimulation (tDCS) has been widely studied with the aim of enhancing local synaptic efficacy and modulating the electrical activity of the cortex in patients with neurological disorders. **Objective:** The purpose of the present study was to determine the effect of a single session of tDCS regarding immediate changes in spatiotemporal gait and oscillations of the center of pressure (30 seconds) in children with cerebral palsy (CP). **Method:** A randomized controlled trial with a blinded evaluator was conducted involving 20 children with CP between six and ten years of age. Gait and balance were evaluated three times: Evaluation 1 (before the stimulation), Evaluation 2 (immediately after stimulation), and Evaluation 3 (20 minutes after the stimulation). The protocol consisted of a 20-minute session of tDCS applied to the primary motor cortex at an intensity of 1 mA. The participants were randomly allocated to two groups: experimental group – anodal stimulation of the primary motor cortex; and control group – placebo transcranial stimulation. **Results:** Significant reductions were found in the experimental group regarding oscillations during standing in the anteroposterior and mediolateral directions with eyes open and eyes closed in comparison with the control group ($p < 0.05$). In the intra-group analysis, the experimental group exhibited significant improvements in gait velocity, cadence, and oscillation in the center of pressure during standing ($p < 0.05$). No significant differences were found in the control group among the different evaluations. **Conclusion:** A single session of tDCS applied to the primary motor cortex promotes positive changes in static balance and gait velocity in children with cerebral palsy.

Keywords: cerebral palsy; physical therapy; movement; balance; electric stimulation; motor cortex. This study was registered with the Brazilian Registry of Clinical Trials (RBR-9B5DH7).

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Grecco LAC, Duarte NAC, Zanon N, Galli M, Fregni F, Oliveira CS. Effect of a single session of transcranial direct-current stimulation on balance and spatiotemporal gait variables in children with cerebral palsy: A randomized sham-controlled study. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):419-427. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0053>

● Introduction

Transcranial direct-current stimulation (tDCS) is a widely studied innovative technique consisting of the application of low-intensity monophasic electrical current to the scalp. The electrical current flows from the electrodes and penetrates the skull, reaching the cerebral cortex. Although most of the current is dissipated among the overlying tissues, a sufficient amount of current reaches the structures of the cortex, modifying the membrane potential of the cells and modulating cortex activity^{1,2}. It has been suggested that the effects of tDCS stem from persistent changes

that resemble long-term potentiation and can lead to enhanced synaptic efficacy³.

There has been an increase in the number of studies stating that tDCS applied to the motor cortex can be used for the treatment of neurological disorders in children, such as cerebral palsy (CP)⁴. CP results in diminished activation of the central nervous system during the execution of movements⁵. A reduction in motor cortex excitability in children is associated with poor motor development⁶. Neurophysiological analyses have revealed global alterations in cortex

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, SP, Brazil

²Laboratory of Neuromodulation, Center of Clinical Research Learning, Spaulding Rehabilitation Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA, United States

³Centro de Neurocirurgia Pediátrica (CENEPE), São Paulo, SP, Brazil

⁴Departamento de Neurocirurgia, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brazil

⁵Dipartimento di Bioingegneria, Politecnico di Milano, Milan, Italy

Received: 10/31/2013 Revised: 04/12/2014 Accepted: 06/09/2014

excitability in children with CP, with a reduction in the activation of corticospinal and somatosensory circuits⁷. The reduction in somatosensory activation may be the neurological basis for poor tactile, proprioceptive and kinesthetic awareness in children with CP⁸. While there is no cure for the brain lesion associated with this condition, sequelae can be minimized through neurorehabilitation methods⁹. Studies involving functional magnetic resonance in children with CP have demonstrated that rehabilitation resources are capable of promoting the activation of the primary motor cortex⁹, which is an important area of the brain capable of facilitating cerebral reorganization¹⁰.

Ninety percent of children with CP exhibit impaired gait due to diminished cortex excitability, excessive muscle weakness, abnormal joint kinematics, and diminished postural reactions¹¹. Moreover, inadequate postural control limits motor development in these children^{12,13}.

Kaski et al.¹⁴ found that anodal tDCS induces changes in the excitability of the motor cortex referring to the lower limbs, with improvements in both balance and gait. The hypothesis of the present study is that a single session of anodal tDCS applied to the primary motor cortex in children with CP can momentarily potentiate motor patterns through the enhancement of cortex excitability and activation of corticospinal circuits. The authors believe that the facilitation of cortical excitability of the primary motor cortex may enhance motor control and velocity of motor responses in children with CP. In CP, deficits

in spatiotemporal gait parameters and postural stability are notorious and generate a functional impairment of the child. Additionally the evaluation of the static balance and gait analysis are consecrated and scientifically valid techniques. For these reasons, the stabilometry and analysis of spatio-temporal parameters of gait were selected as outcomes of this study. The expected outcomes are an increase in gait velocity and reductions in the oscillation of the center of pressure (CoP) during standing in the anteroposterior and mediolateral directions. However, the changes would likely be lost after a few minutes due to the limitation of tDCS to a single session.

The aim of the present study was to determine the effect of a single session of tDCS applied to the primary motor cortex regarding immediate changes in spatiotemporal gait and oscillations of the CoP during standing in children with CP classified at levels I to III of the Gross Motor Function Classification System (GMFCS).

● Method

The present randomized, sham-controlled, cross-sectional study (Figure 1) was carried out in compliance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki and received approval from the Human Research Ethics Committee of *Universidade Nove de Julho* (UNINOVE), São Paulo, SP, Brazil, under process number 69803/2012. This study is registered with the Brazilian Registry of Clinical Trials (process RBR-9B5DH7). All

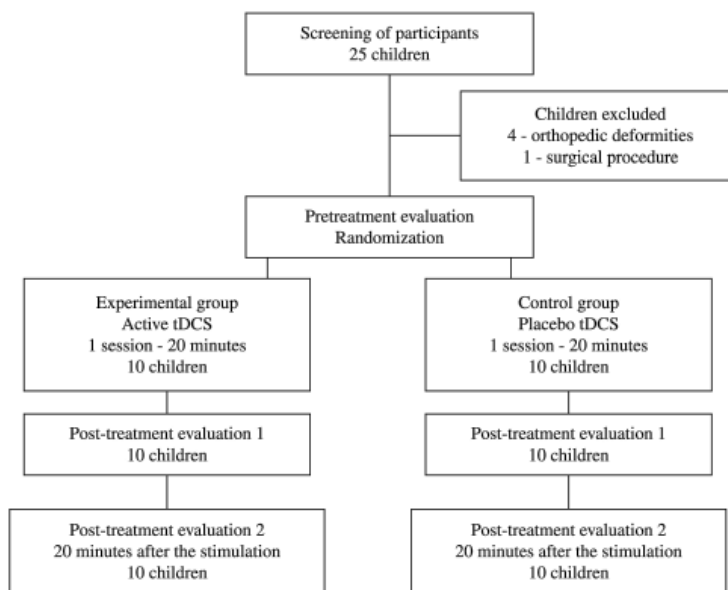


Figure 1. Flow diagram of study based on the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) Statement.

guardians signed a statement of informed consent agreeing to the participation of their children.

Children with a diagnosis of spastic CP were recruited from specialized clinics. The inclusion criteria were classification at levels I, II and III of the GMFCS^{15,16}, independent gait for at least 12 months, age six to ten years, and degree of understanding compatible with the procedures proposed. The following were the exclusion criteria: having undergone any surgical procedure or neurolytic block in the previous 12 months, orthopedic deformity, epilepsy, metal implants in the skull or hearing aids. Following the application of the eligibility criteria, 20 children were selected for the study.

The participants were randomized into the experimental and control groups based on the order of inclusion into the study. A randomization list was generated using blocks of six (for every six participants, three were randomly allocated to each group) and four (for every four participants, two were randomly allocated to each group) to minimize the risk of imbalance in the size of the groups.

The procedures were carried out in a single day. Following Evaluation 1 (pretreatment evaluation/before stimulation), the children received 20 minutes of either active (experimental group) or sham (control group) tDCS. The children received tDCS at rest and seated comfortably. A responsible therapist accompanied the stimulation session. Evaluation 2 (post-treatment evaluation/after stimulation) was performed immediately following tDCS and Evaluation 3 (twenty minutes after stimulation) was performed after 20 minutes of rest. Three researchers carried out the procedures – two performed the evaluations and one performed the tDCS. The evaluations and tDCS were carried out in separate rooms to ensure the blinding of the examiners. Only the researcher in charge of the application of the tDCS was aware of the allocation of the children to the experimental and control groups.

Transcranial direct-current stimulation

tDCS is the application of a low-intensity direct current on the scalp using two electrodes (anode and cathode). A sufficient amount of current penetrates the overlying tissues and reaches the structures of the motor cortex, modifying the neuronal membrane potential. Anodal stimulation enhances cortex excitability. The tDCS device (Soterix Medical Inc., USA) included two non-metallic sponge surface electrodes measuring $5 \times 5 \text{ cm}^2$ and moistened with saline solution. The children in the

experimental group received anodal stimulation of the primary motor cortex and those in the control group received placebo transcranial stimulation. The anode was positioned over the primary motor cortex of the dominant hemisphere following the 10-20 international system of electrode placement for electroencephalography¹⁷ and the cathode was positioned in the supra-orbital region contralateral to the anode. The current was applied to the primary motor cortex for 20 minutes, during which the children remained seated. The tDCS device has a button that allows the operator to control the intensity of the current. Stimulation was gradually increased until reaching 1 mA and gradually reduced in the final 10 seconds. For sham stimulation, the electrodes were positioned in the same manner and the stimulator was switched on for 30 seconds. This procedure gave the children in the control group the initial sensation, but they did not receive electrical stimulation for the remainder of the session. This is considered a valid control procedure in studies involving tDCS¹⁸.

Evaluation procedures

The evaluation of spatiotemporal gait variables (gait velocity, cadence, step length, stride length and step width) was performed using the SMART-D 140[®] system (BTS Engineering, Italy) with eight infrared cameras, the SMART-D INTEGRATED WORKSTATION[®] with 32 analog channels and a synchronized video system. After the determination of the anthropometric measures (height, mass, lower limb length, distance between the femoral condyles or diameter of the knee, distance between the malleolus or diameter of the ankle, distance between the anterior iliac spines, and thickness of the pelvis), passive markers were placed at specific reference points directly on the skin for the evaluation of each segment of the body. The markers were placed over C7 and the sacrum as well as bilaterally over the acromion, anterosuperior iliac spine, greater trochanter, femoral epicondyle, femoral wand, tibial head, tibial wand, lateral malleolus, lateral aspect of the foot at the fifth metatarsal head and at the heel (only for static offset measurements), as described by Davis et al.¹⁹. The Davis marker-set was chosen as the protocol of choice to acquire the movement of lower limbs and trunk based on Ferrari et al.²⁰. After the child was familiarized with the process, at least six trials were performed along a 5-meter catwalk at a pace self-selected by each child. Three consistent trials of each lower limb were considered for analysis. All readings were performed by the same experienced researcher

to ensure the reliability of the data collection. In the present study, only spatiotemporal and kinematic gait variables were identified and computed. The following spatiotemporal parameters were analyzed:

- velocity (m/s): mean velocity of progression;
- cadence: number of steps in a time unit (steps/min);
- stride length (m): longitudinal distance between successive points of heel contact of the same foot;
- step length (m): longitudinal distance between the point of initial contact of one foot and the point of initial contact of the contralateral foot;
- step width (m): distance between the rear end of the right and left heel centerlines along the mediolateral axis;
- stance phase: % of gait cycle that begins with initial contact and ends at toe-off of the same limb.

Mean and standard deviation values of gait velocity, cadence, step length, stride length, and step width were used for the statistical analysis.

Static balance was evaluated with the use of a force plate (Kistler model 9286BA), which allows stabilometric analysis through readings of oscillations of the CoP. The acquisition frequency was 50 Hz, captured by four piezoelectric sensors positioned at the extremities of the platform, which measured 40 × 60 cm. The data were recorded and interpreted using the SWAY software program (BTS Engineering) integrated to and synchronized with the SMART-D 140[®]. The child was instructed to remain in a quiet standing position on the platform, barefoot, arms alongside the body, gaze fixed on a point marked at a distance of one meter at the height of the glabellum, with heels aligned and an unrestricted foot base. The children classified at level III of the GMFCS^{15,16} used their usual gait assistance device, which was positioned off the force plate. The platform used has dimensions (600X400X35mm) that do not require the child to make great postural adjustments to position the gait assistance device off the platform. The children were instructed to keep the assistance device off the platform. The positioning of the device should allow a comfortable posture. The exact location of the device was marked on the floor with a white ribbon. The positioning was used in the three Evaluations to allow same condition assessment and comparative analysis²¹.

Readings of displacement from the CoP on the X (anteroposterior) and Y (mediolateral) axes were

performed under two conditions: eyes open and eyes closed. Three acquisitions of 30 seconds were obtained for each condition and the average of the acquisitions was used in the statistical analysis. The outputs of the force platform allowed us to compute the CoP time series in the anteroposterior direction and the mediolateral direction. The output of the platform was processed to compute quantitative parameters in the time domain. The anteroposterior and mediolateral coordinates of the CoP trajectory underwent post-acquisition filtering using a low-pass filter with a cut-off frequency of 10 Hz. In the analysis, we identified and computed the range of CoP displacement in the anteroposterior direction (RANGEAP index) and the mediolateral direction (RANGEML index), expressed in mm²¹.

Statistical analysis

The Kolmogorov-Smirnov test was used to determine the adherence of the data to the Gaussian curve. Parametric distribution was demonstrated, the data were expressed as mean and standard deviation values. To verify the effect of transcranial stimulation (active and placebo) over the three Evaluations in each group, intragroup analysis was performed. Intergroup analysis was performed to verify a possible effect obtained by the experimental group (active stimulation). With these goals, two-way analysis of variance (ANOVA) was used with the Bonferroni post hoc test, considering the variables: anteroposterior oscillations (open and closed eyes), mediolateral oscillations (open and closed eyes), and spatiotemporal gait parameters (gait velocity, cadence, step length, stride length, and step width). The level of significance was set to 0.05. The data was tabulated and processed using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, v.19.0).

● Results

Twenty children with CP were randomly allocated to the experimental group (active tDCS applied to the primary motor cortex) or control group (sham tDCS). No statistically significant differences between groups were found regarding the baseline data (age, anthropometric data, gait velocity, cadence, and static balance). Table 1 displays the anthropometric characteristics and functional classification of the children studied. All children tolerated the stimulation without complaints. Adverse effects were uncommon (three children) and restricted to redness and tingling of the skin in the experimental group.

Figure 2 is a description of the results obtained in the oscillations of the CoP. The experimental group showed a reduction in anteroposterior sway with eyes open in Evaluation 2 [F (2,36)=15.1, p=0.001], anteroposterior sway with eyes closed in Evaluations 2 [F (2,18)=29.3, p=0.001] and 3 [F (2,18)=17.8, p=0.001], and mediolateral sway with eyes closed in Evaluations 2 [F (2,18)=49.9, p=0.001] and 3 [F (2,18)=42.6, p=0.001]. The effects obtained also exhibited significant reductions in anteroposterior oscillation with eyes open (Pretreatment vs.

Post-treatment 1 – effect: –11.8 mm, p<0.001; Pretreatment vs. Post-treatment 2 – effect: –5.2 mm, p=0.003), anteroposterior oscillation with eyes closed (Pretreatment vs. Post-treatment 1 – effect: –15.7 mm, p<0.001; Pretreatment vs. Post-treatment 2 – effect: –10.6 mm, p<0.001), mediolateral oscillation with eyes open (Pretreatment vs. Post-treatment 1 – effect: –2.7 mm, p<0.001; Pretreatment vs. Post-treatment 2 – effect: –3.1 mm, p<0.05), and mediolateral oscillation with eyes closed (Pretreatment vs. Post-treatment 1 – effect: –14.6 mm, p<0.001;

Table 1. Anthropometric characteristics and functional classification of the participants.

	Experimental group (n=10)	Control group (n=10)
Age (years)*	7.2 (1.8)	7.8 (1.5)
Body mass (Kg)*	26.3 (3.2)	27.1 (2.6)
Stature (cm)*	125.8 (7.2)	126.1 (8.2)
Body mass index (Kg ² /m)*	16.8 (1.2)	17.1 (1.1)
GMFCS (I\ II\ III)**	(3\4\3)	(3\4\3)
Topography (hemiparesis\diparesis)**	(4\6)	(3\7)

GMFCS – Gross Motor Functional Classification System. *Data expressed as mean (standard deviation); **numbers indicate frequency (n) of children in each group.

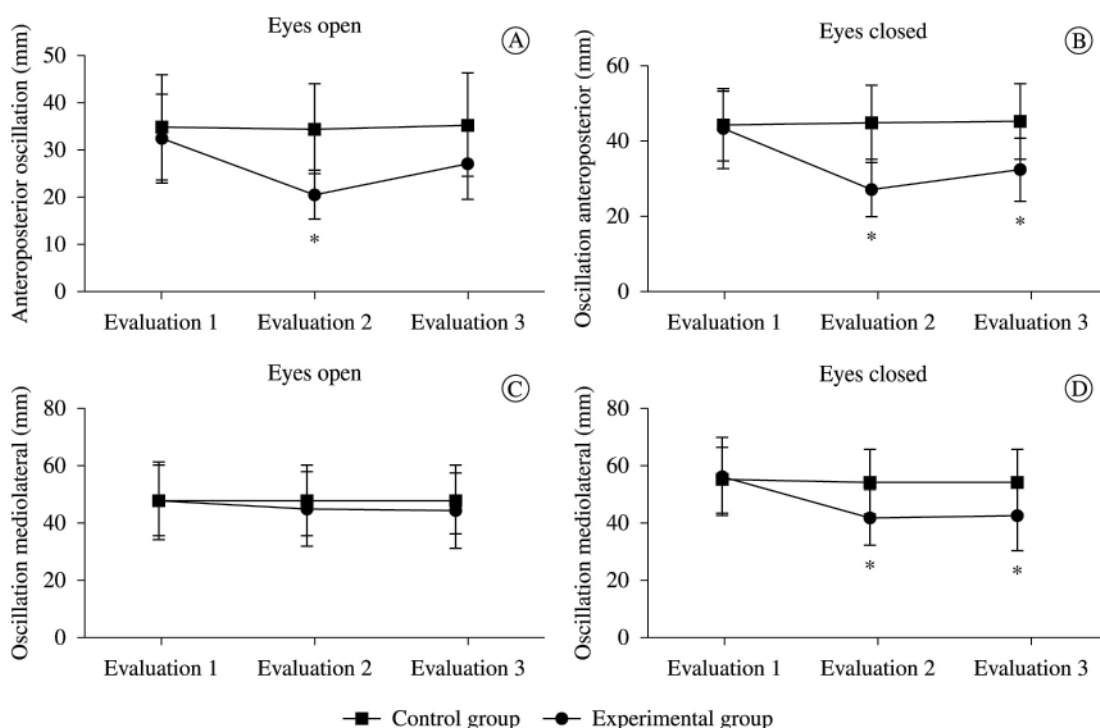


Figure 2. Results in the oscillations of the center of pressure before (Evaluation 1), immediately after (Evaluation 2), and twenty minutes after (Evaluation 3) the transcranial stimulation in the experimental group and the control group. A) Oscillation of the center of pressure in the anteroposterior direction with eyes open; B) Oscillation of the center of pressure in the anteroposterior direction with eyes closed; C) Oscillation of the center of pressure in the mediolateral direction with eyes open; D) Oscillation of the center of pressure in the mediolateral direction with eyes closed. Mean and standard deviation. *p<0.05.

Pretreatment vs. Post-treatment 2 – effect: -14.2 mm, $p < 0.001$). In contrast, no significant differences among evaluations were found in the control group regarding gait variables or oscillations of the CoP. The control group showed no statistical difference in the intragroup analysis ($p > 0.05$).

Table 2 describes the results obtained in the spatiotemporal gait variables. In experimental group, the statistical analysis showed an increase in walking speed in Evaluation 2 [$F(2,18) = 36.1$, $p = 0.001$], step length in Evaluation 2 [$F(1,9) = 19.3$, $p = 0.017$], and stride length in Evaluation 2 [$F(2,36) = 17.0$, $p = 0.001$] compared with the control group. No significant differences were identified in the control group ($p > 0.05$). Figure 3 illustrates the results of gait speed and cadence.

● Discussion

tDCS currently occupies an important place in studies addressing neuromotor rehabilitation due to its potential in optimizing the results of physical therapy^{14,21-24}. The authors of the present study were curious about the possible effects of tDCS performed in an isolated fashion regarding changes in postural stability and whether children would be able to

tolerate the current. No previous studies were found addressing the effects of tDCS on postural control and gait in children with CP. Therefore, the aim of the present investigation was to determine the immediate effect of a single session of tDCS applied to the primary motor cortex in children classified at levels I to III of the GMFCS. To enhance the validity of the study, the experimental group (active tDCS) was compared to a control group (sham tDCS) and double-blind procedures (participants and examiners) were employed.

Three-dimensional gait analysis^{25,26} and stabilometry^{26,27} are considered fundamental assessment tools for the adequate quantification of the effects of interventions aimed at improvements in gait and static balance. These sensitive methods allow the identification of small changes within a short span of time and were therefore selected for the present study. The experimental group exhibited significant differences in the evaluations after the application of active tDCS regarding gait velocity and oscillations of the CoP in comparison with the evaluation held prior to stimulation.

The present study offers important findings. The experimental group exhibited an increase in gait velocity immediately following tDCS, but this

Table 2. Performance at evaluation 1 (before stimulation), evaluation 2 (after stimulation), and evaluation 3 (twenty minutes after stimulation) of outcome of variables spatiotemporal gait.

	Experimental group			Control group		
	Evaluation 1	Evaluation 2	Evaluation 3	Evaluation 1	Evaluation 2	Evaluation 3
Gait velocity (m/s)	0.75 (0.19)	1.04 (0.21)	0.85 (0.27)	0.78 (0.23)	0.80 (0.20)	0.78 (0.21)
Cadence	104.6 (28.5)	98.3 (43.4)	90.6 (52.4)	103.5 (25.1)	105.3 (25.9)	104.2 (25.8)
Step length	0.33 (0.10)	0.40 (0.09)	0.34 (0.08)	0.35 (0.09)	0.34 (0.10)	0.34 (0.08)
Stride length	0.83 (0.01)	0.91 (0.07)	0.81 (0.06)	0.78 (0.10)	0.79 (0.07)	0.79 (0.10)
Step Width	0.15 (0.09)	0.16 (0.02)	0.15 (0.08)	0.16 (0.11)	0.16 (0.11)	0.16 (0.06)

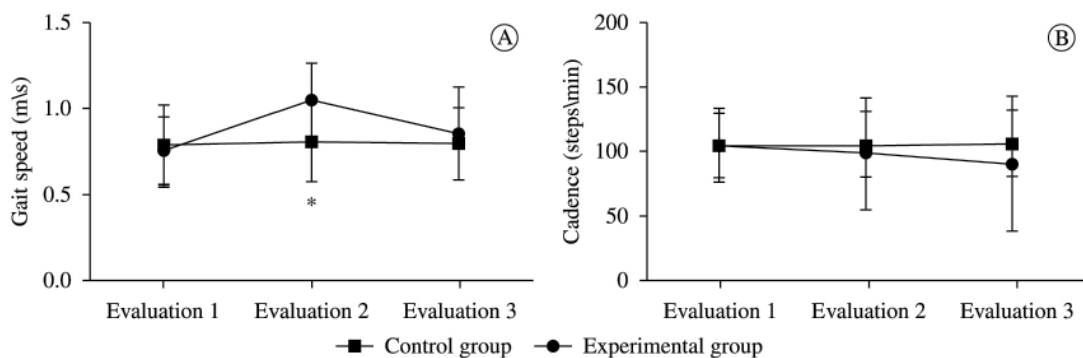


Figure 3. Results of gait velocity and cadence before (Evaluation 1), immediately after (Evaluation 2) and twenty minutes after (Evaluation 3) the transcranial stimulation in the experimental group and the control group. A) Gait velocity, B) Gait cadence. Mean and standard deviation. * $p < 0.05$.

increase was not maintained for more than 20 minutes after the end of the stimulation. Although this was a cross-sectional study involving a single session of tDCS, the results suggest that the momentary increase in cortex activation may have exerted an influence on motor control and gait. As the primary motor cortex was only stimulated for 20 minutes during rest, the authors did not expect the changes to be maintained in medium or long term. However, the findings could encourage future studies to combine tDCS with motor rehabilitation therapies to determine whether this technique can assist in improving gait and postural control in children with CP.

Gait velocity has an important relationship with the cadence. However, in this study there was an increase in walking velocity without increasing cadence. The authors believe that this fact can be explained by an increased step length.

Analyzing a population of elderly individuals ($n=9$) with leukoaraiosis, an ischemic lesion of the cerebral white matter that results in gait and balance disorders, Kaski et al.²⁴ found that a single session of anodal stimulation in combination with gait and balance training had repercussions in the form of improvements in gait velocity, stride length, step length variability, and balance. In a study by Kaski et al.¹⁴, 30 healthy individuals received either active or sham tDCS to either the primary motor cortex or prefrontal cortex prior to walking on a moving platform (a mobile sled moved with a maximum velocity of 1.4 m/s). The group that received active tDCS exhibited an increase in gait velocity. Thus, anodal stimulation was capable of inducing changes in the excitability of the motor cortex of the lower limbs, thereby potentiating locomotion control. All of these previous findings underscore the potential of anodal stimulation of the motor cortex regarding the facilitation of motor recovery.

Balance deficit resulting in frequent falls is one of the most limiting aspects of CP^{13,26,27}. Regarding oscillations of the CoP, two important findings were identified in the present study: 1) the similarity in the results with and without visual restriction; and 2) although a small number of participants were classified at level III of the GMFCS (three per group), the effects apparently involved these children, who require gait-assistance devices.

Visual compensation is an important aspect of postural stability. In children with CP, oscillations are greater with eyes closed due to the lack of visual compensation. The results suggest that there was a momentary improvement in postural stability. Although there are no studies that address the effects of tDCS on static balance, the authors believe that greater effectiveness of the proprioceptive system

may have resulted from the stimulation of the cortical area. Thus, the motor responses were effective in minimizing the oscillations with visual restriction. Similar results on the effect size of the oscillations of the CoP, with and without visual restriction, are observed only with more dynamic interventions, such as the use of ankle-foot orthoses²⁶.

All clinical effects observed following the application of tDCS are directly related to cortex modulations resulting from stimulation dependent on the polarity of the current. Anodal stimulation increases cortex excitability, favoring the depolarization of the neuronal membrane, whereas the cathode has an inhibitory effect through the hyperpolarization of the neuronal membrane^{28,29}. A number of studies have demonstrated that tDCS is successful in achieving these effects, but some papers suggest that anodal stimulation applied to the primary motor cortex seems to have an effect that is dependent on the learning task and the formation of memory. These neurophysiological aspects and the clinical findings described in the results and discussion sections of this paper suggest that tDCS may be an important tool for potentiating the effects of neuromotor rehabilitation. Although the present investigation has limitations, such as not being a prospective study and not involving a broader stimulation protocol, important preliminary findings are described herein³⁰. Such findings can offer a direction for the development of further studies that address the use of tDCS in combination with physical therapy to treat locomotion and postural disorders in children with CP.

● Conclusion

Based on the present findings, a single session of tDCS applied to the primary motor cortex in children with CP was capable of causing significant reduction in anteroposterior oscillation with eyes open and eyes closed and in mediolateral oscillation with eyes closed in comparison with the control group (tDCS sham). Moreover, increases in gait velocity, step length, and stride length were also observed after stimulation. However, the results were not maintained for more than 20 minutes after the end of stimulation.

● Acknowledgements

For the financial support from the Brazilian fostering agencies: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), and Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP 2012/24019-0).

● References

- Miranda PC, Lomarev M, Hallett M. Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. *Clin Neurophysiol.* 2006;117(7):1623-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2006.04.009>. PMID:16762592
- Wagner T, Fregni F, Fecteau S, Grodzinsky A, Zahn M, Pascual-Leone A. Transcranial direct current stimulation: a computer-based human model study. *Neuroimage.* 2007;35(3):1113-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.01.027>. PMID:17337213
- Liebetanz D, Nitsche MA, Tergau F, Paulus W. Pharmacological approach to the mechanisms of transcranial DC-stimulation-induced after-effects of human motor cortex excitability. *Brain.* 2002;125(10):2238-47. <http://dx.doi.org/10.1093/brain/awf238>. PMID:12244081
- Yook SW, Park SH, Seo JH, Kim SJ, Ko MH. Suppression of seizure by cathodal transcranial direct current stimulation in an epileptic patient - a case report -. *Ann Rehabil Med.* 2011;35(4):579-82. <http://dx.doi.org/10.5535/arm.2011.35.4.579>. PMID:22506177
- Shin YK, Lee DR, Hwang HJ, You SJ, Im CH. A novel EEG-based brain mapping to determine cortical activation patterns in normal children and children with cerebral palsy during motor imagery tasks. *NeuroRehabilitation.* 2012;31(4):349-55. PMID:23232157.
- Pitcher JB, Schneider LA, Burns NR, Drysdale JL, Higgins RD, Ridding MC, et al. Reduced corticomotor excitability and motor skills development in children born preterm. *J Physiol.* 2012;590(22):5827-44. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2012.239269>. PMID:22966161
- Rose S, Guzzetta A, Pannek K, Boyd R. MRI structural connectivity, disruption of primary sensorimotor pathways, and hand function in cerebral palsy. *Brain Connect.* 2011;1(4):309-16. <http://dx.doi.org/10.1089/brain.2011.0034>. PMID:22432420
- Kurz MJ, Wilson TW. Neuromagnetic activity in the somatosensory cortices of children with cerebral palsy. *Neurosci Lett.* 2011;490(1):1-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2010.11.053>. PMID:21184811
- Dinomais M, Lignon G, Chinier E, Richard I, Ter Minassian A, Tich SN. Effect of observation of simple hand movement on brain activations in patients with unilateral cerebral palsy: an fMRI study. *Res Dev Disabil.* 2013;34(6):1928-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2013.03.020>. PMID:23584173
- Kesar TM, Sawaki L, Burdette JH, Cabrera MN, Kolaski K, Smith BP, et al. Motor cortical functional geometry in cerebral palsy and its relationship to disability. *Clin Neurophysiol.* 2012;123(7):1383-90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2011.11.005>. PMID:22153667
- Chagas PSC, Mancini MC, Barbosa A, Silva PTG. Analysis of the interventions used for gait promotion in children with cerebral palsy: a systematic review of the literature. *Rev Bras Fisioter.* 2004;8(2):155-63.
- De Kegel A, Dhooge I, Peersman W, Rijckaert J, Baetens T, Cambier D, et al. Construct validity of the assessment of balance in children who are developing typically and in children with hearing impairments. *Phys Ther.* 2010;90(12):1783-94. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20100080>. PMID:21030662
- Grecco LA, Tomita SM, Christovão TC, Pasini H, Sampaio LM, Oliveira CS. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther.* 2013;17(1):17-23. PMID:23538455.
- Kaski D, Quadir S, Patel M, Yousif N, Bronstein AM. Enhanced locomotor adaptation after effect in the "broken escalator" phenomenon using anodal tDCS. *J Neurophysiol.* 2012;107(9):2493-505. <http://dx.doi.org/10.1152/jn.00223.2011>. PMID:22323638
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39(4):214-23. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>. PMID:9183258
- Hiratuka E, Matsukura TS, Pfeifer LI. Cross-cultural adaptation of the gross motor function classification system into Brazilian-Portuguese (GMFCS). *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(6):537-44. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010000600013>. PMID:21340249
- Homan RW, Herman J, Purdy P. Cerebral location of international 10-20 system electrode placement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1987;66(4):376-82. [http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694\(87\)90206-9](http://dx.doi.org/10.1016/0013-4694(87)90206-9). PMID:2435517
- Adeyemo BO, Simis M, Macea DD, Fregni F. Systematic review of parameters of stimulation, clinical trial design characteristics, and motor outcomes in non-invasive brain stimulation in stroke. *Front Psychiatry.* 2012;3:88. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsy.2012.00088>. PMID:23162477
- Davis RB 3rd, Ounpuu S, Tyburski D, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. *Hum Mov Sci.* 1991;10(5):575-87. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-9457\(91\)90046-Z](http://dx.doi.org/10.1016/0167-9457(91)90046-Z).
- Ferrari A, Benedetti MG, Pavan E, Frigo C, Bettinelli D, Rabuffetti M, et al. Quantitative comparison of five current protocols in gait analysis. *Gait Posture.* 2008;28(2):207-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.11.009>. PMID:18206374
- Cimolin V, Galli M, Rigoldi C, Grugni G, Vismara L, Mainardi L, et al. Fractal dimension approach in postural control of subjects with Prader-Willi Syndrome. *J Neuroeng Rehabil.* 2011;8(1):45. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-8-45>. PMID:21854639
- Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wootten ME. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. *J Orthop Res.* 1990;8(3):383-92. <http://dx.doi.org/10.1002/jor.1100080310>. PMID:2324857
- Khedr EM, Shawky OA, El-Hammady DH, Rothwell JC, Darwish ES, Mostafa OM, et al. Effect of anodal versus cathodal transcranial direct current stimulation on stroke rehabilitation: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2013;27(7):592-601. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968313484808>. PMID:23609526
- Kaski D, Dominguez RO, Allum JH, Bronstein AM. Improving gait and balance in patients with leukoaraiosis using transcranial direct current stimulation and

- physical training: an exploratory study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013;27(9):864-71. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968313496328>. PMID:23897903
25. Domagalska M, Szopa A, Syczewska M, Pietraszek S, Kidoń Z, Onik G. The relationship between clinical measurements and gait analysis data in children with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2013;38(4):1038-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.05.031>. PMID:23810569
26. Wren TA, Lening C, Rethlefsen SA, Kay RM. Impact of gait analysis on correction of excessive hip internal rotation in ambulatory children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(10):919-25. <http://dx.doi.org/10.1111/dmcn.12184>. PMID:23738949
27. Roque AH, Kanashiro MG, Kason S, Grecco LAC, Salgado ASI, Oliveira CS. Analysis of static balance in children with cerebral palsy spastic diparetic type with and without the use of orthoses. *Fisioter Mov*. 2012;25(2):311-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502012000200008>.
28. Nobre A, Monteiro FF, Golin MO, Biasotto-Gonzalez D, Corrêa JC, Oliveira CS. Analysis of postural oscillation in children with cerebral palsy. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2010;50(5):239-44. PMID:20718335.
29. Auvichayapat P, Auvichayapat N. Basic knowledge of transcranial direct current stimulation. *J Med Assoc Thai*. 2011;94(4):518-27. PMID:21591542.
30. Thibaut A, Chatelle C, Gosseries O, Laureys S, Bruno MA. Transcranial direct current stimulation: a new tool for neurostimulation. *Rev Neurol (Paris)*. 2013;169(2):108-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neurol.2012.05.008>. PMID:22959705

Correspondence

Luanda André Collange Grecco

Rua Diogo de Faria, 775, cj 91, Vila Clementino

CEP 04037-002, São Paulo, SP, Brasil

e-mail: luandacollange@hotmail.com

Relationship among vaginal palpation, vaginal squeeze pressure, electromyographic and ultrasonographic variables of female pelvic floor muscles

Correlação entre palpação digital, pressão de contração, atividade eletromiográfica e variáveis ultrassonográficas da musculatura do assoalho pélvico feminino

Vanessa S. Pereira¹, Humberto S. Hirakawa², Ana B. Oliveira¹,
Patricia Driusso¹

ABSTRACT | Background: The proper evaluation of the pelvic floor muscles (PFM) is essential for choosing the correct treatment. Currently, there is no gold standard for the assessment of female PFM function. **Objective:** To determine the correlation between vaginal palpation, vaginal squeeze pressure, and electromyographic and ultrasonographic variables of the female PFM. **Method:** This cross-sectional study evaluated 80 women between 18 and 35 years of age who were nulliparous and had no pelvic floor dysfunction. PFM function was assessed based on digital palpation, vaginal squeeze pressure, electromyographic activity, bilateral diameter of the bulbocavernosus muscles and the amount of bladder neck movement during voluntary PFM contraction using transperineal bi-dimensional ultrasound. The Pearson correlation was used for statistical analysis ($p < 0.05$). **Results:** There was a strong positive correlation between PFM function and PFM contraction pressure (0.90). In addition, there was a moderate positive correlation between these two variables and PFM electromyographic activity (0.59 and 0.63, respectively) and movement of the bladder neck in relation to the pubic symphysis (0.51 and 0.60, respectively). **Conclusions:** This study showed that there was a correlation between vaginal palpation, vaginal squeeze pressure, and electromyographic and ultrasonographic variables of the PFM in nulliparous women. The strong correlation between digital palpation and PFM contraction pressure indicated that perineometry could easily be replaced by PFM digital palpation in the absence of equipment.

Keywords: pelvic floor; electromyography; physical therapy.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Pereira VS, Hirakawa HS, Oliveira AB, Driusso P. Relationship among vaginal palpation, vaginal squeeze pressure, electromyographic and ultrasonographic variables of female pelvic floor muscles. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):428-434. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0038>

RESUMO | Contextualização: A avaliação adequada da musculatura do assoalho pélvico (MAP) é essencial para o delineamento do tratamento correto. No entanto, atualmente não existe um método de avaliação dessa região que seja considerado como padrão-ouro. **Objetivo:** Verificar a correlação entre a palpação digital, a pressão de contração, a atividade eletromiográfica e as variáveis ultrassonográficas da MAP. **Método:** Neste estudo transversal, foram avaliadas 80 mulheres com idades entre 18 e 35 anos, nulíparas e sem relatos de disfunção de assoalho pélvico. Foram avaliados a função muscular por meio da palpação digital, a pressão de contração, a atividade eletromiográfica, o diâmetro bilateral do músculo bulbocavernoso e o deslocamento do colo vesical em relação à sínfise púbica por meio da ultrassonografia bidimensional. Para a análise estatística, foi realizada a Correlação de Pearson ($p < 0,05$). **Resultados:** Observou-se uma correlação positiva forte entre a função e a pressão de contração da MAP (0,90). Observou-se também uma correlação positiva moderada entre essas duas variáveis e a atividade eletromiográfica da MAP (0,59 and 0,63, respectivamente), bem como entre o deslocamento do colo vesical e a sínfise púbica (0.51 e 0.60, respectivamente). **Conclusões:** Os achados deste estudo permitem concluir que existe correlação entre as variáveis ultrassonográficas e a função muscular, a pressão de contração e a atividade eletromiográfica da MAP em mulheres jovens nulíparas. A correlação forte existente entre a palpação digital e a pressão de contração indica que, na ausência de equipamentos, a perineometria pode ser facilmente substituída pela palpação digital da MAP.

Palavras-chave: assoalho pélvico; eletromiografia; fisioterapia.

¹Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil

²Departamento de Medicina, UFSCar, São Carlos, SP, Brasil

Received: 11/18/2013 Revised: 03/21/2014 Accepted: 05/05/2014

● Introdução

Os músculos do assoalho pélvico formam a base da pelve e da cavidade abdominal¹. Esses músculos estão intimamente envolvidos na função do trato urinário inferior, anorretal e na função sexual², além de contribuir para a estabilização da coluna vertebral e da pelve, auxiliando indiretamente a estabilização lombo-pélvica³.

As disfunções do assoalho pélvico afetam cerca de 50% das mulheres acima dos 50 anos e podem apresentar-se como incontinência urinária ou fecal, constipação crônica, dor pélvica e prolapso de órgãos pélvicos⁴. Essas disfunções promovem grande impacto sobre a qualidade de vida das mulheres e preocupam as instituições governamentais quanto aos custos dos cuidados^{5,6}. Estudo recente projetou que, com a manutenção do crescimento populacional, a necessidade de cuidados com mulheres com disfunções de assoalho pélvico irá aumentar 35% entre 2010 e 2030 nos Estados Unidos⁷.

Diante da alta prevalência e dos custos envolvidos nos cuidados de mulheres com disfunções de assoalho pélvico, é essencial a elaboração de tratamentos efetivos e de baixo custo⁸. Evidências demonstram resultados positivos do tratamento fisioterapêutico em mulheres com disfunções⁹⁻¹¹. Para a elaboração de um tratamento eficaz, é essencial a realização de uma avaliação adequada. Autores indicam que o insucesso dos tratamentos de mulheres com disfunções de assoalho pélvico deva-se, muitas vezes, não à terapia inadequada, mas à avaliação incorreta¹².

Dessa forma, a avaliação da musculatura do assoalho pélvico (MAP) é essencial para a elaboração do tratamento adequado e para o acompanhamento dos resultados desse tratamento. Atualmente, não existe uma ferramenta de avaliação que seja considerada padrão-ouro, o que torna a comparação dos resultados difícil e imprecisa¹³. A Sociedade Internacional de Continência recomenda que a avaliação funcional do assoalho pélvico seja realizada por meio da inspeção visual, palpação digital, perineometria ou eletromiografia¹⁴. Trata-se de métodos de avaliação importantes, mas que não fornecem informações diretas a respeito da anatomia da região⁴. Dessa forma, métodos de avaliação por imagem têm sido propostos, como a ultrassonografia e a ressonância magnética^{4,15}.

Pouco é conhecido a respeito da correlação entre métodos de imagem e as demais formas de avaliação da MAP. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a correlação entre a palpação digital, a pressão de

contração, a atividade eletromiográfica e as variáveis ultrassonográficas da MAP.

● Método

O estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Saúde da Mulher da Universidade Federal de São Carlos (UFScar), São Carlos, SP, Brasil, no período de janeiro de 2012 a julho de 2013. Para este estudo transversal, foram recrutadas mulheres da comunidade com idades entre 18 e 35 anos, nuligestas e sem relato de disfunções da MAP. Foram considerados como critérios de exclusão a incapacidade de contração voluntária da MAP, índice de massa corporal superior a 25 kg/cm², realização de cirurgias uroginecológicas prévias, realização prévia de treinamento da MAP, presença de qualquer déficit cognitivo ou condição neurológica que pudesse influenciar a ativação muscular. Como forma de garantir que todas as voluntárias fossem capazes de realizar a contração voluntária da musculatura de interesse, foi realizada a avaliação funcional da MAP por meio da palpação digital. A função muscular foi classificada pela Escala de Oxford Modificada¹⁶, e aquelas mulheres classificadas com função zero (ausência de resposta muscular) foram excluídas. Todas as voluntárias assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, e este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário Central Paulista (UNICEP), São Carlos, SP, Brasil (protocolo nº 020/2011).

O cálculo amostral foi realizado com o uso do *software GPower*, versão 3.1, a partir dos dados de correlação da perineometria com o deslocamento do colo vesical em relação à sínfise púbica durante a contração da MAP ($r=0,43$) encontrados no estudo de Thompson et al.¹⁷. De acordo com o cálculo, determinou-se que uma amostra de 74 mulheres seria necessária para alcançar um poder estatístico de 95% com um nível de significância de 3%.

● Procedimentos

Todas as voluntárias foram submetidas a uma anamnese inicial e ao exame físico, que foram realizados por uma única fisioterapeuta com experiência nesse tipo de avaliação. Antes do início do estudo, a reprodutibilidade das avaliações foi testada pela fisioterapeuta responsável. Foram avaliadas 15 mulheres em duas ocasiões, com intervalo de uma semana, para determinar o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) de todas as variáveis avaliadas.

Palpação digital e pressão de contração da musculatura do assoalho pélvico

Inicialmente foi realizada a avaliação da MAP por meio da palpação digital, conforme proposto por Laycock e Jerwood¹⁶. Para tanto, as voluntárias foram posicionadas em supino, com flexão de quadris e joelhos. A fisioterapeuta introduziu o dedo indicador aproximadamente 4 cm no interior da vagina, e solicitou-se que as voluntárias realizassem a máxima contração da MAP, segundo a instrução de um movimento “para dentro e para cima” com a maior força possível. A função muscular foi classificada pela Escala de Oxford Modificada, com variação de zero (ausência de contração muscular) a cinco (contração forte com sucção do dedo do avaliador) (ICC: 0,99).

Em seguida, a pressão de contração dos músculos do assoalho pélvico foi avaliada por meio do equipamento *Peritron (Cardio Design Pty Ltd, Oakleigh, Victoria, Austrália)* equipado com uma sonda vaginal. Para a obtenção das medidas, as voluntárias mantiveram o posicionamento, e o sensor vaginal foi introduzido aproximadamente 3,5 cm na cavidade vaginal; em seguida, o aparelho foi calibrado. As voluntárias foram orientadas e motivadas verbalmente a realizar três contrações dos músculos do assoalho pélvico, com duração de três segundos e intervalo de um minuto entre elas, segundo a instrução já descrita, com a maior força possível. A realização de contrações corretas foi verificada visualmente pela fisioterapeuta. Todas as voluntárias foram instruídas a evitar a utilização da musculatura abdominal, glútea e adutora de quadril¹⁸. A média de três contrações válidas foi utilizada para análise dos dados (ICC: 0,97).

Avaliação eletromiográfica

Para a coleta dos dados eletromiográficos, o eletromiógrafo *Myotrac Infiniti (Thought Technology Ltd, Canadá)* foi utilizado (frequência de aquisição: 1000 Hz; acurácia de ganho: 0,5%; impedância de entrada: 10 GW; filtro analógico passa-banda de 20 a 500 Hz; filtro *anti-aliasing* Butterworth de 4ª ordem a 500 Hz; CMRR > 130 dB; ganho: 500). As voluntárias foram solicitadas a permanecer na posição supina, com flexão de quadris e joelhos. Para a captação dos dados, foi utilizado um sensor intravaginal (AS 9572, *Thought Technology Ltd, Canadá*) composto por dois eletrodos laterais de aço inoxidável (comprimento de 3,5 cm e largura 1,0 cm). O sensor foi inserido 3,5 cm na cavidade vaginal, de modo que as placas ficassem dispostas látero-lateralmente. O eletrodo de referência (*Medi-Trace™, Kendall, Mansfield, MA,*

EUA) foi posicionado sobre a crista ilíaca ântero-superior direita da voluntária.

Inicialmente, foi coletada a atividade eletromiográfica da MAP durante a realização de contrações abdominais para a normalização dos dados eletromiográficos¹⁹. Para a realização da contração abdominal, as voluntárias foram orientadas a permanecer com o quadril e os joelhos fletidos em 45° e realizar uma leve tentativa de sentar-se²⁰, com a retirada da cabeça e da porção superior das escápulas da maca e a manutenção da posição por cinco segundos até o retorno à posição original. Foi realizada uma manobra de familiarização e três manobras válidas com duração de cinco segundos e intervalo de um minuto entre elas. Durante a tarefa, não foi dada qualquer instrução a respeito da contração da MAP.

Após dez minutos, as voluntárias foram instruídas a realizar a contração voluntária máxima da MAP com a mesma orientação de um movimento “para dentro e para cima” com a maior força possível e a manter a contração até a sensação de fadiga máxima. A voluntária foi orientada a relatar a sensação de fadiga pela palavra “sim” e, em seguida, permanecer relaxada até a finalização do tempo de coleta. Caso a voluntária finalizasse um minuto de contração sem o relato de fadiga, a avaliadora a orientava a interromper a contração.

O processamento dos dados eletromiográficos foi realizado por meio de rotinas programadas em ambiente *Matlab (v. R2008a, MathWorks, Natick, MA)*. Inicialmente foi aplicado um filtro digital *Butterworth*, passa-banda de 20 a 450 Hz, 4ª ordem a atraso de fase zero. Em seguida, foram transformados em valores de *Root Mean Square (RMS)* por meio de janelamento. As janelas foram programadas com duração de 40 ms e sobreposição de 50%. Para a contração abdominal, a média do valor RMS foi computada e considerada como a atividade elétrica voluntária média para cada uma das três contrações. Em seguida, o valor médio das três contrações foi computado. Para a contração voluntária da MAP até a fadiga, foram considerados os cinco segundos iniciais de contração, e calculado o valor máximo desse período.

Para a normalização dos dados, o valor máximo de RMS dos cinco segundos iniciais da contração voluntária até a fadiga foi dividido pelo valor médio da atividade de manobra de contração abdominal e expresso em porcentagem da atividade elétrica da atividade (ICC: 0,95).

Avaliação ultrassonográfica

Após um intervalo de cinco a sete dias, foi realizada a avaliação ultrassonográfica do assoalho pélvico. A avaliação foi realizada pela técnica transperineal por meio do equipamento bidimensional *Venue 40* (GE Healthcare, Waukesha, WI, EUA) acoplado a um transdutor convexo (2-5,5 MHz), por um médico ultrassonografista com experiência nesse tipo de avaliação. As voluntárias foram orientadas a esvaziar a bexiga uma hora antes do exame e, em seguida, ingerir 500 ml de água, sem realizar a micção até o exame¹⁷. Todos os exames foram realizados com o conteúdo vesical de 50 a 250 ml mensurado pela ultrassonografia.

A voluntária foi posicionada em decúbito dorsal, com flexão de quadris e joelhos, e foi realizada a medida bilateral em centímetros do maior diâmetro látero-lateral do músculo bulbocavernoso²¹. Foram realizadas três medidas em repouso, e a média das medidas foi utilizada para a análise (ICC diâmetro direito: 0,94; ICC diâmetro esquerdo: 0,90). Em seguida, foi realizada a medida da distância entre a sínfise púbica e o colo da bexiga. Foram realizadas três medidas em repouso e três medidas com a realização da contração voluntária máxima da MAP¹⁷, com intervalo de um minuto entre as contrações. A média das medidas foi calculada e a diferença entre a distância durante a contração e durante o repouso foi utilizada para a análise (ICC: 0,81).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS V17, Chicago, IL). A normalidade dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Wilk. Para a análise da reprodutibilidade dos métodos de avaliação, foi realizado o cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC(2, k)). Valores de ICC superiores a 0,75 foram considerados excelentes²².

Para verificar a correlação entre as variáveis, foi aplicado o teste de Correlação de Pearson. Foi adotado um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Os valores de correlação foram interpretados segundo as seguintes diretrizes: 0,00-0,19 = nenhuma a ligeira; 0,20-0,39 = leve; 0,40-0,69 = moderada; 0,70-0,89 = alta e 0,90-1,00 = muito alta²³. Os dados estão expressos em média e desvio padrão (DP).

● Resultados

Foram selecionadas para o presente estudo 82 mulheres. Dentre as selecionadas, duas foram excluídas pela incapacidade de contração voluntária

da MAP. Concluíram o estudo 80 voluntárias, com idade média de 25,7 (DP: 4,5) anos e índice de massa corporal médio de 20,9 (DP: 1,8) kg/m².

As voluntárias demonstraram, para a variável função da MAP, avaliada pela palpação digital, uma média de 2,71 (DP: 0,90). Para as variáveis pressão de contração e RMS normalizada pela média da contração abdominal, foram observadas as médias de 51,14 (DP: 24,87) cmH₂O e 520,0 (DP: 324,0)%, respectivamente. Quanto às variáveis ultrassonográficas, foram observadas médias de 1,25 (DP: 0,22) cm e 1,23 (DP: 0,22) cm para o diâmetro dos músculos bulbocavernoso direito e esquerdo, respectivamente. Para a diferença da medida da distância do colo vesical à sínfise púbica durante a contração voluntária máxima e durante o repouso, as voluntárias demonstraram um valor médio de 0,27 (DP: 0,22) cm.

Quando realizada a análise de correlação entre as variáveis, foi observada uma correlação positiva forte entre a função e a pressão de contração da MAP. Observou-se uma correlação positiva moderada entre essas duas variáveis e a RMS normalizada pela média da contração abdominal, bem como entre o deslocamento do colo vesical e a sínfise púbica. Também foi verificada uma correlação negativa leve entre a variável eletromiográfica e o diâmetro dos músculos bulbocavernoso direito e esquerdo (Tabela 1).

● Discussão

Dentre os métodos de avaliação por imagem, a ultrassonografia tem ganhado destaque por tratar-se de uma técnica simples, segura, sem uso de radiação e de baixo custo¹⁵. No presente estudo, observou-se que a medida do deslocamento do colo vesical em relação à sínfise púbica durante a contração da musculatura do assoalho pélvico correlaciona-se positiva e moderadamente com a função muscular avaliada pela palpação digital e com a pressão de contração da MAP em mulheres jovens nulíparas.

Thompson et al.¹⁷ e Dietz et al.²⁴ também verificaram uma correlação positiva e moderada entre as mesmas variáveis avaliadas no presente estudo. A função normal dos músculos do assoalho pélvico é definida como a capacidade de executar uma contração voluntária normal ou forte e a presença de uma contração involuntária, resultando no fechamento circular da vagina, uretra e ânus e em um movimento crânio-ventral do períneo, com a ascensão dos órgãos pélvicos²⁵. Dessa forma, espera-se que um músculo com maior capacidade

Tabela 1. Coeficiente da Correlação de Pearson entre as variáveis função da musculatura do assoalho pélvico avaliada pela palpação digital, pressão de contração, RMS normalizada pela média da contração abdominal, diâmetro dos músculos bulbocavernoso direito e esquerdo e diferença da medida da distância do colo vesical à sínfise púbica durante a contração voluntária máxima e durante o repouso.

	Pressão de contração (cmH ₂ O)	RMS normalizada	Diâmetro muscular direito (cm)	Diâmetro muscular esquerdo (cm)	Deslocamento do colo vesical em relação à sínfise púbica (cm)
Função Muscular	0,90*	0,59*	-0,15	-0,13	0,51*
Pressão de contração (cmH ₂ O)		0,63*	-0,10	-0,08	0,60*
RMS normalizada			-0,27*	-0,22*	0,32
Diâmetro muscular direito (cm)				0,92*	0,12
Diâmetro muscular esquerdo (cm)					0,13

*p<0,05.

de contração promova maior deslocamento cranial, como observado neste estudo.

Apesar da facilidade e do baixo preço da avaliação do assoalho pélvico por meio da palpação digital e da perineometria²⁶, essas técnicas não são apropriadas para todas as populações. Algumas mulheres apresentam intolerância à introdução vaginal ou a introdução é inapropriada, como em crianças, o que dificulta a avaliação dessa musculatura¹. Os resultados encontrados no presente estudo e nos estudos anteriores demonstram que a ultrassonografia transperineal pode ser uma opção para a avaliação da MAP e para o ensinamento da contração correta desses músculos para essa população.

Contrário ao esperado, encontrou-se apenas uma correlação leve e negativa entre o diâmetro bilateral do músculo bulbocavernoso e a RMS da contração da MAP normalizada pela contração abdominal e nenhuma correlação significativa entre o diâmetro muscular e as demais variáveis. Estudos demonstram que, em alguns músculos esqueléticos, parece existir uma relação direta entre a área de secção transversa muscular e a geração de força²⁷. Na MAP, ainda não existe uma conclusão a respeito dessa questão. Mørkved et al.²⁸ avaliaram mulheres nulíparas no segundo trimestre de gestação por meio da ultrassonografia transperineal tridimensional e encontram uma forte correlação entre a espessura do diafragma urogenital e a pressão de contração da MAP medida pela perineometria. Braekken et al.²⁹ verificaram que as variáveis clínicas da MAP, como a pressão de contração, explicam apenas 26% da espessura muscular em mulheres com prolapso de órgãos pélvicos. Segundo os autores, a arquitetura determinada geneticamente, a função involuntária, o nível de treinamento muscular e a presença de lesões musculares podem determinar maior porcentagem.

Também é preciso considerar que a MAP apresenta características peculiares por tratar-se de músculos que atuam no suporte dos órgãos e na estabilidade lombo-pélvica³⁰. Eles contribuem com as atividades da coluna vertebral e pelve por meio da cocontração com os músculos transverso abdominal, oblíquo interno, oblíquo externo e reto abdominal. Dessa forma, os músculos do assoalho pélvico são recrutados em diferentes tarefas relacionadas à postura, bem como durante a respiração, trabalhando em diversas atividades durante grande parte do dia³. Sabe-se que a morfometria e a histoquímica dos músculos do assoalho pélvico em humanos demonstram predominância de fibras do tipo I, de função tônica³¹. No entanto, em comparação com outros músculos tônicos não pélvicos, os músculos do assoalho pélvico apresentam um menor diâmetro médio das fibras do tipo I². Assim, é possível que a correlação encontrada entre a área muscular e a capacidade de geração de força, conhecida em outros músculos²⁷, não seja verdadeira para os músculos do assoalho pélvico.

No presente estudo, também se observou uma correlação moderada positiva entre a variável eletromiográfica e as variáveis função e pressão de contração da MAP. A eletromiografia de superfície da MAP tem sido amplamente utilizada para a avaliação da função neuromuscular desses músculos e para o melhor entendimento da função muscular durante diferentes atividades³². Estudos com outros músculos esqueléticos indicaram que existe relação entre o nível de força muscular e a atividade eletromiográfica³³. Essa relação também parece ser verdadeira na MAP. Botelho et al.¹³ observaram uma correlação forte e positiva entre a atividade eletromiográfica não normalizada em microvolts e

a palpação digital graduada pela Escala de Oxford Modificada.

A palpação digital é amplamente utilizada na prática clínica do fisioterapeuta por tratar-se de uma técnica de avaliação simples e que não exige equipamentos. No entanto, essa técnica de avaliação é altamente dependente da experiência do examinador²⁶. A forte correlação encontrada no presente estudo entre os valores da palpação digital e de pressão de contração da MAP também foi também descrita por estudos anteriores^{34,35}. Dessa forma, os resultados indicam que, na ausência de equipamentos, a perineometria pode ser facilmente substituída pela palpação digital da MAP, quando realizada por fisioterapeuta experiente.

Quanto aos demais métodos de avaliação, os resultados do presente estudo indicam que os fisioterapeutas devem ter cautela ao substituir métodos de avaliação ou utilizar um único método, uma vez que a correlação de moderada a fraca encontrada entre os métodos de avaliação indica que a utilização de mais de um método pode ser positiva na avaliação da MAP. Além disso, o método de avaliação ultrassonográfica pela medida do deslocamento do colo vesical em relação à sínfise púbica parece ser uma opção de avaliação da função muscular apenas em mulheres em que a introdução vaginal não é recomendada.

Este estudo tem como limitação a utilização do método de ultrassonografia bidimensional. No Brasil, os equipamentos bidimensionais ainda não podem ser encontrados em todos os centros de saúde. Já os equipamentos com tecnologias 3D e 4D, que apresentam alto custo e complexidade, apresentam-se restritos aos grandes centros diagnósticos. No entanto, sabe-se que as novas tecnologias permitiriam avaliações de espessura muscular mais precisas. Novos estudos devem ser realizados para verificar a aplicabilidade clínica das novas tecnologias 3D e 4D.

Os resultados do presente estudo limitam-se à população de mulheres jovens, nulíparas e eutróficas. Novos estudos devem ser realizados para comparar a avaliação da MAP por meio de diferentes técnicas em outras populações, como incontinentes, idosas e gestantes.

● Conclusões

Os achados deste estudo permitem concluir que existe correlação entre as variáveis ultrassonográficas e a função muscular, a pressão de contração e a atividade eletromiográfica da MAP em mulheres jovens nulíparas. Além disso, existe uma alta

correlação entre a função muscular verificada pela palpação digital e pela pressão de contração, indicando que, na prática clínica do fisioterapeuta, a palpação digital pode substituir o uso de equipamentos de mensuração de pressão.

● Agradecimentos

Ao apoio financeiro das instituições Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil (Proc. n°: 2011/21409-9).

● Referências

1. Chehreza M, Arab AM, Karimi N, Zargham M. Assessment of pelvic floor muscle contraction in stress urinary incontinent women: comparison between transabdominal ultrasound and perineometry. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2009;20(12):1491-6. <http://dx.doi.org/10.1007/s00192-009-0977-8>. PMID:19693425
2. Enck P, Vodusek DB. Electromyography of pelvic floor muscles. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006;16(6):568-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.08.007>. PMID:17055294
3. Hodges PW, Sapsford R, Pangel LHM. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *NeuroUrol Urodyn.* 2007;26(3):362-71. <http://dx.doi.org/10.1002/nau.20232>. PMID:17304528
4. Lalwani N, Moshiri M, Lee JH, Bhargava P, Dighe MK. Magnetic resonance imaging of pelvic floor dysfunction. *Radiol Clin North Am.* 2013;51(6):1127-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2013.07.004>. PMID:24210448
5. Dedicção AC, Haddad M, Saldanha MES, Driusso P. Comparison of quality of life for different types of female urinary incontinence. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13(2):116-22. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552009005000014>.
6. Botlero R, Davis SR, Urquhart DM, Shortreed S, Bell RJ. Age-specific prevalence of, and factors associated with, different types of urinary incontinence in community-dwelling Australian women assessed with a validated questionnaire. *Maturitas.* 2009;62(2):134-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.maturitas.2008.12.017>. PMID:19181467
7. Kirby AC, Luber KM, Menefee SA. An update on the current and future demand for care of pelvic floor disorders in the United States. *Am J Obstet Gynecol.* 2013;209(6):584e1-5.
8. Pereira VS, Correia GN, Driusso P. Individual and group pelvic floor muscle training versus no treatment in female stress urinary incontinence: a randomized controlled pilot study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2011;159(2):465-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejogrb.2011.09.003>. PMID:21962461
9. Dumoulin C, Hay-Smith J. Pelvic floor muscle training versus no treatment, or inactive control treatments, for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;1(1):CD005654. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD005654.pub2>. PMID:20091581.

10. Hagen S, Stark D. Conservative prevention and management of pelvic organ prolapse in women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;7(12):CD003882. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003882.pub4>.
11. Boyle R, Hay-Smith EJC, Cody JD, Mørkved S. Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;10:CD007471. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD007471.pub2>. PMID:23076935.
12. Dietz HP. Pelvic floor ultrasound: a review. *Am J Obstet Gynecol.* 2010;202(4):321-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajog.2009.08.018>. PMID:20350640
13. Botelho S, Pereira LC, Marques J, Lanza AH, Amorim CF, Palma P, et al. Is there correlation between electromyography and digital palpation as means of measuring pelvic floor muscle contractility in nulliparous, pregnant, and postpartum women? *Neurourol Urodyn.* 2013;32(5):420-3. <http://dx.doi.org/10.1002/nau.22321>. PMID:23023961
14. Staskis D, Kelleher C, Avery K. Initial assessment of urinary and faecal incontinence in adult male and female patients. In: Abrams P, Cardozo L, Wein A, Khoury S, editors. *Incontinence: 4th International Consultation on Incontinence.* Paris, France: Health Publications; 2009. p. 311-412.
15. Shek KL, Dietz HP. Pelvic floor ultrasonography: an update. *Minerva Ginecol.* 2013;65(1):1-20. PMID:23412016.
16. Laycock J, Jerwood D. Pelvic Floor Muscle Assessment: The PERFECT Scheme. *Physiotherapy.* 2001;87(12):631-42. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)61108-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406(05)61108-X).
17. Thompson JA, O'Sullivan PB, Briffa NK, Neumann P. Assessment of voluntary pelvic floor muscle contraction in continent and incontinent women using transperineal ultrasound, manual muscle testing and vaginal squeeze pressure measurements. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2006;17(6):624-30. <http://dx.doi.org/10.1007/s00192-006-0081-2>. PMID:16532264
18. Bø K, Talseth T, Holme I. Single blind, randomised controlled trial of pelvic floor exercises, electrical stimulation, vaginal cones, and no treatment in management of genuine stress incontinence in women. *BMJ.* 1999;318(7182):487-93. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.318.7182.487>. PMID:10024253
19. Pereira VS, Driusso P. Métodos de avaliação da musculatura do assoalho pélvico feminino [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-graduação em Fisioterapia; 2013.
20. Junginger B, Baessler K, Sapsford R, Hodges PW. Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *Int Urogynecol J.* 2010;21(1):69-77. <http://dx.doi.org/10.1007/s00192-009-0981-z>. PMID:19730763
21. Cerri GG, Pastores AR. *Ultrassonografia em Ginecologia e Obstetrícia.* Rio de Janeiro: Revinter; 2003.
22. Fleiss J. *The measurement of interrater agreement: statistical methods for rates and proportions.* New York: John Wiley & Sons; 1981.
23. Weber JC, Lamb DR. *Statistics and Research in Physical Education.* St. Luis, Mo: C.V. Mosby Comp; 1970.
24. Dietz HP, Jarvis SK, Vancaillie TG. The assessment of levator muscle strength: a validation of three ultrasound techniques. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2002;13(3):156-9, discussion 159. <http://dx.doi.org/10.1007/s192-002-8346-5>. PMID:12140708
25. Talasz H, Himmer-Perschak G, Marth E, Fischer-Colbrie J, Hoefner E, Lechleitner M. Evaluation of pelvic floor muscle function in a random group of adult women in Austria. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2008;19(1):131-5. <http://dx.doi.org/10.1007/s00192-007-0404-y>. PMID:17876492
26. Bø K, Sherburn M. Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. *Phys Ther.* 2005;85(3):269-82. PMID:15733051.
27. Folland JP, Williams AG. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med.* 2007;37(2):145-68. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200737020-00004>. PMID:17241104
28. Mørkved S, Salvesen KA, Bø K, Eik-Nes S. Pelvic floor muscle strength and thickness in continent and incontinent nulliparous pregnant women. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2004;15(6):384-9, discussion 390. <http://dx.doi.org/10.1007/s00192-004-1194-0>. PMID:15278255
29. Braekken IH, Majida M, Engh ME, Bø K. Are pelvic floor muscle thickness and size of levator hiatus associated with pelvic floor muscle strength, endurance and vaginal resting pressure in women with pelvic organ prolapse stages I-III? A cross sectional 3D ultrasound study. *Neurourol Urodyn.* 2014;33(1):115-20. <http://dx.doi.org/10.1002/nau.22384>. PMID:23444289
30. Sapsford R. The pelvic floor: a clinical model for function and rehabilitation. *Physiotherapy.* 2001;87(12):620-30. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)61107-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406(05)61107-8).
31. Gosling JA, Dixson JS, Humperson JR. *Functional anatomy of the urinary tract.* London: Churchill Livingstone; 1983.
32. Voorham-van der Zalm PJV, Voorham JC, van den Bos TWL, Ouwerkerk TJ, Putter H, Wasser MNJM, et al. Reliability and differentiation of pelvic floor muscle electromyography measurements in healthy volunteers using a new device: the Multiple Array Probe Leiden (MAPLe). *Neurourol Urodyn.* 2013;32(4):341-8. <http://dx.doi.org/10.1002/nau.22311>. PMID:22972554
33. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech.* 1997;13:135-63.
34. Kersch-Schindl K, Uher E, Wiesinger G, Kaider A, Ebenbichler G, Nicolakis P, et al. Reliability of pelvic floor muscle strength measurement in elderly incontinent women. *Neurourol Urodyn.* 2002;21(1):42-7. <http://dx.doi.org/10.1002/nau.2099>. PMID:11835423
35. McKey PL, Dougherty MC. The circumvaginal musculature: correlation between pressure and physical assessment. *Nurs Res.* 1986;35(5):307-9. <http://dx.doi.org/10.1097/00006199-198609000-00013>. PMID:3638611

Correspondence

Patricia Driusso

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Rodovia Washington Luís, km 235

CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil

e-mail: pdriusso@ufscar.br

Influences of hand dominance on the maintenance of benefits after home-based modified constraint-induced movement therapy in individuals with stroke

Renata C. M. Lima^{1,2}, Lucas R. Nascimento^{1,3}, Stella M. Michaelsen⁴,
Janaine C. Polese^{1,3}, Natália D. Pereira⁴, Luci F. Teixeira-Salmela¹

ABSTRACT | Objective: To investigate the influence of hand dominance on the maintenance of gains after home-based modified constraint-induced movement therapy (mCIMT). **Method:** A previous randomized controlled trial was conducted to examine the addition of trunk restraint to the mCIMT. Twenty-two chronic stroke survivors with mild to moderate motor impairments received individual home-based mCIMT with or without trunk restraints, five times per week, three hours daily over two weeks. In this study, the participants were separated into dominant group, which had their paretic upper limb as dominant before the stroke (n=8), and non-dominant group (n=14) for analyses. The ability to perform unimanual tasks was measured by the Wolf Motor Function Test (WMFT) and the Motor Activity Log (MAL), whereas the capacity to perform bimanual tasks was measured using the Bilateral Activity Assessment Scale (BAAS). **Results:** Analysis revealed significant positive effects on the MAL amount of use and quality of the movement scales, as well as on the BAAS scores after intervention, with no differences between groups. Both groups maintained the bimanual improvements during follow-ups (BAAS-seconds 0.1, 95% CI -10.0 to 10.0), however only the dominant group maintained the unilateral improvements (MAL-amount of use: 1.5, 95% CI 0.7 to 2.3; MAL-quality: 1.3, 95% CI 0.5 to 2.1). **Conclusions:** Upper limb dominance did not interfere with the acquisition of upper limb skills after mCIMT. However, the participants whose paretic upper limb was dominant demonstrated better abilities to maintain the unilateral gains. The bilateral improvements were maintained, regardless of upper limb dominance.

Keywords: cerebrovascular disease; hemiparesis; upper extremity; rehabilitation; hand dominance. Trial Registration: Australian New Zealand Clinical Trials Registry-ACTRN (ACTRN12610000698077).

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Lima RCM, Nascimento LR, Michaelsen SM, Polese JC, Pereira ND, Teixeira-Salmela LF. Influences of hand dominance on the maintenance of benefits after home-based modified constraint-induced movement therapy in individuals with stroke. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):435-444. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0050>

● Introduction

Stroke is the leading cause of adult disabilities worldwide¹. Four out of five stroke survivors experience acute upper limb weaknesses and between 45% and 75% of the patients continue to have limited upper limb function six months after stroke^{2,3}. According to Taub et al.⁴, many patients use their non-paretic upper limb to perform their daily activities, which progressively decrease the amount and quality of use of the paretic upper limb. This learned non-use phenomenon is responsible for increased weaknesses, decreased abilities of the paretic upper limb in performing unimanual and bimanual activities, and restricted social participation⁵⁻⁹. Therefore, the treatment of such residual deficits is critically

important for the stroke population and Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) has emerged as a promising intervention to improve upper limb function after stroke^{10,11}.

Originally, the therapy was delivered for six hours a day over two weeks, but current evidence suggested modifications to the protocol to improve the efficacy and efficiency of the intervention regarding the patients' needs and preferences^{4,11}. Nowadays, CIMT is clearly described as a behavioral intervention, which allows patients to actively explore new possibilities of actions and should be composed of three pillars: (i) intensive and repetitive task-oriented training of the paretic upper limb, following

¹Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil

²Centro Universitário Newton Paiva, Belo Horizonte, MG, Brasil

³Faculty of Health Sciences, The University of Sydney, Sydney, NSW, Australia

⁴Departamento de Fisioterapia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC, Brasil

Received: 12/12/2013 Revised: 03/12/2014 Accepted: 05/05/2014

the principles of difficulty in the progression and involvement of functional training, carried out by shaping and task practices; (ii) the transfer package, which includes a set of behavioral methods to transfer the gains of supervised training to the individuals' real world; and (iii) the restriction of the non-paretic upper limb during 90% of awake hours, during the training days^{12,13}.

Most of the studies that investigated the effects of CIMT have demonstrated significant gains in upper limb function, as well as increases in the paretic upper limb use during daily activities^{11,14,15}. Some of these studies also reported the long-term effects of the CIMT, suggesting that the benefits were maintained up to two years^{14,16}. A large randomized clinical trial with 222 participants found that, from baseline to 12 months, the CIMT group showed greater improvement regarding performance and the amount and quality of use of the paretic upper limb, compared with controls¹⁵. Although the short- and long-term benefits of CIMT have already been described, it is well known that most individuals have one upper limb which performs daily skills more proficiently^{17,18}. Thus, it is possible that upper limb dominance prior to stroke may interfere with the acquisition and the maintenance of upper limb skills, due to the specific brain activation patterns or the amount of upper limb use during daily activities.

The immediate influences of upper limb dominance after CIMT were examined only in one study with nine individuals after stroke and no significant differences were found between the participants who had their paretic upper limb as dominant, compared to those who had the non-paretic upper limb as dominant¹⁷. However, improvements associated with the intervention were observed for both groups. These results suggested that dominance may not interfere with the acquisition of upper limb skills after an intensive unimanual intervention approach, but provided no information regarding the influences of upper limb dominance on the maintenance of the acquired skills.

Thus, the aim of the present study was to compare the immediate effects and the maintenance of the effects after a home-based modified CIMT (mCMIT) on measures of upper limb capacity and performance of individuals with chronic stroke, taking into account their previous upper limb dominance, to better comprehend the influences of upper limb dominance associated with this therapy.

● Method

Design

This study followed the design previously described regarding the protocol of a randomized clinical trial¹² (Figure 1). The study was registered and allocated by the Australian New Zealand Clinical Trials Registry-ACTRN (ACTRN12610000698077) and obtained ethical approval from the Human Research Ethical Committee (#0408-0-203-000-09) of Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brazil. All participants signed an informed consent form.

Data from 22 participants who had completed the two-week intervention of home-based mCIMT with and without trunk restraint were analyzed to investigate the influences of hand dominance on the acquisition and maintenance of the improvements. Since no differences were found between the groups (with and without trunk restraint), the present study included all subjects and took into account only the hand dominance prior to stroke. For analyses, the participants were separated into two groups: Dominant, for subjects whose paretic upper limb was dominant before the stroke, and non-dominant, for subjects whose paretic upper limb was non-dominant before the stroke. Hand dominance was reported by the individuals when asked which hand they used to write a sentence. The severity of the motor impairments was determined based upon the upper limb items of the Brazilian version of the Fugl-Meyer scale, with mild scores ranging from 51 to 66, and moderate ones, from 26 to 50¹⁹.

Participants

Chronic stroke survivors were recruited from the general community of the city of Belo Horizonte, Brazil, and were considered eligible if they met the inclusion and exclusion criteria established according to the protocol of this randomized clinical trial¹².

Intervention

All participants received individual home-based mCIMT with or without trunk restraints from well-trained physical therapists, five times per week, three hours daily over two weeks. They were encouraged to use a glove to restrict their non-paretic wrist and fingers for 90% of the time that they were awake during the two-week period. A diary was provided to all participants to record the amount of time they wore the glove. Three-hour sessions of mCIMT included 30 minutes of the transfer package exposure and

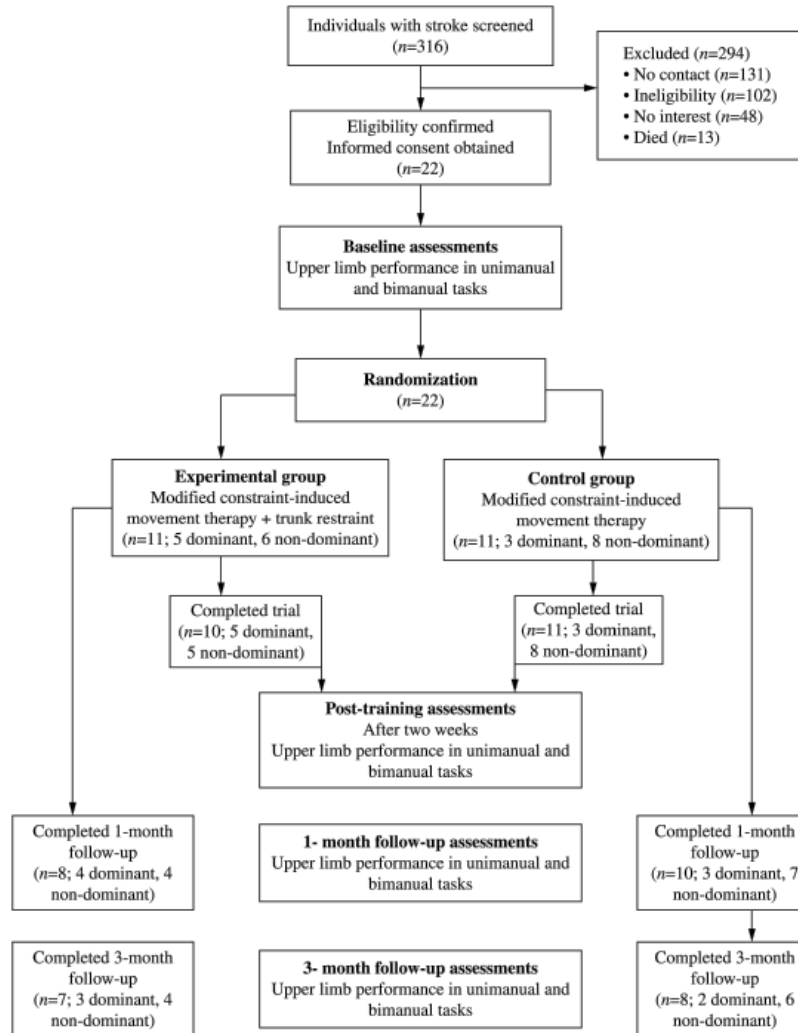


Figure 1. Flow of participants through the trial.

applications of the items of the Motor Activity Log (MAL)^{20,21}, followed by two hours and 30 minutes of four shaping tasks, and one complete practice task. Task difficulty was individually adjusted to be sufficiently challenging, as determined by the physical therapist, and shaping techniques were incorporated, with increasing task difficulty over successive sessions. Blood pressure measures were obtained before and after the interventions, and heart rates were continuously monitored by a heart rate monitor (Polar, modelo S 610i)^{2,12}.

Primary outcome measures

The primary outcome measures included upper limb performance, as determined by the MAL^{20,21}, and upper limb capacity, as measured by the Wolf Motor Function Test (WMFT)^{22,23}.

The MAL was developed to evaluate the effects of CIMT. This scale, adapted to the Portuguese-Brazilian language, contains 30 items related to routine daily activities undertaken with the paretic upper limb. The individuals were asked about the amount of use (AOU) and the quality of movement (QOM) with their paretic upper limb during their daily activities. The MAL total scores were obtained by the sum of the answers divided by the number of the assessed items, which ranged from five to zero. Higher scores are indicative of better performance of the paretic upper limb^{20,21}.

Out of the 17 WMFT tasks, 15 were timed, and the maximum time allowed for the completion of each task was 120 seconds, which was qualified in accordance with these scores. The test was always initiated with the examiner explaining and

demonstrating the execution of all of the tasks at both the slow and fast speeds. The evaluations were videotaped, so that the functional ability, or the qualitative scores, was also analyzed after the completion of the evaluations. All subjects were allowed to perform the tasks with their non-paretic upper limb first for familiarization purposes^{22,23}.

Secondary outcome measures

Secondary outcomes included the speed and the quality of the paretic upper limb use during bimanual tasks, as determined by the Bilateral Activity Assessment Scale (BAAS) scores. The BAAS was developed to evaluate the interactions between the paretic and non-paretic upper limb during the performance of 13 bimanual activities. All activities were timed and the maximum time allowed for the completion of each task was 120 seconds. The evaluations were also videotaped, so that the functional ability scores or the qualitative scores were also analyzed after the completion of the evaluations. The test was always initiated with the examiner explaining and demonstrating the execution of all of the tasks, but no information regarding the speed of execution was provided^{24,25}. The evaluations of the subjects' performances were carried out by a physical therapist, who was blinded the group and the time of the evaluations.

Data analysis

Database management and statistical analyses were performed by an independent researcher, who was blinded to the group allocations. All measures were analyzed with intention-to-treat analyses, and descriptive statistics were calculated for all outcome measures. Analyses of covariance (ANCOVA), which controlled for the baseline characteristics, were employed to analyze the effects of the intervention. The results were reported as means and standard deviations or means and 95% confidence intervals (CI). Repeated-measures ANOVA, followed by pre-planned contrasts, were used to verify the main and interaction effects within and between groups for the four time points. To better understand the influences of upper limb dominance on the acquisition and maintenance of the improvements, the differences between the groups were provided as means and 95% CI. This type of analysis was chosen because, while the null hypothesis significance tests use probability levels (e.g. $p < 0.5$), effect size analyses focus on the magnitude of the differences between the groups and the probability of an effect to report and

interpret the results. This type of description assists in determining the clinical interpretation and importance of the observed differences, as well as the statistical significance of the findings^{26,27}. All analyses were performed with SPSS, version 17.0 for Windows.

● Results

Participants

Twenty-two individuals with chronic unilateral stroke, who had a mean time since the onset of stroke of 81 ± 49 months participated. All participants were right-hand dominant prior to stroke. Eight subjects had left hemispheric stroke (mean age of 58 ± 11 years; mean time since stroke of 89 ± 35 months; and mean Fugl-Meyer UL scores of 50 ± 6). Fourteen participants had right hemispheric stroke (mean age of 59 ± 7 years; mean time since stroke of 76 ± 56 months; and mean Fugl-Meyer UL scores of 46 ± 9). The participants' characteristics are described in Table 1.

Immediate effects of the intervention

As shown in Table 2, significant gains after the home-based mCIMT were observed for both groups regarding their MAL, AOU, and QOM scores, and the time required to perform bimanual tasks. There were no differences between the groups immediately after the intervention, suggesting that upper limb dominance did not interfere with the acquisition of the upper limb skills. Although both groups improved the mean time to perform unilateral tasks, as determined by the WMFT scores, changes were significant only for the non-dominant group. No significant gains were observed regarding the QOM for either unimanual or bimanual tasks, indicating that the interventions were neither beneficial nor detrimental regarding the movement patterns (Table 2).

Maintenance of the effects of the intervention

The follow-up comparisons between the groups demonstrated that, although similar improvements were observed for both groups immediately after the intervention, only the participants of the dominant group were able to retain the achieved gains regarding the MAL scores. The time required to perform unimanual or bimanual tasks did not differ between the groups with the follow-up measurements and the bimanual gains were maintained for both groups (Table 3).

Table 1. Baseline characteristics of the participants and comparison between the groups (statistical tests and *p* values).

Characteristics	Groups		Comparison between groups
	Dominant (<i>n</i> =8)	Non-dominant (<i>n</i> =14)	Statistical tests, <i>p</i> values
Age (years), mean (SD)	58 (11)	59 (7)	<i>t</i> =1.22; <i>p</i> =0.75
Gender, <i>n</i> men (%)	4 (50)	7 (50)	$\chi^2=0.0$; <i>p</i> =1.0
Dominant side, <i>n</i> Right (%)	8 (100)	14 (100)	$\chi^2=0.01$; <i>p</i> =0.99
Time since the stroke (months), mean (SD)	89.0 (35.0)	76.0 (56.0)	<i>t</i> =1.84; <i>p</i> =0.54
Cognition (MMSE 0-30), mean (SD)	26 (3.5)	25 (3.5)	<i>U</i> =0.52; <i>p</i> =0.61
Motor impairments (Fugl-Meyer upper limb scores: 0-66), mean (SD)	50 (6)	46 (9)	<i>U</i> =1.3; <i>p</i> =0.19
Mean upper limb muscle strength (Nm), paretic side, mean (SD)	48.6 (26.7)	52.0 (23.2)	<i>t</i> =0.05; <i>p</i> =0.54
Mean upper limb muscle strength (Nm), non-paretic, mean (SD)	68.7 (42.0)	69.9 (27.0)	<i>t</i> =4.31; <i>p</i> =0.93
Elbow muscle tone (Modified Ashworth scores: 0-4, <i>n</i> (%))			$\chi^2=4.61$; <i>p</i> =0.33
0	3 (37.5)	2 (14.3)	
1	2 (25.0)	1 (7.1)	
1+	1 (12.5)	1 (7.1)	
2	1 (12.5)	6 (42.9)	
3	1 (12.5)	4 (28.6)	
Wrist muscle tone (Modified Ashworth scores: 0-4, <i>n</i> (%))			$\chi^2=7.76$; <i>p</i> =0.1
0	7 (87.5)	4 (28.6)	
1	0	2 (14.3)	
1+	1 (12.5)	3 (21.4)	
2	0	2 (14.3)	
3	0	3 (21.4)	

MMSE = Mini-mental state examination; *t* = Student *t*-test for independent samples; χ^2 = Chi-square; *U* = Mann-Whitney *U*.

● Discussion

This was the first study to investigate the influence of upper limb dominance prior to stroke on the acquisition and maintenance of upper limb skills after an intensive unimanual intervention approach. This modality of intervention was chosen due to its characteristics (intensive, repetitive, and progressive practice) and proven efficacy (short- and long-term effects). Although a previous study with a small

sample¹⁷ suggested that upper limb dominance did not interfere with the acquisition of upper limb skills, no information regarding the long-term effects was provided. The results of the present study corroborated other findings and demonstrated that the referred improvements in the AOU and QOM of the paretic upper limb during unimanual tasks, as well as in the time to perform bimanual tasks observed immediately after the mCIMT occurred, regardless of upper limb dominance. However, the follow-up

Table 2. Means (SD) of the outcome measures at baseline and post-training, means (95% CI) of the within- and between-group differences, and ANCOVA statistics.

Outcome	Groups			
	Week 0		Week 2	
	Dominant (n=8)	Non-dominant (n=14)	Dominant (n=8)	Non-dominant (n=14)
MAL, amount of use (0-5)	1.5 (0.7)	0.7 (0.4)	3.5 (0.7)	2.5 (0.8)
MAL, quality of movement (0-5)	1.6 (0.9)	0.6 (0.5)	3.0 (0.8)	2.4 (0.7)
WMFT (seconds)	16.8 (20.0)	15.8 (11.5)	11.2 (11.9)	11.7 (9.9)
WMFT, quality of movement (0-5)	3.1 (0.5)	2.6 (0.6)	3.2 (0.4)	2.8 (0.7)
BAAS (seconds)	38.3 (12.9)	38.1 (12.1)	33.8 (13.0)	32.1 (11.4)
BAAS, quality of movement (0-65)	40.0 (10.0)	28.7 (12.5)	41.1 (9.9)	31.3 (12.4)
Outcome	Difference within groups		Difference between groups	
	Week 2 minus Week 0		Week 2 minus Week 0	Week 2 measurements
	Dominant	Non-dominant	Dominant minus non-dominant	F; p
MAL, amount of use (0-5)	2.0 (1.4 to 2.6)	1.8 (1.3 to 2.2)	0.6 (-0.2 to 1.5)	F=2.2; p=0.1
MAL, quality of movement (0-5)	1.4 (0.7 to 2.2)	1.8 (1.3 to 2.2)	0.3 (-0.5 to 1.1)	F=0.6; p=0.5
WMFT (seconds)	-5.6 (-15.0 to 3.9)	-4.0 (-7.4 to -0.7)	-1.1 (-6.4 to 4.1)	F=0.2; p=0.6
WMFT, quality of movement (0-5)	0.1 (-0.2 to 0.5)	0.2 (-0.1 to 0.4)	0.02 (-0.4 to 0.4)	F=0.1; p=0.9
BAAS (seconds)	-4.5 (-6.3 to -2.7)	-6.0 (-9.5 to -2.4)	-1.4 (-6.2 to 3.4)	F=0.4; p=0.5
BAAS, quality of movement (0-65)	1.1 (-2.4 to 4.7)	2.6 (-0.1 to 5.3)	0.5 (-4.2 to 5.2)	F=0.1; p=0.8

MAL = Motor Activity Log; WMFT = Wolf Motor Function Test; BAAS = Bilateral Activity Assessment Scale.

measures indicated that only the participants of the dominant group were able to retain the gains in their unimanual abilities, while both groups maintained their bimanual improvements. These results suggested that upper limb dominance influenced the maintenance of unilateral improvements, but did not affect the maintenance of the gains in bimanual skills.

The influence of the dominance of the upper limb in carrying out bimanual functional activities was previously evaluated with stroke individuals. McCombe Waller and Whittall²⁸ conducted a training, based upon bimanual activities with 22 individuals, 11 were paretic-side dominant and 11 were paretic-side non-dominant. They demonstrated significant training effects for the dominant group²⁸. In the present study, the training was specific to the paretic side, regardless of whether it was the dominant one, therefore the dominant and the non-dominant UL received the same training intensity and similar

performances were expected for both groups immediately after the intervention. Another issue is that CIMT involves the individuals' commitment as an integral part of the transfer package, because it is an important behavioral therapy imprint¹³. Thus, it was expected that all participants, regardless of upper limb dominance, would demonstrate similar gains, as was found in this study.

The maintenance of gains appeared to suffer the direct influences of upper limb dominance. This could be explained by the interactions of the individuals in their environment, guided by intrinsic and extrinsic characteristics²⁹⁻³¹. Individuals who had past experiences of preferred use of one of the upper limbs prior to the stroke, as was the case of the dominant group, would tend to return to their preferred patterns after the cessation of the intervention. Then the individuals whose paretic side was the dominant side before the stroke would have a greater tendency

Table 3. Means (SD) of the outcome measures at one- and three-month follow-ups, means (95% CI) of the within- and between-group differences.

Outcome	Groups				Difference within groups				Difference between groups	
	1-month follow-up		3-month follow-up		1-month follow-up		3-month follow up		1-month follow-up	3-month follow-up
	Dominant (n=8)	Non-dominant (n=14)	Dominant (n=8)	Non-dominant (n=14)	Dominant (FU1 minus post)	Non-dominant (FU1 minus post)	Dominant (FU3 minus post)	Non-dominant (FU3 minus post)	Dominant minus non-dominant	Dominant minus Non-dominant
MAL, amount of use (0-5)	3.4 (0.6)	2.1 (0.8)	3.4 (0.7)	1.9 (0.9)	-0.1 (-0.3 to 0.2)	-0.3 (-0.5 to -0.1)	-0.1 (-0.8 to 0.6)	-0.5 (-0.9 to -0.2)	1.3 (0.6 to 2.0)	1.5 (0.7 to 2.3)
MAL, quality of movement (0-5)	3.2 (0.7)	2.1 (0.7)	3.2 (0.7)	1.9 (0.9)	0.1 (-0.3 to 0.6)	-0.2 (-0.4 to 0)	0.2 (-0.4 to 0.8)	-0.5 (-0.9 to -0.1)	1.1 (0.5 to 1.7)	1.3 (0.5 to 2.1)
WMFT (seconds)	8.9 (8.7)	12.3 (9.9)	8.6 (8.8)	11.6 (9.0)	-2.3 (-7.7 to 3.1)	0.6 (-1.7 to 2.9)	-2.6 (-7.9 to 2.7)	-0.2 (-2.5 to 2.1)	-3.4 (-12.2 to 5.3)	-3.0 (-11.2 to 5.3)
WMFT, quality of movement (0-5)	3.2 (0.4)	2.8 (0.7)	3.3 (0.5)	2.8 (0.7)	0 (-0.5 to 0.5)	0 (-0.2 to 0.2)	0.1 (-0.6 to 0.8)	0.1 (-0.2 to 0.1)	0.4 (-0.2 to 1.0)	0.5 (-0.1 to 1.1)
BAAS (seconds)	32.5 (12.1)	33.2 (11.0)	32.6 (12.0)	32.6 (10.2)	-1.3 (-3.5 to 0.9)	1.0 (-2.4 to 4.6)	-1.1 (-3.6 to 1.3)	-0.5 (-2.3 to 3.3)	-0.7 (-11.2 to 9.8)	0 (-10.0 to 10.0)
BAAS, quality of movement (0-65)	43.1 (8.3)	31.2 (12.2)	42.6 (8.6)	32.8 (12.7)	2.0 (-3.3 to 7.3)	-0.1 (-4.1 to 4.0)	1.5 (-3.0 to 6.0)	1.5 (-3.1 to 6.1)	3.3 (-1.1 to 7.8)	1.0 (-3.9 to 6.0)

MAL = Motor Activity Log; WMFT = Wolf Motor Function Test; BAAS = Bilateral Activity Assessment Scale.

to maintain gains in unilateral activities, as was evidenced by the maintenance of the MAL scores during the follow-ups only for the dominant group. On the other hand, individuals whose paretic side was the non-dominant side would tend to go back to using their preferred upper limb during unimanual activities as before. Importantly, these results appear to be clinically meaningful. For example, Lang et al.³² demonstrated that improvements of at least 1 point on the MAL scores were considered patient-perceived meaningful changes for stroke participants. This minimal clinically important difference indicates that the between-group differences immediately after the mCIMT were neither statistically, nor clinically significant. However, the observed differences between the dominant and non-dominant groups regarding the maintenance of the gains during the follow-ups proved to be not only statistically, but also clinically, meaningful. Thus, the results demonstrated that, immediately after training, the non-dominant group also showed improvements in upper limb skills regarding the unimanual activities, but these gains were lost over time.

Although some unilateral gains were lost after the interventions for the non-dominant group, the findings of the present study demonstrated that both groups showed significant improvements in their abilities to execute bimanual tasks immediately after the intervention and that these within-groups gains remained after the cessation of the intervention. These results indicated that intensive unilateral training promoted bimanual ability improvements. Possibly, the achieved gains associated with the intervention were incorporated during the performance of bilateral activities as indicated by the improvements in the time to execute activities measured by the BAAS. The results suggested that the paretic upper limb has the potential to be used after unilateral intervention to help the non-paretic upper limb to execute bilateral activities faster. In addition, the present findings suggested that individuals, regardless of their upper limb dominance, managed to incorporate the immediate gains when performing bimanual activities in their daily routines. These results suggest that performance and capacity for carrying out bimanual tasks are important parameters to measure the real effects of any therapy aimed at improving upper limb activity after stroke.

The participants of the non-dominant group lost their abilities to perform unimanual tasks after the end of the intervention, but their abilities to perform bimanual tasks were maintained. Since during bimanual tasks they kept the same AOU of their

paretic upper limb, this adaptation was integrated into their daily routines, possibly becoming a permanent change. Regarding the maintenance of unimanual gains for the non-dominant group, strategies to monitor losses and avoid the return of the learned disuse phenomenon would be required. These strategies could include periodic reevaluations, home guidelines or even more specific interventions, depending upon each case.

Significant gains in unimanual tasks after training, as evaluated by the WMFT, were found only for the non-dominant group. This could be explained by the small sample size. Considering that the WMFT baseline scores for the dominant group were higher than those of the non-dominant, the sample size may have been insufficient to detect significant changes. For the dominant group, there was a power of 0.12 with an effect size of 0.32, whereas for the non-dominant group, there was a power of 0.26 with a similar effect size of 0.38. Although previous studies demonstrated the immediate positive effects of the CMIT on the paretic upper limb's unimanual capacity^{33,34}, variations regarding training duration and participants' characteristics may also have influenced these different results. The effects of dominance on unimanual capacity after mCIMT should be better investigated in future studies.

Study limitations

There are some limitations of the present study. Since the size of the two groups differed and the values obtained at baseline, mainly for both MAL scores, were also heterogeneous, the generalization of the present findings should be taken with caution. Although there were between-group differences at the baseline MAL scores, the groups were similar regarding the Fugl-Meyer motor assessment scores and the muscle strength. For the confirmation of these results, studies with larger samples, more homogeneous groups with specific criteria are necessary regarding the interference of upper limb dominance.

There was no stratification of the participants regarding hand dominance prior to stroke, which could have interfered with the acquisition of the gains. However, since both groups equally improved after intervention, we believe that the participants were similar regarding hand dominance prior to stroke or that possible differences did not influence the results of the present study. Further studies are recommended to examine the influence of hand dominance prior to stroke on the acquisition and maintenance of upper limb skills.

● Conclusions

Hand dominance did not interfere with the acquisition of upper limb skills, but influenced the maintenance of the gains observed after the application of the mCIMT for individuals with chronic stroke. The participants, whose paretic upper limb was the dominant, reported improved ability in maintaining unimanual gains. The bimanual improvements were maintained for both groups regardless the upper limb dominance previous to stroke.

● Acknowledgements

Brazilian Funding Agencies: *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*, *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)*, and to *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)*.

● References

1. Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, et al. Heart disease and stroke statistics—2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2012;125(1):e2-220. <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e31823ac046>. PMID:22179539
2. Kitago T, Liang J, Huang VS, Hayes S, Simon P, Tenteromano L, et al. Improvement after constraint-induced movement therapy: recovery of normal motor control or task-specific compensation? *Neurorehabil Neural Repair*. 2013;27(2):99-109. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968312452631>. PMID:22798152
3. Feys H, De Weerd W, Nuyens G, van de Winckel A, Selz B, Kiekens C. Predicting motor recovery of the upper limb after stroke rehabilitation: value of a clinical examination. *Physiother Res Int*. 2000;5(1):1-18. <http://dx.doi.org/10.1002/pri.180>. PMID:10785907
4. Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW 3rd, Fleming WC, Nepomuceno CS, et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74(4):347-54. PMID:8466415.
5. Nascimento LR, Gloria AE, Habib ES. Effects of constraint-induced movement therapy as a rehabilitation strategy for the affected upper limb of children with hemiparesis: Systematic review of the literature. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(2):97-102. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552009005000022>.
6. Faria-Fortini I, Michaelsen SM, Cassiano JG, Teixeira-Salmela LF. Upper extremity function in stroke subjects: relationships between the international classification of functioning, disability, and health domains. *J Hand Ther*. 2011;24(3):257-64, quiz 265. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jht.2011.01.002>. PMID:21420279
7. Harris JE, Eng JJ. Paretic upper-limb strength best explains arm activity in people with stroke. *Phys Ther*. 2007;87(1):88-97. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20060065>. PMID:17179441
8. Punt TD, Riddoch MJ. Motor neglect: implications for movement and rehabilitation following stroke. *Disabil Rehabil*. 2006;28(13-14):857-64. <http://dx.doi.org/10.1080/09638280500535025>. PMID:16777773
9. Morris JH, van Wijck F, Joice S, Donaghy M. Predicting health related quality of life 6 months after stroke: the role of anxiety and upper limb dysfunction. *Disabil Rehabil*. 2013;35(4):291-9. <http://dx.doi.org/10.3109/09638288.2012.691942>. PMID:22691224
10. Takebayashi T, Koyama T, Amano S, Hanada K, Tabusadani M, Hosomi M, et al. A 6-month follow-up after constraint-induced movement therapy with and without transfer package for patients with hemiparesis after stroke: a pilot quasi-randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(5):418-26. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215512460779>. PMID:23036841
11. Peurala SH, Kantanen MP, Sjögren T, Paltamaa J, Karhula M, Heinonen A. Effectiveness of constraint-induced movement therapy on activity and participation after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil*. 2012;26(3):209-23. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215511420306>. PMID:22070990
12. Lima RC, Teixeira-Salmela L, Michaelsen SM. Effects of trunk restraint in addition to home-based modified constraint-induced movement therapy after stroke: a randomized controlled trial. *Int J Stroke*. 2012;7(3):258-64. PMID:22364561.
13. Morris DM, Taub E, Mark VW. Constraint-induced movement therapy: characterizing the intervention protocol. *Eura Medicophys*. 2006;42(3):257-68. PMID:17039224.
14. Bonaiuti D, Rebasti L, Sioli P. The constraint induced movement therapy: a systematic review of randomised controlled trials on the adult stroke patients. *Eura Medicophys*. 2007;43(2):139-46. PMID:17525700.
15. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D, et al. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *JAMA*. 2006;296(17):2095-104. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.296.17.2095>. PMID:17077374
16. Brogårdh C, Lexell J. A 1-year follow-up after shortened constraint-induced movement therapy with and without mitt poststroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(3):460-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2009.11.009>. PMID:20298840
17. Langan J, van Donkelaar P. The influence of hand dominance on the response to a constraint-induced therapy program following stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(3):298-304. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968307307123>. PMID:17916658
18. Brouwer B, Sale MV, Nordstrom MA. Asymmetry of motor cortex excitability during a simple motor task: relationships with handedness and manual performance. *Exp Brain Res*. 2001;138(4):467-76. <http://dx.doi.org/10.1007/s002210100730>. PMID:11465745

19. Michaelsen SM, Rocha AS, Knabben RJ, Rodrigues LP, Fernandes CGC. Translation, adaptation and inter-rater reliability of the administration manual for the Fugl-Meyer assessment. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(1):80-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552011000100013>. PMID:21519719
20. Saliba VA, Magalhães LC, Faria CD, Laurentino GEC, Cassiano JG, Teixeira-Salmela LF. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do instrumento Motor Activity Log. *Rev Panam Salud Publica.* 2011;30(3):262-71. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892011000900011>. PMID:22069074
21. Pereira ND, Ovando AC, Michaelsen SM, Anjos SM, Lima RC, Nascimento LR, et al. Motor Activity Log-Brazil: reliability and relationships with motor impairments in individuals with chronic stroke. *Arq Neuropsiquiatr.* 2012;70(3):196-201. PMID:22392112.
22. Wolf SL, Catlin PA, Ellis M, Archer AL, Morgan B, Piacentino A. Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. *Stroke.* 2001;32(7):1635-9. <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.32.7.1635>. PMID:11441212
23. Pereira ND, Michaelsen SM, Menezes IS, Ovando AC, Lima RCM, Teixeira-Salmela LF. Reliability of the Brazilian version of the Wolf Motor Function Test in adults with hemiparesis. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(3):257-65. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552011000300013>. PMID:21829991
24. Michaelsen SM, Vargas JP, Braga JP. Development and validation of an instrument to measure bilateral upper extremity function in patients with hemiparesis. *Mot Contr.* 2007;11:S229.
25. Farias NC, Michaelsen SM, Rodrigues LC. Treinamento da função bilateral de membros superiores em indivíduo com hemiparesia: Estudo de caso. *ConsSaude.* 2012;11(3):506-12.
26. Nakagawa S, Cuthill IC. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2007;82(4):591-605. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00027.x>. PMID:17944619
27. Dunst CJ, Hamby DW. Guide for calculating and interpreting effect sizes and confidence intervals in intellectual and developmental disability research studies. *J Intellect Dev Disabil.* 2012;37(2):89-99. <http://dx.doi.org/10.3109/13668250.2012.673575>. PMID:22530580
28. McCombe Waller S, Whittall J. Hand dominance and side of stroke affect rehabilitation in chronic stroke. *Clin Rehabil.* 2005;19(5):544-51. <http://dx.doi.org/10.1191/0269215505cr829oa>. PMID:16119411
29. Gibson JJ. The ecological approach to visual perception. London: Lawrence Erlbaum; 1986.
30. Fonseca ST, Faria CDCM, Ocarino JM, Mancini MC. Abordagem ecológica à percepção e ação: Fundamentação para o comportamento motor. *Rev Bras Comport Motor.* 2007;2(1):1-10.
31. Withagen R, Michaels CF. On ecological conceptualizations of perceptual systems and action systems. *Theory Psychol.* 2005;15(5):603-20. <http://dx.doi.org/10.1177/0959354305057265>.
32. Lang CE, Edwards DF, Birkenmeier RL, Dromerick AW. Estimating minimal clinically important differences of upper-extremity measures early after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(9):1693-700. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2008.02.022>. PMID:18760153
33. Woodbury ML, Howland DR, McGuirk TE, Davis SB, Senesac CR, Kautz S, et al. Effects of trunk restraint combined with intensive task practice on poststroke upper extremity reach and function: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair.* 2009;23(1):78-91. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968308318836>. PMID:18812433
34. Wolf SL, Thompson PA, Winstein CJ, Miller JP, Blanton SR, Nichols-Larsen DS, et al. The EXCITE stroke trial: comparing early and delayed constraint-induced movement therapy. *Stroke.* 2010;41(10):2309-15. <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.588723>. PMID:20814005

Correspondence

Renata Cristina Magalhães Lima

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Avenida Antônio Carlos, 6627, Pampulha

CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

e-mail: renatalima.prof@newtonpaiva.br; renata.lima@

izabelahendrix.edu.br

Influence of dual task and frailty on gait parameters of older community-dwelling individuals

Rita C. Guedes¹, Rosângela C. Dias¹, Leani S. M. Pereira¹, Sílvia L. A. Silva², Lygia P. Lustosa¹, João M. D. Dias¹

ABSTRACT | Background: Gait parameters such as gait speed (GS) are important indicators of functional capacity. Frailty Syndrome is closely related to GS and is also capable of predicting adverse outcomes. The cognitive demand of gait control is usually explored with dual-task (DT) methodology. **Objective:** To investigate the effect of DT and frailty on the spatio-temporal parameters of gait in older people and identify which variables relate to GS. **Method:** The presence of frailty was verified by Fried's Frailty Criteria. Cognitive function was evaluated with the Mini-Mental State Exam (MMSE) and gait parameters were analyzed through the GAITRite[®] system in the single-task and DT conditions. The Kolmogorov-Smirnov, ANOVA, and Pearson's Correlation tests were administered. **Results:** The participants were assigned to the groups frail (FG), pre-frail (PFG), and non-frail (NFG). During the DT, the three groups showed a decrease in GS, cadence, and stride length and an increase in stride time ($p < 0.001$). The reduction in the GS of the FG during the DT showed a positive correlation with the MMSE scores ($r = 0.730$; $p = 0.001$) and with grip strength ($r = 0.681$; $p = 0.001$). **Conclusions:** Gait parameters are more affected by the DT, especially in the frail older subjects. The reduction in GS in the FG is associated with lower grip strength and lower scores in the MMSE. The GS was able to discriminate the older adults in the three levels of frailty, being an important measure of the functional capacity in this population.

Keywords: aged; frail elderly; dual task; gait parameters; gait speed; physical therapy.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Guedes RC, Dias RC, Pereira LSM, Silva SLA, Lustosa LP, Dias JMD. Influence of dual task and frailty on gait parameters of older community-dwelling individuals. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):445-452. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0034>

● Introduction

Walking is a complex functional activity influenced by several factors such as the subject's health status, motor control, musculoskeletal condition, sensory and perceptual function, level of habitual activity, as well as their environmental characteristics¹. Gait parameters are important indicators of functional capacity^{2,3}, with especial emphasis on gait speed (GS), as it is considered a reliable, valid, sensitive, and specific measure⁴, besides being simple, quick, and easily administered, both in outpatient and domiciliary environments⁵. GS can be used as an indicator of physiological reserve and it is able to predict falls, frailty, institutionalization, and death among elderly individuals⁵⁻⁸. Its predictive capacity is due to the integration of multiple domains such as the natural ageing process, physical capacity, and the subject's nutritional and emotional status^{2,9}. According to Studenski et al.², GS can be considered the sixth vital sign, because it reflects hidden

pathological problems and predicts important future events². The capacity to develop an independent, safe, and fast gait is crucial to good functional performance in human beings¹⁰.

Locomotion or gait requires adaptive skills to meet individual and environmental demands and often involves the simultaneous performance of cognitive tasks associated with gait, such as recalling a shopping list or having a conversation¹¹. Thus, gait is a task that requires attention¹²⁻¹⁴. The cognitive demand of gait control can be explored with the dual-task (DT) methodology, where performance changes in either or both of the concurrent tasks indicate the extent of their cognitive demand¹⁵. The hypothesis is that the two tasks interfere with each other and compete for attention resources^{15,16}. DT is clinically relevant because most activities of daily living (ADLs) require the simultaneous performance of two or more tasks, which makes this methodology

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brazil

²Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Alfenas, MG, Brazil

Received: 12/16/2013 Revised: 03/01/2014 Accepted: 05/05/2014

representative of actual daily situations. Moreover, it constitutes a simple, non-invasive method that does not require specific equipment for its use in clinical practice¹⁷. For example, a spontaneous narrative is a complex cognitive task: to answer a question, a person must retrieve information from memory, identify the words to encode these meanings, compute the proper grammatical forms, and translate them into motor commands to articulate words¹⁵. Gait alterations associated with the aging process have been interpreted as a more cautious gait pattern, adopted to increase stability and reduce the risk of falls. However, a more conscientious pattern may require higher cognitive control and result in the need for higher attention to locomotion, making the elderly gait more sensitive to DT¹⁸. The risk of falls increases as the number of predisposing factors grows¹⁹. Among these factors, frailty is the most relevant²⁰.

Frailty Syndrome (FS) is closely related to GS and is also capable of predicting adverse outcomes such as disability, hospitalization, institutionalization, falls, and death²¹⁻²³. In spite of the current lack of a consensus on its definition, it has been stated that it is a clinical syndrome of multifactorial nature, characterized by a state of physiological vulnerability resulting from the reduction in energy reserves and in the ability to maintain or restore homeostasis to cope with stressors²⁴. Fried et al.²⁵ proposed five criteria to identify FS, namely unintentional weight loss in the previous year, muscle weakness, gait slowness, low levels of physical activity, and the feeling of exhaustion. Recent studies suggest that GS has a close correlation with FS and with future adverse events, therefore constituting a practical and reproducible method of diagnosis that is able to identify the frail elderly^{26,27}.

It is known that both frailty and DT lead to changes in gait. However, it is necessary to identify whether DT affects spatio-temporal parameters of gait differently in older people at different levels of frailty. The hypothesis of this study is that DT has a prominent influence on the gait of frail elderly subjects. A better understanding of the interaction between DT, frailty, and gait could help researchers and professionals to plan appropriate intervention studies and help clinicians in the decision-making process. In particular, this study aims to investigate the effect of DT and frailty on the spatio-temporal parameters of gait in older people as well as to identify which variables relate to GS at the different levels of frailty (cognitive function, handgrip strength, and number of diseases).

● Method

Sample

Eighty-one individuals of both genders, selected by convenience, participated in the study. The exclusion criteria were: surgical procedure in the lower limbs or in the vertebral column in the last year; reported pain in the lower limbs on the day of the assessment or inability to walk without a walking aid for one minute; severe balance impairment; uncompensated neurological, cardiac or vascular conditions; musculoskeletal diseases that could hinder the performance of the tests; and a clinical scenario suggestive of cognitive alterations ascertained by the Mini-Mental State Exam (MMSE)²⁸. The participants signed an informed consent form agreeing to participate. This study was approved by the Research Ethics Committee of Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brazil (protocol no. CAAE-0700.0.203.000-11).

Instruments

The presence of frailty was verified by the five components of Fried's frailty criteria²⁵: unintentional weight loss in the last year (≥ 4.5 kg or 10% of body weight); self-reported exhaustion (determined by the answers "a moderate amount of the time" or "most of the time" to one of the two statements – "I felt that everything I did was an effort" and "I could not get going"); diminished hand grip strength (measured with a hand grip dynamometer - JAMAR) with cutoff points determined by the calculation of the 20th percentile of the sample, adjusted for gender and body mass index; gait slowness (determined by the time spent in seconds to cover a distance of 4.6 m at a comfortable speed, also with cutoff points defined at the 20th percentile of the sample adjusted for gender and height); and low level of physical activity (determined using the Active Australia²⁹ questionnaire with cutoff points determined by the 20th percentile of the sample for men and women).

This questionnaire is used in population surveys to determine the weekly caloric expenditure and contains information about frequency, intensity, duration, and type of activity. It is a reliable instrument that can be applied quickly and is valid for use in community-dwelling elderly³⁰. Elderly adults with a positive score in 3 or more of the 5 criteria were considered frail; those with one or two positive items, pre-frail; and those with all negative scores were considered non-frail.

To screen for possible cognitive deficits, the MMSE was administered. This instrument is comprised of seven categories, each of them designed to assess temporal and spatial orientation, naming and subsequent recalling of three words, attention and calculation, language and visual constructive praxis. The MMSE score ranges from zero to 30 points, and the following cutoff points were considered according to the level of education: 13 for illiterate, 18 for one to seven years of schooling, and 26 for those with eight or more years of schooling²⁸.

The gait parameters were analyzed using the GAITRite[®] system (MAP/CIR INK, Haverton, PA, USA), which consists of an electronic vinyl carpet capable of registering the plantar impression, allowing the calculation of spatial and temporal gait data²⁷. The carpet is 90 cm wide by 566 cm long by 0.6 cm high and contains 18,824 embedded pressure sensors. The system has software for data analysis and documentation of nine temporal parameters and six spatial parameters. The present study used the data from GS, cadence (CAD), stride length (SL), and stride time (STi). A number of studies have shown the validity and reliability of its measures compared to existing techniques, including studies in older adults³¹⁻³³.

Procedures

Initially, the participants responded to a questionnaire with demographic and clinical data created for this study to characterize the participants and classify them as frail, pre-frail, and non-frail. After that, the MMSE was administered to screen for possible cognitive deficits. The gait analysis on the GAITRite[®] system was performed at two time points. First, the participants were asked to walk in silence for 1 minute on the carpet, characterizing the

single task (ST), then after a 5-minute interval, they were asked to walk for 1 more minute on the carpet while responding to the question “What was the best moment of your life and why?”, characterizing the DT. If the participant finished answering before the end of the 1 minute, the researcher asked a new question regarding the theme to keep the participant talking for the duration of the assessment.

Statistical analysis

Descriptive analysis was done using mean and standard deviation for continuous variables. The Kolmogorov-Smirnov test determined the normal distribution of data, justifying the use of parametric tests. To evaluate differences between non-frail, pre-frail, and frail older people in relation to age, body mass index, handgrip strength, MMSE, number of diseases and number of medicines, we used ANOVA with Tukey’s post-hoc test. In the comparisons of gait parameters (GS, CAD, SL, and STi) in ST and DT situations, a 3×2 repeated-measures ANOVA (three levels of frailty × two tasks) was used. Correlations between VM, age, BMI, handgrip strength, MMSE, number of diseases and medications were investigated using Pearson’s test. The level of significance was set at 5% for all the tests. The power was set at 80% to detect differences between the variables.

Results

The participants included in the study were assigned to the groups frail (FG), pre-frail (PFG), and non-frail (NFG). The clinical and demographic data (Table 1) show that the FG is composed of participants with a higher number of diseases who used a higher number of medications regularly, in

Table 1. Demographic and clinical characteristics of the participants (n=81).

Variables	Frail Group (n=27)	Pre-Frail Group (n=27)	Non-frail Group (N=27)
Age (years)	75.48±7.08*	70.11±7.30	69.6±5.45
Gender (female / male)	f=21; m=6	f=22; m=5	f=20; m=7
BMI (Kg/m ²)	27.64±7.11	27.02±5.57	26.34±4.56
Height (m)	1.56±0.30	1.56±0.96	1.58±0.88
Handgrip strength (Kgf)	20.53±5.25*	25.83±6.68	27.25±7.38
MMSE (score)	22.44±4.73*	27.12±2.71	27.41±1.14
Diseases (number)	6.82±1.35*	2.5±1.46	2.4±1.25
Medicine (number)	8.41±4.17*	3.48±2.34	2.96±2.02

BMI = body mass index. Kgf = kilogram force. MMSE = Mini-Mental State Exam. The values were described as mean and standard deviation, except for gender. *p≤0.05 for between-group comparison (one-way ANOVA, Tukey’s post hoc).

addition to presenting lower handgrip strength and lower scores in the MMSE.

Figures 1, 2, and 3 showed the effect of the DT in the three groups, leading to statistically significant reductions in GS (m/s), CAD (steps/min), and SL (cm), respectively. Repeated-measures ANOVA showed effects of group ($F_{2,52}=226.57, p=0.000$) and task ($F_{1,26}=447.59, p=0.000$), but not of

interaction in GS ($F_{2,52}=3.03, p=0.057$). Regarding CAD, this test showed effects of group ($F_{2,52}=9.65, p=0.001$) and task ($F_{1,26}=40.84, p=0.000$), but not interaction ($F_{2,52}=0.60, p=0.512$). Concerning SL, this statistical test also showed effects of group ($F_{2,52}=73.53, p=0.000$) and task ($F_{1,26}=117.82, p=0.000$), but not interaction ($F_{2,52}=0.046, p=0.955$).

In the DT situation, the GS fell by 20% in the FG, 13.2% in the PFG, and 10% in the NFG compared to the ST situation. CAD fell by 8.6% in the FG, 6.4% in the PFG, and 5.5% in the NFG. SL fell by 8% in the FG, 6.1% in the PFG, and 5.3% in the NFG. In relation to STi (s), there was an increase of 15.2% in the GF, 6.4% in the PFG, and 5% in the NFG compared to the ST situation.

Table 2 shows that, in the ST and DT situations, GS and SL were different in the three groups (FG<PFG<NFG). It can also be observed that both in the ST and DT situations, the FG differed to the other groups with regards to the spatio-temporal gait parameters.

The reduction in GS in the FG during the performance of the DT showed a positive correlation with the scores obtained in the MMSE ($r=730; p=0.001$) and with hand grip strength ($r=681; p=0.001$). Furthermore, 55.5% (n=15) of the FG and 33.3% (n=9) of the PFG participants were positive for this item of the phenotype for frailty.

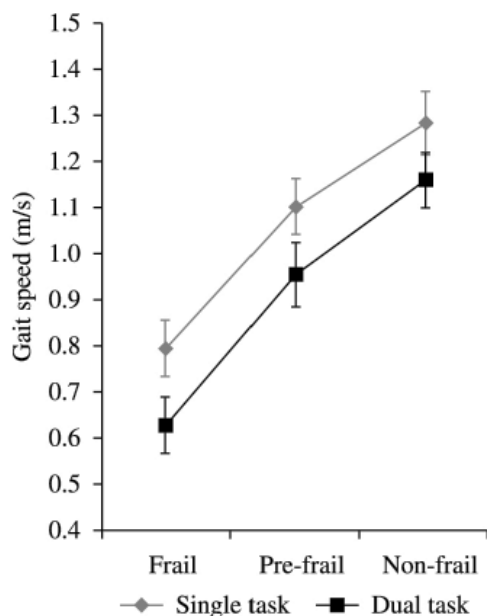


Figure 1. Mean and standard deviation values for gait speed in both tasks (single and dual) for each group (frail, pre-frail, non-frail).

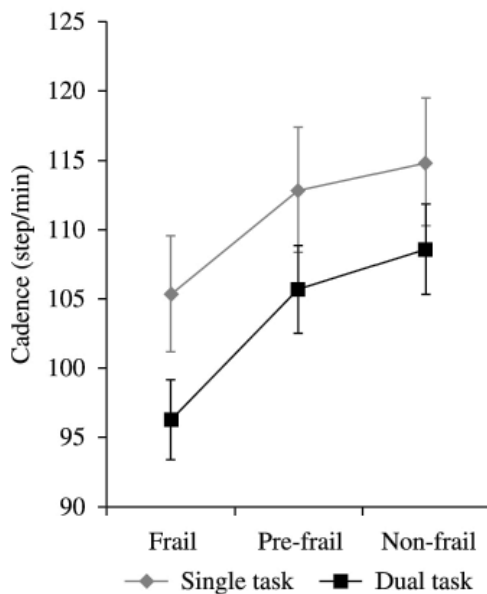


Figure 2. Mean and standard deviation values for cadence in both tasks (single and dual) for each group (frail, pre-frail, non-frail).

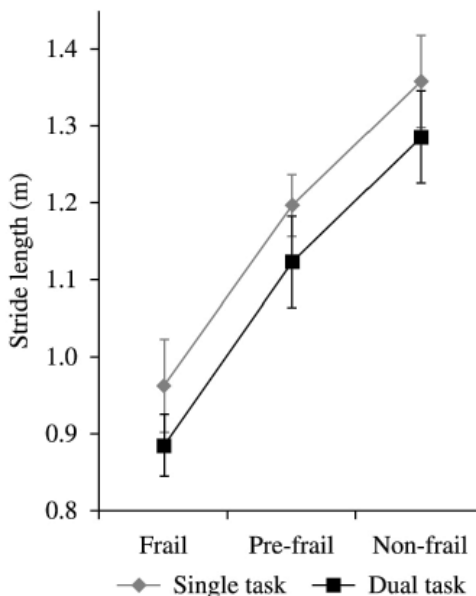


Figure 3. Mean and standard deviation values for stride length in both tasks (single and dual) for each group (frail, pre-frail, non-frail).

Table 2. Spatio-temporal parameters in the single task and dual task situations tested (n=81).

Variables	Frail Group (n=27)	Pre-Frail Group (n=27)	Non-Frail Group (n=27)
Gait speed ST (m/s)	0.79±0.13	1.10±0.0*	1.28±0.07 ¥ □
Cadence ST (steps/min)	105.36±13.39	112.87±7.10*	114.90±6.40 ¥
Stride time ST (s)	1.18±0.14*¥	1.08±0.74	1.05±0.56
Stride length ST (m)	0.96±0.16	1.19±0.10*	1.35±0.09 ¥ □
Gait speed DT (m/s)	0.62±0.10	0.95±0.08*	1.16±0.06 ¥ □
Cadence DT (steps/min)	96.29±11.94	105.70±9.10*	108.60±13.90 ¥
Stride time DT (s)	1.36±0.31*¥	1.15±0.96	1.11±0.05
Stride length DT (m)	0.88±0.15	1.12±0.09*	1.28±0.09 ¥ □

ST = single task; DT = dual task. Values described as mean and standard deviation. *GF x GPF; ¥ GF x GNF; □ GPF x GNF for between-group comparison. (ANOVA with Tukey's multiple comparisons).

● Discussion

The aim of this study was to investigate the effect of DT and frailty on the spatio-temporal parameters of elderly individuals. The results obtained in the present study showed that the impact of spontaneous narrative on the spatio-temporal gait parameters was evident. All of the participants, regardless of their level of frailty, slowed down significantly, with reductions in SL and CAD and increase in STi. The frail participants were the ones with the most intense changes.

Although gait seems to be an automatic motor activity, evidence suggests that the act of walking requires attention to environmental characteristics and the recovery of postural disturbances to avoid falls¹²⁻¹⁴. The allocation of attention in concurrent activities represents executive processes that are sensitive to the aging process, which makes gait more cautious and more influenced by the DT³⁴. The findings of the present study are in accordance with the results obtained in a recent systematic review that highlighted the reductions in GS, CAD, and SL and the increase in STi as the most important changes in gait found in the DT situation in older adults¹⁵. While approximately 55% of falls are related to abnormal gait³⁵ and considering that performing two simultaneous tasks is necessary for independence in ADLs, it becomes necessary to incorporate the DT methodology into the rehabilitation of older persons in general, but especially of frail elderly individuals.

The choice for using the DT methodology was based on the fact that walking and talking simultaneously consists in a very ecological and necessary task to ADLs and seems to require more attention and to produce a higher interference in the motor task^{17,36}. Considering that theoretical

framework, Al-Yahya et al.¹⁵ used the question “what was the best vacation of your life, and why?”. In the present study, the same methodology was used, but in order to culturally adapt the meaning of the question, an expert committee was formed to discuss how the question might be modified to adjust to the Brazilian elderly population.

It has been suggested that the size of the interference of the DT on gait is influenced by self-selected GS, with greater changes in subjects with $GS \leq 1.0$ m/s^{37,38} and fewer changes in those with $GS \geq 1.2$ m/s³⁹. The present study also identified greater changes in the FG (reductions in GS [20%], CAD [8.6%], and SL [8%] and increases in STi [15.2%]) and fewer changes in the NFG (reductions in GS [10%], CAD [5.5%], and SL [5.3%] and increases in STi [5%]). These findings confirm the idea that frail older people walk more slowly and suffer greater influence of DT compared with non-frail older individuals.

If we consider that a GS below 0.6 m/s is associated with dependence in basic and instrumental ADLs and gait limited to the home environment¹, we can infer that the FG is significantly limited in the performance of motor tasks associated with spontaneous speaking, since this group showed $GS = 0.60$ m/s in the DT situation. In comparison, the GS necessary to safely cross the street at a traffic signal must be equal to or greater than 1.2 m/s^{17,36,39}. The PFG and NFG also had values below this in the DT situation. Considering that walking and talking simultaneously consists in an extremely functional and common action in ADLs, all of the participants would probably have difficulty crossing a street, being therefore at greater risk of accidents and dependence in outdoor mobility.

Epidemiological studies and clinical trials show that gait and cognition are inter-related. Gait changes are associated with falls, dementia, and

disability^{12,13}, and gait speed reduction can start up to 12 years before the clinical presentation of cognitive impairment¹³. Moreover, changes in attention, memory, and executive function are related to gait slowness and help to predict loss of mobility, falls, and progression of cognitive decline¹². There is robust evidence to suggest a strong correlation between cognitive level measured by the MMSE and GS, and this relationship becomes more evident when the task is more challenging or when the gait pattern is already impaired^{12,13,40-42}. In the current study, this association was identified only in the FG, reinforcing the hypothesis that lower scores in the MMSE can reduce the allocation sources for attention, compromising gait.

Considering that GS is the product of CAD and SL⁴³, one can observe that frail, pre-frail, and non-frail older adults use the same gait adaptation strategies in the DT situation; thus, they reduce CAD and SL, with a consequent reduction in GS. The FG was the group that showed a more accentuated reduction in GS during the DT, and this reduction showed a strong positive correlation with handgrip strength. It is known that this measure is able to represent global strength, and that lower values are related to sarcopenia⁴⁴. The lower muscle strength of the FG may have played a significant role in GS reduction, impairing gait propulsion and consequently reducing SL.

During the last years, GS has been reported as an efficient measure to identify older adults at higher risk of adverse events, as it is an easy, simple, and low-cost measurement that can be used both in clinical settings and research⁴⁵. In the present study, GS was able to differentiate the three groups, both in the ST and DT situations. The participants from the FG showed lower GS and more chronic diseases, used a greater number of medications, had lower handgrip strength, and showed lower cognitive ability. Similarly to Rothman et al., more than half of the GF and a third of the PFG participants scored positively on the GS item of the frailty criteria⁴⁶. These findings allow us to deduce that GS plays an important role in the Frailty Syndrome classification and, additionally, might provide information about the general health status of older individuals, being thus an important vital sign measure for functional capacity in this population.

Despite the statistically significant negative correlation found between GS and MMSE scores due to the exclusion criteria of the study, it was not feasible to analyze this correlation for individuals with cognitive deficits ascertained by the MMSE scores. Thus, future research must address this issue.

● Conclusion

The results have shown that the gait of frail older adults is more affected by the dual task, showing a greater reduction in speed, cadence, and stride length and increase in stride time compared to pre-frail and non-frail older adults. The reduction in gait speed in the frail elderly is associated with lower hand grip strength and lower scores in the MMSE. Moreover, gait speed was able to discriminate the older subjects, stratifying them into the three levels of the frailty syndrome, thus being an important measure of functional capacity in this population. Considering the importance of DT in the ADLs of older individuals, this methodology should be part of a comprehensive functional assessment and physical therapy approach designed for these individuals, particularly those who are frail with lower MMSE scores and handgrip impairment.

● References

1. Fritz S, Lusardi M. White paper: walking speed: the sixth vital sign. *J Geriatr Phys Ther.* 2009;32(2):2-5. <http://dx.doi.org/10.1519/00139143-200932020-00002>
2. Studenski S, Perera S, Wallace D, Chandler JM, Duncan PW, Rooney E, et al. Physical performance measures in the clinical setting. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51(3):314-22. PMID:12588574. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51104.x>
3. Nascimento LR, Caetano LCG, Freitas DCMA, Moraes TM, Polese JC, Teixeira-Salmela LF. Different instructions during the ten-meter walking test determined significant increases in maximum gait speed in individuals with chronic hemiparesis. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(2):122-7. PMID:22378478. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000008>
4. Lusardi MM. Using walking speed in clinical practice. *Top Geriatr Rehabil.* 2012;28(2):77-90. <http://dx.doi.org/10.1097/TGR.0b013e31823d7b9f>
5. Verghese J, Holtzer R, Lipton RB, Wang C. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2009;64A(8):896-901. PMID:19349593 PMID:PMC2709543. <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/glp033>
6. Montero-Odasso M, Schapira M, Soriano ER, Varela M, Kaplan R, Camera LA, et al. Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(10):1304-9. PMID:16282564. <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/60.10.1304>
7. Bohannon RW. Population representative gait speed and its determinants. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31(2):49-52. PMID:19856549. <http://dx.doi.org/10.1519/00139143-200831020-00002>
8. Hardy SE, Perera S, Roumani YF, Chandler JM, Studenski SA. Improvement in usual gait speed

- predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(11):1727-34. PMID:17916121. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01413.x>
9. Rantanen T, Guralnik JM, Ferrucci L, Pennix BW, Leveille S, Sipilä S, et al. Coimpairments as predictors of severe walking disability in older woman. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(1):21-7. PMID:11207838. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2001.49005.x>
 10. Snijders AH, Van de Warrenburg BP, Giladi N, Bloem BR. Neurological gait disorders in elderly people: clinical approach and classification. *Lancet Neurol.* 2007;6(1):63-74. [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70678-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70678-0)
 11. Sheridan PL, Hausdorff JM. The role of higher-level cognitive function in gait: executive dysfunction contributes to fall risk in Alzheimer's disease. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2007;24(2):125-37. PMID:17622760 PMCid:PMC3163262. <http://dx.doi.org/10.1159/000105126>
 12. Holtzer R, Wang C, Verghese J. The relationship between attention and gait in aging: facts and fallacies. *Motor Control.* 2012;16(1):64-80.
 13. Montero-Odasso M, Verghese J, Beauchet O, Hausdorff JM. Gait and cognition: a complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(11):2127-36. PMID:23110433 PMCid:PMC3498517.
 14. Hall CD, Echt KV, Wolf SL, Rogers WA. Cognitive and motor mechanisms underlying older adults' ability to divide attention while walking. *Phys Ther.* 2011;91(7):1039-50. PMID:21527384. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20100114>
 15. Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, Dennis A, Howells K, Cockburn J. Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2011;35(3):715-28. PMID:20833198. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.08.008>
 16. Lamoth CJ, Van Deudekom FJ, Van Campen JP, Appels BA, Vries OJ, Pijnappel M. Gait stability and variability measures show effects of impaired cognition and dual tasking in frail people. *J Neuroeng Rehabil.* 2011;8:2-9. PMID:21241487 PMCid:PMC3034676. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-8-2>
 17. Neider MB, Gaspar JG, McCarley JS, Crowell JA, Kaczmarek H, Kramer AF. Walking and talking: dual-task effects on street crossing behavior in older adults. *Psychol Aging.* 2011;26(2):260-8. PMID:21401262 PMCid:PMC3699858. <http://dx.doi.org/10.1037/a0021566>
 18. Olivier I, Cuisinier R, Vaugoyeau M, Nougier V, Assaiante C. Age-related differences in cognitive and postural dual-task performance. *Gait Posture.* 2010;32(4):494-9. PMID:20692161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.008>
 19. Dionyssiotis Y. Analyzing the problem of falls among older people. *Int J Gen Med.* 2012;5:805-13. PMID:23055770 PMCid:PMC3468115. <http://dx.doi.org/10.2147/IJGM.S32651>
 20. Vieira RA, Guerra RO, Giacomini KC, Vasconcelos KSS, Andrade ACS, Pereira LSM, et al. Prevalence of frailty and associated factors in community-dwelling elderly in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil: data from de FIBRA Study. *Cad Saúde Pública.* 2013;29(8):1631-48. PMID:24005928. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2013001200015>
 21. Ahmed N, Mandel R, Fain MJ. Frailty: an emerging geriatric syndrome. *Am J Med.* 2007;120(9):748-53. PMID:17765039. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2006.10.018>
 22. Walston J, Hadley EC, Ferrucci L, Guralnik JM, Newman AB, Studenski SA, et al. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. *J Am Geriatr Soc.* 2006;54(6):991-1001. PMID:16776798. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2006.00745.x>
 23. Lang PO, Michel JP, Zekry D. Frailty syndrome: a transitional state in a dynamic process. *Gerontology.* 2009;55(5):539-49. PMID:19346741. <http://dx.doi.org/10.1159/000211949>
 24. Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Med Sci.* 2004;59(3):255-63. <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/59.3.M255>
 25. Fried LP, Tangen C, Walston J, Newman A, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Med Sci.* 2001;56(3):M146-56.
 26. Montero-Odasso M, Schapira M, Duque G, Soriano E, Kaplan R, Camera L. Gait disorders are associated with non-cardiovascular falls in elderly people: a preliminary study. *BMC Geriatr.* 2005;5:1-6. PMID:16321159 PMCid:PMC1325027. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2318-5-15>
 27. Cesari M, Kritchevsky S, Penninx B, Nicklas B, Simonsick E, Newman A, et al. Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people: results from the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(10):1675-9. PMID:16181165. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53501.x>
 28. Bertolucci PH, Brucki SM, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 1994;52(1):1-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X1994000100001>
 29. Heesch KC, Hill RL, Van Uffelen JGZ, Brown WJ. Are active australia physical activity questions valid for older adults? *J Sci Med Sport.* 2011;14(3):233-7. PMID:21276752. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2010.11.004>
 30. Yorston LC, Kolt GS, Rosenkranz RR. Physical activity and physical function in older adults: the 45 and up study. *J Am Geriatr Soc.* 2012;60(4):719-25. PMID:22486736. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2012.03906.x>
 31. Youdas JW, Hollman JH, Aalbers MJ, Ahrenholz HN, Aten RA, Cremers JJ. Agreement between the GAITRite walkway system and a stopwatch-footfall count method for measurement of temporal and spatial gait parameters. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(12):1648-52. PMID:17141647. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2006.09.012>
 32. Webster KE, Wittwer J, Feller JA. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of

- averaged and individual step parameters of gait. *Gait Posture*. 2005;22(4):317-21. PMID:16274913. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.10.005>
33. Menz HB, Latt MD, Tiedemann A, Mun San Kwan M, Lord SR. Reliability of the GAITRite® walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait Posture*. 2004;20(1):20-5. [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362\(03\)00068-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362(03)00068-7)
 34. Beauchet O, Annweiler C, Dubost V, Allali G, Kressig RW, Bridenbaugh S, et al. Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults? *Eur J Neurol*. 2009;16(7):786-95. PMID:19473368. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02612.x>
 35. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*. 2006;35(Suppl 2):ii37-41. PMID:16926202. <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/af084>
 36. Plummer-D'Amato P, Altmann LJP, Reilly K. Dual-task effects of spontaneous speech and executive function on gait in aging: exaggerated effects in slow walkers. *Gait Posture*. 2011;33(2):233-7. PMID:21193313. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.11.011>
 37. Verghese J, Kuslansky G, Holtzer R, Katz M, Xue X, Buschke H, et al. Walking while talking: effect of task prioritization in the elderly. *Arch Phys Med Rehab*. 2007;88(1):50-3. PMID:17207675 PMID:PMC1894901. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.007>
 38. Perry J, Garrett M, Gronley JK, Mulroy SJ. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*. 1995;26(6):982-9. PMID:7762050. <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.26.6.982>
 39. Hollman JH, Kovash FM, Kubik JJ, Linbo RA. Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait Posture*. 2007;26(1):113-9. PMID:16959488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.08.005>
 40. Hahn M, Wild-Wall N, Falkenstein M. Age-related differences in performance and stimulus processing in dual task situation. *Brain Res*. 2011;1414:66-76. PMID:21871612. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2011.07.051>
 41. Toulotte C, Thevenon A, Watelain E, Fabre C. Identification of healthy elderly fallers and non-fallers by gait analysis under dual-task conditions. *Clin Rehabil*. 2006;20(3):269-76. PMID:16634347. <http://dx.doi.org/10.1191/0269215506cr929oa>
 42. Beauchet O, Dubost V, Aminian K, Gonthier R, Kressig RW. Dual-task-related gait changes in the elderly: does the type of cognitive task matter? *J Mot Behav*. 2005;37(4):259-64. PMID:15967751.
 43. Perry J. *Análise de marcha*. Barueri: Manole; 2005.
 44. Lee WJ, Liu LK, Peng LN, Lin MH, Chen LK; The ILAS Research Group. Comparisons of sarcopenia defined by IWGS and EWGSOP criteria among older people: results from the I-Lan longitudinal aging study. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14(7):528e1-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.03.019>.
 45. Van Kan GA, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O, Bonnefoy M, et al. Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people: an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) task force. *J Nutr Health Aging*. 2009;13(10):881-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s12603-009-0246-z>
 46. Rothman MD, Leo-Summers L, Gill TM. Prognostic significance of potential frailty criteria. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56(12):2211-6. PMID:19093920 PMID:PMC2782664. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02008.x>

Correspondence

Rita de Cássia Guedes

Rua das Cores, 700, p.1 ap.202, Vale dos Cristais
 CEP 34.000-000, Nova Lima, MG, Brasil
 e-mail: ritadecassiaguedes@yahoo.com.br

The Brazilian version of STarT Back Screening Tool – translation, cross-cultural adaptation and reliability*

Versão brasileira do STarT Back Screening Tool – tradução, adaptação transcultural e confiabilidade

Bruna Pilz^{1,2}, Rodrigo A. Vasconcelos^{1,2}, Freddy B. Marcondes^{1,3}, Samuel S. Lodovichi⁴, Wilson Mello¹, Débora B. Grossi²

ABSTRACT | Background: Psychosocial factors are not routinely identified in physical therapy assessments, although they can influence the prognosis of patients with low back pain. The “STarT Back Screening Tool” (SBST) questionnaire aids in screening such patients for poor prognosis in the primary care setting and classifies them as high, medium, or low risk based on physical and psychosocial factors. **Objectives:** This study sought to translate and cross-culturally adapt the SBST to the Brazilian Portuguese language and test the reliability of the Brazilian version. **Method:** The first stage of the study consisted of the translation, synthesis, and back-translation of the original version of the STSB, including revision by the Translation Group, pretest of the translated version, and assessment by an expert panel. The pre-final Brazilian version was applied to 2 samples comprising 52 patients with low back pain; these patients were of both genders and older than 18 years of age. To assess the instrument’s reliability, an additional sample comprising 50 patients was subjected to 2 interviews, and the results were assessed using the quadratic weighted kappa value. The instrument’s internal consistency was assessed using Cronbach’s alpha (n=105), and the standard error of measurement was also calculated (n=50). **Results:** Translation and back-translation attained consensus, and only item 6 required changes; the reformulated version was applied to an additional sample comprising 52 individuals who did not report any doubts related to this item. The reliability of the SBST-Brazil was 0.79 (95% confidence interval: 0.63-0.95), the internal consistency was 0.74 for the total score and 0.72 for the psychosocial subscale, and the standard error of measurement was 1.9%. **Conclusion:** The translated and cross-culturally adapted SBST-Brazil proved to be reliable for screening patients according to their risk of poor prognosis and the presence of psychosocial factors.

Keywords: low back pain; questionnaire; STarT Back Screening Tool; rehabilitation; reliability.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Pilz B, Vasconcelos RA, Marcondes FB, Lodovichi SS, Mello WA, Grossi DB. The Brazilian version of STarT Back Screening Tool – translation, cross-cultural adaptation and reliability. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):453-461. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0028>

RESUMO | Contextualização: Fatores psicossociais não são rotineiramente identificados na avaliação fisioterapêutica e podem influenciar o prognóstico de pacientes com dor lombar. O questionário “STarT Back Screening Tool” (SBST) auxilia na triagem desses pacientes em relação ao risco de mau prognóstico no tratamento primário, considerando fatores físicos e psicossociais, classificando-os em de baixo, médio e alto risco. **Objetivos:** Traduzir e adaptar transculturalmente o SBST para Língua Portuguesa do Brasil e testar a sua confiabilidade. **Método:** A primeira etapa consistiu na tradução, síntese, retro-tradução, revisão pelo grupo de tradução, pré-teste e avaliação dos documentos pelo Comitê. A versão pré-final foi aplicada em duas amostras de 52 pacientes cada, com dor lombar, de ambos os sexos e idade acima de 18 anos. Para verificação da confiabilidade intra-avaliador, foram realizadas duas entrevistas em outra amostra de 50 pacientes, e os resultados, analisados pelo Kappa ponderado quadrático. Também foram calculados a consistência interna, por meio do Alfa de Cronbach (n=105), e o erro padrão de medida (n=50). **Resultados:** O consenso foi atingido na tradução e retrotradução, e apenas o item 6 foi reformulado e reaplicado em outros 52 pacientes, os quais não tiveram dúvida. A confiabilidade foi de 0,79 (95% IC 0,63-0,95), a consistência interna para pontuação total foi de 0,74 e, para a subescala psicossocial, de 0,72, e o erro de padrão da medida foi de 1,9%. **Conclusão:** O SBST-Brasil traduzido e adaptado culturalmente mostrou-se confiável para triar pacientes em relação ao risco de mau prognóstico de tratamento, levando em consideração fatores psicossociais.

Palavras-chave: dor lombar; questionário; STarT Back Screening Tool; reabilitação; confiabilidade.

¹Núcleo de Estudos e Pesquisa, Instituto Wilson Mello, Campinas, SP, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP), Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil

³Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil

⁴Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé (UNIFEG), Guaxupé, MG, Brasil

Received: 01/28/2014 Revised: 03/25/2014 Accepted: 03/31/2014

* Resumo apresentado no IV Meeting Internacional Científico IBRAMED.

● Introdução

A dor lombar está entre os maiores problemas de saúde do mundo, predominando em mulheres e pacientes entre 40-80 anos. Cerca de 11,9% dos pacientes relatam limitação por causa da dor lombar por mais de um dia e 23,2%, por mais de um mês¹. A maioria dos pacientes com dor lombar aguda (90%) se recupera em seis semanas, porém de 2 a 7% dos pacientes permanecem sintomáticos e desenvolvem dor crônica, responsável por 75-85% de absenteísmo no trabalho². Além disso, 53% dos pacientes com dor lombar crônica em uma população específica apresentaram distúrbios psicológicos relevantes³.

A dor tem impactos emocionais e comportamentais que favorecem o desenvolvimento de condições crônicas⁴⁻⁶, e evidências mostram que fatores psicossociais, como a percepção do paciente sobre a resolução dos sintomas de dor lombar, a relação dele com outras doenças, a dificuldade de enfrentamento da doença, a falta de confiança em si próprio, a catastrofização e sintomas depressivos são preditores de disfunção e interferem no prognóstico da dor lombar⁷⁻¹². Identificar, no tratamento primário, aqueles pacientes que apresentam fatores psicossociais que possam influenciar o prognóstico^{2,7,8,13} auxilia em um tratamento mais específico e possibilita ao paciente entender melhor as consequências dos sinais e sintomas da dor lombar¹³.

Apesar disso, a influência dos fatores psicossociais não é completamente entendida e é insuficientemente considerada para auxiliar no tratamento, por isso a sua identificação na prática clínica permanece ainda como um desafio^{5,8}.

Portanto, a aplicação de um questionário que avalie fatores psicossociais e classifique pacientes com dor lombar auxilia na tomada de decisão durante o tratamento.

Hill et al.¹⁴ recentemente criaram um questionário denominado STarT (Subgroups Target Treatment) Back Screening Tool (SBST). Trata-se de um questionário desenvolvido na Língua Inglesa, que classifica o risco de mau prognóstico de pacientes com dor lombar e/ou lombociatalgia na presença de fatores físicos e psicossociais. O SBST tem sido indicado como preditor de disfunções futuras para pacientes com dor lombar no tratamento primário e tem mostrado confiabilidade teste- reteste e consistência interna aceitáveis¹⁵.

Vários estudos têm testado a efetividade do questionário SBST^{12,13,15-17}, e Hill et al.¹⁸ verificaram que os pacientes classificados e tratados de acordo com o SBST tiveram melhores resultados no questionário

de função Rolland Morris e, conseqüentemente, melhora na qualidade de vida, diminuição do uso de serviços de saúde e redução dos dias de afastamento do trabalho em relação a um grupo controle, não classificado da mesma forma.

Atualmente, há escassez de questionários que avaliem o risco de mau prognóstico de dor lombar em relação a fatores físicos e psicossociais no Brasil. Dessa forma, os objetivos do trabalho foram traduzir e adaptar transculturalmente o questionário SBST para a Língua Portuguesa do Brasil e analisar as propriedades psicométricas de confiabilidade por meio da confiabilidade intra-avaliador, da consistência interna e do erro padrão da medida, a fim de disponibilizar uma ferramenta confiável para a triagem de pacientes com dor lombar, possibilitando à fisioterapia ter uma abordagem diferenciada e com melhores condições para tomada de decisão clínica, no âmbito clínico ou de pesquisas.

● Método

Descrição do questionário SBST

O questionário SBST é constituído de nove itens, quatro são relacionados à dor referida, disfunção e comorbidades, como dor no ombro ou pescoço, e cinco itens compõem a subescala psicossocial (itens 5 a 9) referente a incômodo, catastrofização, medo, ansiedade e depressão^{12,14,15,18}. O SBST-Brasil adotou as modificações e ordem de questões usadas por Fritz et al.¹² e Hill et al.¹⁸, recomendada pelos autores originais para facilitar a classificação do paciente.

Os pacientes são classificados como sendo de alto risco (presença de alto nível de fatores psicossociais, com ou sem a presença de fatores físicos), médio risco (presença de fatores físicos e psicossociais, mas em níveis mais baixos que os pacientes classificados como de alto risco) e baixo risco de mau prognóstico (com presença de mínimos fatores físicos e psicossociais)^{12,18}.

Para pontuação e classificação do questionário, o paciente tem as opções de resposta “Concordo” e “Discordo” nos oito primeiros itens, com a primeira opção valendo um ponto, e a segunda opção valendo zero. Já o nono item apresenta cinco opções de resposta: “Nada, Pouco, Moderada, Muito, Extremamente”, sendo que a três primeiras opções são pontuadas como zero, e as duas últimas como um ponto cada. Se a pontuação total for entre 0-3 pontos, o paciente é classificado como de baixo

risco. Para valores maiores que 3 na pontuação total, considera-se então a pontuação da subescala psicossocial, composta pelas questões 5-9. Se a pontuação dessa subescala for ≤ 3 pontos, o paciente é classificado como de médio risco e, se for > 3 pontos, encaixa-se no grupo de alto risco^{12,14,18}. O esquema de classificação está ilustrado na Figura 1.

Tradução e adaptação transcultural

A adaptação transcultural do questionário SBST utilizou a metodologia descrita por Beaton et al.¹⁹. A autorização para esse processo foi obtida do autor da versão original, Dr. Jonathan Hill, da Universidade de Keele, Inglaterra. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC), Campinas, SP, Brasil, sob o parecer nº 150.139.

O processo de adaptação transcultural foi realizado com a versão modificada^{12,18}, e envolveu seis etapas: (1) tradução, (2) síntese, (3) retro-tradução, (4) revisão pelo Grupo de Tradução, (5) pré-teste e (6) avaliação dos documentos pelo Comitê de Especialistas.

Inicialmente, o questionário SBST, cuja versão original é na Língua Inglesa, foi traduzido para a Língua Portuguesa do Brasil por dois tradutores juramentados, independentes e bilíngues (T1 e T2), que tinham, como língua materna, o Português e fluência na Língua Inglesa, sendo que apenas um deles tinha conhecimento na área da saúde. Foram então criadas as versões T1 e T2 que, no segundo estágio de síntese, foram analisadas juntamente com o questionário original durante reunião dos tradutores iniciais com os pesquisadores, dando origem à versão T12.

Na etapa seguinte, a versão T12 foi retrotraduzida para a Língua Inglesa por outros dois tradutores bilíngues (RT1 e RT2), que não tinham conhecimento

da versão original do questionário. A língua materna era o Inglês, com fluência na Língua Portuguesa, pois residiam no Brasil.

No quarto estágio, efetuou-se uma revisão de todas as versões (original, T1, T2, T12, RT1 e RT2) pelo Grupo de Tradução, composto por um fisioterapeuta, dois médicos ortopedistas e todos os tradutores envolvidos no processo, o que consolidou todas as versões do questionário e chegou-se à versão pré-final do questionário SBST.

No quinto estágio, foi necessário realizar dois pré-testes da versão pré-final do questionário com o objetivo de eliminar qualquer item não compreendido por mais de 20% da amostra²⁰. E, no sexto estágio, todos os relatórios foram submetidos ao Comitê, avaliados por ele, e enviados ao autor original para aprovação da versão final.

Os pacientes, recrutados por conveniência no Instituto Wilson Mello, Campinas, SP, Brasil, apresentavam dor lombar independente do tempo de início da doença, com ou sem irradiação para os membros inferiores e idade maior que 18 anos.

Sujeitos que apresentavam patologias importantes (ex.: compressão da cauda equina, fratura da coluna lombar, malignidade, alterações cognitivas, neurológicas ou reumatológicas), gravidez, cirurgia lombar nos últimos seis meses e os que não sabiam ler ou falar a Língua Portuguesa do Brasil foram excluídos do estudo. Todos os pacientes que aceitaram participar dessa etapa e da confiabilidade assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e informaram dados demográficos, apresentados na Tabela 1. O questionário foi autoaplicado e, após responder à versão pré-final, cada paciente foi interrogado pelo pesquisador sobre a compreensão de cada questão e sugestões de melhoria para o questionário.

Propriedades psicométricas

Confiabilidade

Todas as propriedades do domínio de confiabilidade foram testadas, tais como confiabilidade intra-avaliador, consistência interna e erro padrão da medida²¹. A confiabilidade interavaliador não foi testada por ser um questionário autoaplicável sem interferência do avaliador.

Confiabilidade intra-avaliador

A análise da confiabilidade intra-avaliador do questionário SBST-Brasil foi realizada por duas entrevistas em uma nova amostra composta por

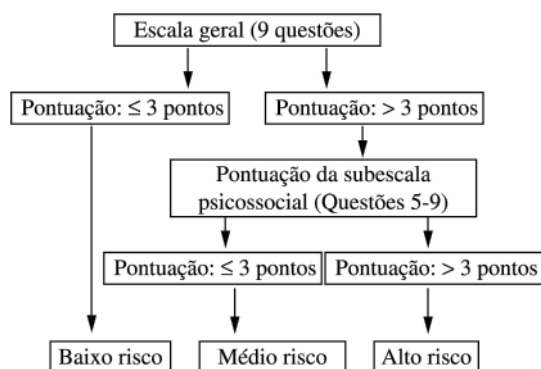


Figura 1. Fluxo de pontuação do questionário SBST^{12,14,18}.

Tabela 1. Dados demográficos dos sujeitos envolvidos no estudo em todas as etapas.

Dados demográficos	Pré-teste I (n=52)	Pré-teste II (n=52)	Confiabilidade intra-avaliador EPM (n=50)	Consistência interna (n=105)
Idade (anos), média (DP)	48,87 (16,1)	50,1 (19,3)	48 (14,5)	47,8 (14,2)
Sexo, n (%)				
Masculino	18 (34%)	24 (46%)	23 (46%)	55 (52%)
Feminino	34 (66%)	28 (54%)	27 (54%)	50 (48%)
IMC, média (DP)			25,35 (3,6)	26,3 (4,5)
Escolaridade, n (%)				
Ensino fundamental	17 (32,6%)	16 (30,7%)	0 (0%)	26 (24,7%)
Ensino médio	33 (63,4%)	31 (59,6%)	15 (30%)	46 (43,8%)
Ensino superior	2 (4%)	5 (9,7%)	35 (70%)	33 (31,5%)
EAN, média (DP)			5,6 (1,9)	5,5 (2,2)
SBST- Brasil, média (DP)			2,64 (2,16)	4,1 (2,2)
Baixo risco, n (%)			26 (52%)	53 (50%)
Médio risco, n (%)			17 (34%)	28 (26%)
Alto risco, n (%)			7 (14%)	24 (24%)

EAN: escala de avaliação numérica da dor; EPM: erro padrão de medida; DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corpórea.

50 pacientes com dor lombar não específica, segundo recomendação do COSMIN²¹. Eles foram recrutados por conveniência no Serviço de Fisioterapia do Instituto Wilson Mello, Campinas, SP, Brasil.

As duas entrevistas tiveram intervalo de dois a sete dias, dependendo da disponibilidade do paciente. Em todas as entrevistas, foram aplicados o questionário SBST-Brasil e a Escala de Avaliação Numérica da Dor (EAN)²². Foram considerados apenas os pacientes estáveis, ou seja, os que apresentaram variações iguais ou menores que 2 pontos na EAN entre as duas entrevistas, já que esse valor é considerado a mínima diferença clinicamente importante (MDCI) em pacientes com dor lombar crônica²³. Os pacientes com variação na EAN maior que 2 pontos ou que não compareceram para a segunda entrevista foram excluídos do estudo.

Consistência interna

Foi realizado um estudo piloto e aplicado o questionário SBST-Brasil em 105 pacientes com dor lombar para testar a consistência interna utilizando o Alfa de Cronbach. Os resultados iniciais foram abaixo do aceitável²¹, 0,59 para a pontuação total e 0,51 para a subescala psicossocial. Ao se analisarem as características dos primeiros 105 pacientes, observou-se que eles apresentavam heterogeneidade em relação à escolaridade (9% fundamental, 20% ensino médio e 71% ensino superior completo) e aos grupos de classificação de risco do questionário

(40% baixo risco, 43% médio risco e 17% alto risco). Portanto, uma nova amostra de pacientes (n=105) foi avaliada para testar a consistência interna com maior homogeneidade da amostra quanto à escolaridade (24,7% fundamental, 43,8% ensino médio e 31,5% ensino superior completo) e à classificação de risco (50% baixo risco, 26% médio risco e 24% alto risco).

Erro Padrão da Medida (EPM)

Para esse cálculo, foi considerada a mesma amostra da análise de confiabilidade da primeira entrevista. Essa medida mostra apenas um erro de medida e não mudanças verdadeiras no resultado do questionário²⁴.

Análise estatística

O resultado da confiabilidade intra-avaliador foi obtido pelo Coeficiente Kappa ponderado quadrático acompanhado do intervalo de confiança (IC) de 95%, e os valores de confiabilidade foram classificados, segundo Sim e Wright²⁵, como pobre (≤ 0), leve (0,01 a 0,2), fraco (0,21 a 0,40), modesto (0,41 a 0,60), moderado (0,41 a 0,60), substancial (0,61 a 0,80) e quase perfeito (0,81 a 1,0), sendo esperado encontrar valores iguais ou maiores que 0,70 para confiabilidade do SBST, conforme sugerido pelo COSMIN²¹. As análises foram feitas com o programa SAS (versão 9.2).

Os dados da consistência interna foram avaliados pelo Alfa de Cronbach, e os valores aceitáveis deveriam estar entre 0,70 e 0,95²⁴.

O EPM foi calculado pela fórmula: $EPM_{95} = 1,96 * DP * \sqrt{(1 - Kappa_{test-retest})}$, associado a um nível de confiança de 95%²⁶. O resultado foi considerado como muito bom, se menor ou igual a 5%; bom, se entre 5,1% e 10%; questionável, se entre 10,1% e 20%, e fraco, se acima de 20,1%²⁷.

Resultados

As características demográficas dos pacientes envolvidos nas diferentes fases do estudo são apresentadas na Tabela 1.

Adaptação transcultural

A adaptação transcultural inicial do questionário SBST para a Língua Portuguesa produziu versões bastante semelhantes, com pequenas diferenças entre as traduções T1 e T2. A Tabela 2 demonstra como essas diferenças foram solucionadas. Dessa forma, foram concluídas a primeira e a segunda etapas do processo de adaptação cultural, definindo-se a versão T12.

A etapa de retrotradução revelou que as versões RT1 e RT2 eram muito semelhantes entre si e bastante

equivalentes à versão original do questionário SBST, demonstrando a adequação da versão T12 à obtenção da versão pré-final.

O primeiro pré-teste revelou a necessidade de alteração apenas do sexto item do questionário: “Tenho ficado preocupado por muito tempo”, que não foi compreendido por mais de 20% dos indivíduos²⁰. Após a revisão do Grupo de Tradução e seguindo a sugestão do próprio autor, a adaptação do sexto item foi alterada para: “Tenho ficado preocupado por muito tempo por causa da minha dor nas costas”. Depois de alterado, o segundo pré-teste não apresentou dúvidas, e ficou definida a versão brasileira final do questionário SBST, que se encontra em Anexo 1.

Confiabilidade

A análise da confiabilidade intra-avaliador foi considerada substancial²⁵ para os valores de classificação, com valor acima de 0,70, que é o mínimo necessário²¹.

O questionário SBST-Brasil também apresentou valores de consistência interna aceitáveis (0,74 para pontuação total e 0,72 para subescala psicossocial) e um EPM considerado muito bom. Tais resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Modificações do processo de tradução do questionário SBST- Brasil.

ITEM	VERSÃO ORIGINAL	T 1	T 2	T 12
3	I have only walked short distance.	Evito andar longas distâncias.	Eu somente andei curtas distâncias.	Eu evito andar longas distâncias.
4	I have dressed more slowly than usual.	Demora para eu me vestir.	Tenho me vestido mais lentamente que o habitual.	Tenho me vestido mais devagar.
5	It's really not safe for a person with a condition like mine to be physically active.	A atividade física é perigosa para as pessoas com a minha doença.	Não é realmente seguro para uma pessoa com uma condição como a minha para ser fisicamente ativo.	A atividade física não é realmente segura para uma pessoa com um problema como o meu.
6	Worrying thoughts have been going through my mind a lot of the time.	Fico preocupado frequentemente.	Pensamentos preocupantes têm passando na minha mente.	Tenho ficado preocupado por muito tempo.

Tabela 3. Valores encontrados para confiabilidade intra-avaliador (n=50), consistência interna (n=105) e EPM (n=50) do questionário SBST-Brasil.

	Classificação Baixo/ Médio/ Alto risco (95% IC)	Pontuação total	Pontuação da subescala psicossocial
Confiabilidade intra-avaliador (Kappa ponderado quadrado)	0,79 (0,63-0,95)		
Consistência Interna		0,74	0,72
EPM (%)		1,9	

EPM: erro padrão de medida.

● Discussão

Para assegurar a aplicação de questionários estrangeiros na população brasileira, são necessárias adaptações transculturais de forma sistematizada e criteriosa para a Língua Portuguesa do Brasil. O processo de adaptação transcultural dos questionários específicos não é simples, visto que não somente a língua é o diferencial entre os países, mas também as diferenças culturais devem ser consideradas para que seja mantida a validade e a confiabilidade do instrumento^{19,26}. Por isso, o processo de adaptação transcultural foi cuidadoso, procurando manter a equivalência semântica, idiomática e conceitual, sem perder os conceitos originais²⁸. A única questão que apresentou dúvida foi a 6, e a modificação realizada foi sugerida pelo autor da escala para atender ao princípio da formulação da questão; foi aprovada pelo Comitê de Especialistas e, quando reaplicada em nova amostra, não apresentou mais dúvidas.

O questionário SBST-Brasil é o primeiro questionário brasileiro com o objetivo de triar e classificar os pacientes com dor lombar em relação ao risco de mau prognóstico no tratamento fisioterapêutico por influência de fatores psicossociais. A versão original do SBST também foi traduzida para outras línguas, como o Espanhol, Francês, Dinamarquês, Árabe, Holandês, Alemão, Italiano, Polonês, Norueguês, Mandarim, Japonês, Italiano, Sueco, Turco, Urdu, Galês, Iorubá²⁹, porém ainda não existia nenhuma adaptação à Língua Portuguesa do Brasil.

A confiabilidade intra-avaliador do SBST-Brasil, testada pelo Kappa ponderado quadrático, revelou um resultado aceitável de 0,79 (95% CI 0,63-0,95) em relação ao resultado de classificação e próximo aos valores do questionário original¹⁴, 0,73 (95% IC 0,57-0,84), para pontuação total, e 0,76 (95% IC 0,52-0,89) para subescala psicossocial.

Os dados de consistência interna da versão final foram maiores que 0,70 (0,74 para pontuação total e 0,72 para subescala psicossocial). Esses valores são semelhantes aos apresentados na versão original¹⁴ (0,79 para pontuação total e 0,74 para subescala psicossocial) e também nas versões francesa³⁰ (0,74 para pontuação da subescala psicossocial) e iraniana³¹ (0,82 para pontuação total e 0,79 para a subescala psicossocial), todas recomendadas para aplicação na prática clínica e em pesquisas. Até o presente, apenas essas duas versões relataram a consistência interna, e as amostras utilizadas nesses estudos não foram tão abrangentes em diagnósticos clínicos como

no presente trabalho. Por outro lado, nesta versão brasileira, os valores aceitáveis foram conseguidos em uma amostra de pacientes com variados diagnósticos, como dor lombar crônica inespecífica, pós-cirúrgica, com ou sem artrodese, pacientes com espondilolistese, estenose foraminal, estenose central degenerativa e, portanto, representativa do ambiente clínico fisioterapêutico. Apesar da variedade de diagnósticos, a amostra foi mais bem distribuída nos diferentes níveis de escolaridade e de classificação de risco. No estudo piloto prévio, conduzido para testar a consistência interna, a amostra possuía pouca representatividade de indivíduos com risco alto e com baixa escolaridade, e a consistência interna resultante foi menor que 0,70 (0,59 para pontuação total e 0,51 para subescala psicossocial). A melhor representatividade da amostra deu-se pela distribuição mais homogênea das características de risco e escolaridade, o que permite, portanto, afirmar que o SBST-Brasil pode ser utilizado com boa consistência interna em diferentes quadros clínicos da dor lombar.

Outro aspecto a ser discutido quanto aos valores de consistência interna do SBST-Brasil é que ele enfatiza a avaliação de aspectos psicossociais de enfrentamento que podem ser fortemente influenciados pelo perfil psicossocial da amostra. Estudos futuros podem verificar se os valores de consistência se mantêm aceitáveis em grupos de mesmo estrato, seja do quadro clínico, seja do diagnóstico, seja sociocultural.

O valor do EPM do SBST-Brasil foi classificado como muito bom²⁷ e indica que a pontuação real do indivíduo pode variar 1,9% acima ou abaixo da pontuação obtida no questionário, o que não demonstra mudanças reais no quadro do paciente e, sim, apenas um erro de medida.

O domínio da confiabilidade demonstrou bons resultados e muito similares aos da versão original, fazendo do SBST-Brasil um questionário confiável para ser aplicado na população brasileira.

O uso dessa ferramenta resulta em diferenças importantes no padrão de tratamento primário de diferentes grupos de pacientes com dor lombar¹⁸. Pacientes classificados como de alto risco apresentam um prognóstico desfavorável por causa da presença de fatores psicossociais e podem não ter acesso a um tratamento específico, que inclui abordagem física e psicossocial, com princípios cognitivos e comportamentais, e, por isso, podem não evoluir adequadamente. Apesar de os pacientes classificados

como de médio risco não terem um prognóstico tão desfavorável quanto os pacientes de alto risco, também precisam de tratamento de fisioterapia, principalmente pelos sintomas físicos. Por outro lado, pacientes classificados como de baixo risco têm um bom prognóstico, beneficiando-se de orientações em relação aos sintomas de dor lombar e hábitos, não sendo necessário acompanhamento fisioterapêutico frequente. Com isso, nota-se que, com essa ferramenta, é possível ao fisioterapeuta definir, de forma mais adequada, qual a melhor abordagem a ser empregada no tratamento.

Ao comparar a decisão dos clínicos e a efetividade do questionário SBST em identificar pacientes que precisam de uma abordagem específica, Hill et al.¹⁷ observaram que os resultados demonstraram concordância ruim entre o grupo avaliado pelos clínicos e o grupo avaliado pelo questionário. Esse último grupo teve resultados melhores que o grupo avaliado pelos clínicos, mostrando a dificuldade que os clínicos enfrentam em identificar pacientes com alto risco de mau prognóstico. O questionário SBST ajuda a identificar pacientes que necessitam de cuidados especiais, sendo um complemento importante para a avaliação clínica.

No entanto, o questionário apresenta limitações, como a falha em identificar problemas psicossociais em pacientes que não relatam sintomas de dor, além de não especificar preferências, expectativas e histórias prévias de tratamento¹⁷. Apesar de útil para a triagem de pacientes com dor lombar, o monitoramento do quadro clínico deve ser feito com outros questionários, como o FABQ e TKS-11¹⁵.

O SBST mostrou-se uma ferramenta útil para que a triagem inicial dos pacientes com dor lombar melhore a abordagem terapêutica e também auxilie na realização de estudos clínicos com pacientes com dor lombar. Além disso, a partir deste estudo, também é possível verificar outras propriedades psicométricas desse questionário.

● Conclusão

O processo de tradução e adaptação transcultural do SBST para a Língua Portuguesa do Brasil foi realizado de forma satisfatória, gerando a versão SBST-Brasil, que se mostrou confiável para a utilização no país, auxiliando no tratamento primário de dor lombar ao triar pacientes em relação ao risco de mau prognóstico de tratamento, levando em consideração fatores psicossociais.

● Referências

1. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum.* 2012;64(6):2028-37. <http://dx.doi.org/10.1002/art.34347>. PMID:22231424
2. van Tulder M, Becker A, Bekkering T, Breen A, del Real MT, Hutchinson A, et al. Chapter 3. European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *Eur Spine J.* 2006;15(S2, Suppl 2):S169-91. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-006-1071-2>. PMID:16550447
3. Apeldoorn AT, Bosselaar H, Ostelo RW, Blom-Luberti T, van der Ploeg T, Fritz JM, et al. Identification of patients with chronic low back pain who might benefit from additional psychological assessment. *Clin J Pain.* 2012;28(1):23-31. <http://dx.doi.org/10.1097/AJP.0b013e31822019d0>. PMID:21677570
4. Nicholas MK. Depression in people with pain: There is still work to do. Commentary on 'Understanding the link between depression and pain'. *Scandinavian Journal of Pain.* 2011;2(2):45-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjpain.2011.02.003>.
5. Linton SJ, Shaw WS. Impact of psychological factors in the experience of pain. *Phys Ther.* 2011;91(5):700-11. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20100330>. PMID:21451097
6. Nicholas MK. Mental disorders in people with chronic pain: an international perspective. *Pain.* 2007;129(3):231-2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2007.03.011>. PMID:17451878
7. Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klaber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J.* 2006;15(S2, Suppl 2):S192-300. <http://dx.doi.org/10.1007/s00586-006-1072-1>. PMID:16550448
8. Nicholas MK, Linton SJ, Watson PJ, Main CJ, and the "Decade of the Flags" Working Group. Early identification and management of psychological risk factors ("yellow flags") in patients with low back pain: a reappraisal. *Phys Ther.* 2011;91(5):737-53. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20100224>. PMID:21451099
9. Pincus T, Burton AK, Vogel S, Field AP. A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(5):E109-20. <http://dx.doi.org/10.1097/00007632-200203010-00017>. PMID:11880847
10. Hill JC, Fritz JM. Psychosocial influences on low back pain, disability, and response to treatment. *Phys Ther.* 2011;91(5):712-21. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20100280>. PMID:21451093
11. Foster NE, Thomas E, Bishop A, Dunn KM, Main CJ. Distinctiveness of psychological obstacles to recovery in low back pain patients in primary care. *Pain.* 2010;148(3):398-406. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2009.11.002>. PMID:20022697
12. Fritz JM, Beneciuk JM, George SZ. Relationship between categorization with the STarT Back Screening Tool and prognosis for people receiving physical therapy for low back pain. *Phys Ther.* 2011;91(5):722-32. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20100109>. PMID:21451094
13. Main CJ, Sowden G, Hill JC, Watson PJ, Hay EM. Integrating physical and psychological approaches to treatment in low

- back pain: the development and content of the STarT Back trial's 'high-risk' intervention (StarT Back; ISRCTN 37113406). *Physiotherapy*. 2012;98(2):110-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2011.03.003>. PMID:22507360
14. Hill JC, Dunn KM, Lewis M, Mullis R, Main CJ, Foster NE, et al. A primary care back pain screening tool: identifying patient subgroups for initial treatment. *Arthritis Rheum*. 2008;59(5):632-41. <http://dx.doi.org/10.1002/art.23563>. PMID:18438893
 15. Beneciuk JM, Bishop MD, Fritz JM, Robinson ME, Asal NR, Nisenzon AN, et al. The STarT back screening tool and individual psychological measures: evaluation of prognostic capabilities for low back pain clinical outcomes in outpatient physical therapy settings. *Phys Ther*. 2013;93(3):321-33. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20120207>. PMID:23125279
 16. Wideman TH, Hill JC, Main CJ, Lewis M, Sullivan MJL, Hay EM. Comparing the responsiveness of a brief, multidimensional risk screening tool for back pain to its unidimensional reference standards: the whole is greater than the sum of its parts. *Pain*. 2012;153(11):2182-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2012.06.010>. PMID:22800410
 17. Hill JC, Vohora K, Dunn KM, Main CJ, Hay EM. Comparing the STarT back screening tool's subgroup allocation of individual patients with that of independent clinical experts. *Clin J Pain*. 2010;26(9):783-7. <http://dx.doi.org/10.1097/AJP.0b013e3181f18aac>. PMID:20842014
 18. Hill JC, Whitehurst DGT, Lewis M, Bryan S, Dunn KM, Foster NE, et al. Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2011;378(9802):1560-71. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60937-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60937-9). PMID:21963002
 19. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(24):3186-91. <http://dx.doi.org/10.1097/00007632-200012150-00014>. PMID:11124735
 20. Nusbaum L, Natour J, Ferraz MB, Goldenberg J. Translation, adaptation and validation of the Roland-Morris questionnaire—Brazil Roland-Morris. *Braz J Med Biol Res*. 2001;34(2):203-10. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2001000200007>. PMID:11175495
 21. Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, et al. The COSMIN study reached international consensus on taxonomy, terminology, and definitions of measurement properties for health-related patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol*. 2010;63(7):737-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.02.006>. PMID:20494804
 22. Salaffi F, Sarzi-Puttini P, Ciapetti A, Atzeni F. Clinimetric evaluations of patients with chronic widespread pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2011;25(2):249-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.berh.2011.01.004>. PMID:22094200
 23. Lauridsen HH, Hartvigsen J, Manniche C, Korsholm L, Grunnet-Nilsson N. Responsiveness and minimal clinically important difference for pain and disability instruments in low back pain patients. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7(1):82. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-7-82>. PMID:17064410
 24. Terwee CB, Bot SDM, de Boer MR, van der Windt DA, Knol DL, Dekker J, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol*. 2007;60(1):34-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.03.012>. PMID:17161752
 25. Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Phys Ther*. 2005;85(3):257-68. PMID:15733050.
 26. Beaton DE. Understanding the relevance of measured change through studies of responsiveness. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(24):3192-9. PMID:11124736
 27. Magalhães MO, Costa LO, Ferreira ML, Machado LA. Clinimetric testing of two instruments that measure attitudes and beliefs of health care providers about chronic low back pain. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(3):249-56. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-3552011000300012>. PMID:21829990
 28. Marcondes FB, Vasconcelos RA, Marchetto A, Andrade ALL, Zoppi Filho A, Etchebehere M. Tradução e adaptação cultural do Rowe Score para a língua portuguesa. *Acta Ortop Bras*. 2012;20(6):346-50. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-78522012000600007>. PMID:24453630
 29. Keele.ac.uk. North Staffordshire: The STarT Back Screening tool website [Internet]. 2013 [cited 2013 Março 27]. Available from: <http://www.keele.ac.uk/sbst/translatedversions/>.
 30. Bruyère O, Demoulin M, Beaudart C, Hill JC, Maquet D, Genevay S, et al. Validity and reliability of the French Version of the STarT back screening tool for patients with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(2):E123-8. <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0000000000000062>. PMID:24108286
 31. Azimi P, Shahzadi S, Azhari S, Montazeri A. A validation study of the Iranian version of STarT Back Screening Tool (SBST) in lumbar central canal stenosis patients. *J Orthop Sci*. 2014;19(2):213-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00776-013-0506-y>. PMID:24343300

Correspondence

Bruna Pilz

Instituto Wilson Mello, Fisioterapia
 Rua José Rocha Bonfim, 214, Ed. Chicago, 1º andar,
 Condomínio Praça Capital, Santa Genebra
 CEP 13080-650, Campinas, SP, Brasil
 e-mail: bruna@iwello.com.br

Anexo 1. STarT Back Screening Tool- Brasil (SBST-Brasil).

Pensando nas duas últimas semanas, assinale sua resposta para as seguintes perguntas:

	Discordo (0)	Concordo (1)
1. A minha dor nas costas se espalhou pelas pernas nas duas últimas semanas.	()	()
2. Eu tive dor no ombro e/ou na nuca pelo menos uma vez nas últimas duas semanas.	()	()
3. Eu evito andar longas distâncias por causa da minha dor nas costas.	()	()
4. Nas duas últimas semanas, tenho me vestido mais devagar por causa da minha dor nas costas.	()	()
5. A atividade física não é realmente segura para uma pessoa com um problema como o meu.	()	()
6. Tenho ficado preocupado por muito tempo por causa da minha dor nas costas.	()	()
7. Eu sinto que minha dor nas costas é terrível e que nunca vai melhorar.	()	()
8. Em geral, eu não tenho gostado de todas as coisas como eu costumava gostar.	()	()
9. Em geral, quanto a sua dor nas costas o incomodou nas duas últimas semanas () Nada (0) () Pouco (0) () Moderado (0) () Muito(1) () Extremamente(1)		

Pontuação total (9 itens): _____ Subescala psicossocial (5-9 itens): _____

Early and current physical activity: relationship with intima-media thickness and metabolic variables in adulthood

Manoel C. S. Lima^{1,2}, Maurício F. Barbosa³, Tiego A. Diniz²,
Jamile S. Codogno², Ismael F. Freitas Júnior^{1,2}, Rômulo A. Fernandes^{1,2}

ABSTRACT | Background: It is unclear whether early physical activity has a greater influence on intima-media thickness and metabolic variables than current physical activity. **Objective:** To analyze the relationship between current and early physical activity, metabolic variables, and intima-media thickness measures in adults. **Method:** The sample was composed of 55 healthy subjects of both sexes (33 men and 22 women). Total body fat and trunk fat were estimated by dual-energy X-ray absorptiometry. Carotid and femoral intima-media thickness were measured using a Doppler ultrasound device. A 12-hour fasting blood sample collection was taken (fasting glucose and lipid profile). Early physical activity was assessed through face-to-face interview, and the current physical activity was assessed by pedometer (Digi-Walker Yamax, SW200), which was used for a period of seven days. **Results:** Current physical activity was negatively related to total cholesterol ($\rho=-0.31$), while early physical activity was negatively related to triglycerides ($\rho=-0.42$), total cholesterol ($\rho=-0.28$), very low density lipoprotein ($\rho=-0.44$), and carotid intima-media thickness ($\rho=-0.50$). In the multivariate model, subjects engaged in sports activities during early life had lower values of very low density lipoprotein ($b=-8.74$ [$b_{95\%CI}=-16.1; -1.47$]) and carotid intima-media thickness ($b=-0.17$ [$95\%CI: -0.28; -0.05$]). **Conclusion:** Early physical activity has a significant influence on carotid intima-media thickness, regardless of the current physical activity.

Keywords: maintenance of physical activity; physical activity; atherosclerosis; insulin resistance; movement.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Lima MCS, Barbosa MF, Diniz TA, Codogno JS, Freitas Júnior IF, Fernandes RA. Early and current physical activity: relationship with intima-media thickness and metabolic variables in adulthood. *Braz J Phys Ther.* 2014 Sept-Oct; 18(5):462-469. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0040>

● Introduction

In the last decades, the occurrences of obesity and cardiovascular diseases have increased among adults¹. Similarly, the burden of these outcomes on healthcare costs has increased dramatically². It is recognized that obesity and metabolic variables are related to the increase in the intima-media thickness of blood vessels³⁻⁵. Therefore, in clinical settings, vessel intima-media thickness has been used as a tool to screen for vascular injury⁶ and cardiovascular diseases⁷. Moreover, greater carotid intima-media thickness (CIT) is related to stroke, myocardial infarction⁸, and atherosclerosis^{9,10}.

In contrast, greater current physical activity has been associated with lower mortality and increased

life expectancy¹¹, as well as lower CIT^{12,13}. In hypertensive subjects, physical activity attenuates CIT progression, which is explained in part by the reduction in cardiovascular risk factors¹⁴.

It has been documented that early physical activity (its maintenance during childhood and adolescence) seems to prevent cardiovascular and metabolic outcomes in adulthood^{15,16}. However, it is unclear whether early physical activity has a greater influence on intima-media thickness and metabolic variables than current physical activity. Thus, the purpose of this study was to analyze the relationship between current/early physical activity, metabolic variables, and intima-media thickness measures in adults.

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, Brazil

²Grupo de Investigação Científica Relacionada a Atividade Física (GICRAF), Laboratório de Investigação em Exercício (LIVE), Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, SP, Brazil

³Programa de Pós-Graduação em Radiologia, Departamento de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brazil

Received: 02/20/2014 Revised: 04/02/2014 Accepted: 04/25/2014

● Method

Subjects

The present study includes the baseline measures of a cohort study “Maintenance of physical activity throughout life and vascular stiffness in adults: cross-sectional analysis and cohort of 12 months”, which is being conducted in Presidente Prudente, SP, Brazil (from 2013 to 2014). In this cohort study, the following inclusion criteria were adopted: (i) age between 30 and 50 years; (ii) no previous history of stroke or myocardial infarction; (iii) no amputation or visual problems related to diabetes mellitus (there were no diabetic subjects); (iv) no physical limitation that would affect physical activity; (v) classification as either persistently active (at least one year of supervised sports practice outside school in both childhood [age 7 to 10] and adolescence [age 11 to 17]) or persistently sedentary (no supervised sports practice outside school in both childhood and adolescence); and (vi) informed consent.

In the selected sample, there were two hypertensive subjects under medical treatment (beta blocker), while 18.2% (n= 10) reported the use of either statins or other medication. Among subjects with either hypertension or dyslipidemia there was no simultaneous use of two or more drugs (combination therapy). In additional analyses, there was no significant relationship between medicine use and the metabolic/cardiovascular variables and, therefore, these subjects were maintained in the sample.

The researcher responsible for the cohort study contacted fitness clubs of the city and also contacted the Human Resources Sector of the University to identify and contact eligible candidates to participate in the cohort. In the presented study, the sample was composed of 55 subjects of both sexes who fulfilled all inclusion criteria and, thus, were invited to participate in this study. All study procedures were approved by the Ethical Research Group of Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, SP, Brazil (approval n° 173.571/2012), and all subjects signed an informed consent form.

Anthropometry and body composition

Body weight was measured using a digital scale (Filizola, PL-200, to the nearest 0.1 Kg) and height was measured with a wall-mounted stadiometer (to the nearest 0.1 cm) with a maximum length of 220 cm (Sanny, Standard ES2030). Body mass index (BMI [Kg/m²]) was calculated by the use of body weight and height values. Waist circumference was measured in centimeters (cm) using a metallic tape.

All anthropometric measures were made in a reserved room following standard methods.

Total body and trunk fat were estimated by a Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) scanner (Lunar DPX-NT; General Electric Healthcare, Little Chalfont, Buckinghamshire, UK), version 4.7. All participants were in light clothing, with no shoes or metal belongings on the body, and in supine throughout the examination (approximately 15 minutes). Total body and trunk fat were expressed in percentage values by the DEXA software. All measurements were carried out at the University laboratory in a controlled temperature room. Each morning, before the beginning of the measurements, the DEXA was calibrated by the same researcher, according to the references provided by the manufacturer.

Intima-media thickness measurement

To measure the carotid and femoral intima-media thickness (CIT and FIT, respectively), we used a Doppler ultrasound device (Toshiba Xario, SSA-660A). All tests were performed at a hospital in morning (between 8 and 11 am), and analyses were performed by a medical doctor specializing in diagnostic imaging. The procedures adopted for the examinations followed the recommendations of the Brazilian Society of Radiology¹⁷. Prior to the examination, all subjects were at rest, lying in a supine position in a quiet room and acclimatized. To measure CIT, the neck was positioned in hyperextension and slightly inclined at 45°. The measurements were taken from the posterior wall of the artery, farthest from the transducer, manually and with the caliper method. Three measurements of CIT and FIT were obtained in the stretch of 15 mm free of plaques, where the pattern is clearly observed. For analysis of the results, we considered the mean values in millimeters (mm) of each artery.

Blood samples

All blood sample collections and biochemical analyses were done in a private laboratory, which meets the standardization criteria of quality control adopted by the Brazilian Health Ministry. A 12-hour fasting blood sample collection was taken. Samples were collected in vacuum tubes containing gel with anticoagulant. Then the blood was centrifuged for 10 minutes at 3,000 rpm. To measure fasting glucose, total cholesterol (TC), triglycerides (TG), very low density lipoprotein cholesterol (VLDL-C), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), and high density lipoprotein cholesterol (HDL-C),

an enzymatic colorimetric kit processed in an Autohumalyzer A5 unit was used¹⁸.

To obtain glycated hemoglobin (HbA_{1c}), blood was collected under vacuum in sealed tubes containing ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) as lyophilized anticoagulant. The determination of the glycated hemoglobin was performed in primary tube by high performance liquid chromatography (HPLC) equipment in D10 - Hemoglobin A1C Testing System (Bio-Rad®, France). HPLC is a standardized methodology for HbA_{1c} determination, certified by the National Glycohemoglobin Standardization Program (NGSP) traceability of analytical performance with the reference methods Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) and United Kingdom Prospective Diabetes Study Group (UKPDS)^{19,20}.

Early and current physical activity

Early physical activity was assessed using two questions^{15,16}: (i) “Outside school, did you engage in any organized/supervised sport activities in clubs for at least 1 year between the ages of 7 and 10 years?” and (ii) “Outside school, did you engage in any organized/supervised sport activities in clubs for at least 1 year between the ages of 11 and 17 years?” Other physical activities, such as dance modalities (e.g. ballet), were also included. Subjects were classified as persistently active (sports practice in both childhood and adolescence [n=45]) or persistently sedentary (no sports practice in both childhood and adolescence [n=10]).

Current physical activity was assessed by pedometer (Digi-Walker Yamax, SW200). The pedometer was fixed laterally at the hip and taken off only during periods of sleep, activities in the pool, and during shower. The pedometer was used for a period of seven days. At the end of each day, the subjects recorded the number of steps taken throughout the day. In the morning, to begin collecting the data, the “reset” button was pushed to zero out the equipment. The mean values of steps in the week were assigned as the level of current physical activity, and the sample was stratified as either physically active ($\geq 10,000$ steps/day [n=21]) or sedentary (<10,000 steps/day [n=34])²¹.

Potential confounders

Face-to-face interview was used to assess the regular use of anti-hypertensive drugs, lipid-lowering drugs, and anti-diabetic drugs (statistical analysis was carried out using the number of drugs reported). Additionally, resting systolic and diastolic blood pressures (SBP and DBP, respectively) were

measured at rest in a seated position after at least 10 minutes of rest. Medicine use and blood pressure measures were used as potential confounders, and multivariate models were adjusted by both variables.

Statistical analysis

Several variables presented non-parametric distribution and, thus, median and interquartile range (IR) were used as descriptive statistics. Mann-Whitney’s test compared fat, metabolic, and cardiovascular variables according to current and early physical activity. Spearman’s rank-order correlation (ρ) analyzed the relationship between CIT/FIT and independent variables (Spearman’s rank order correlation was used even in dataset with normal distribution). Finally, the linear regression model was used (expressed as beta values [b] and 95% confidence interval [$b_{95\%CI}$]), in which the statistically significant relationships in the multivariate model were adjusted simultaneously for potential confounders (sex, age, body fat, blood pressure, medicine use, and trunk fat). All analysis were performed by the statistical software BioEstat (release 5.0 [BioEstat, Tefê, Amazonas]), and the statistical significance was set at p -value <0.05.

Results

The sample was composed of 33 men and 22 women (Table 1). In the overall sample, the prevalence of insufficient current physical activity was 38.2% (n=21) and only 18.2% (n=10) of the sample reported no sports practice during childhood and adolescence. Regarding current physical activity, only body fat (p -value=0.025) and trunk fat (p -value=0.046) were statistically different. Total cholesterol had marginal significance (p -value=0.050).

Adults who engaged in sports practice during childhood and adolescence had lower body fat (p -value=0.001), trunk fat (p -value=0.001), triglycerides (p -value=0.002), total cholesterol (p -value=0.036), and VLDL-C (p -value=0.001) than non-engaged adults (Table 2). Moreover, CIT was significantly lower in persistently active adults (p -value=0.001). Current physical activity was also increased in adults engaged in sports practice during childhood and adolescence (p -value=0.001).

Regarding medicine use, lowering lipid drugs was negatively related to FIT (ρ =-0.30; p -value=0.024), but not CIT (ρ =-0.11; p -value=0.412). Metabolic variables were not related to medicine use. Current

Table 1. General characteristics of the sample stratified by current physical activity (Brazil, n=55).

Variables	≥10,000 steps/day (n=21)	<10,000 steps/day (n=34)	p-value
	Median (IR)	Median (IR)	
M/F	14 / 7	19 / 15	
Age (years)	37.9 (6.3)	38.9 (12.4)	0.132
Body weight (Kg)	77.6 (12.5)	74.9 (19.9)	0.856
Height (cm)	173.5 (11.1)	174.2 (18.7)	0.829
BMI (Kg/m ²)	24.5 (6.2)	24.6 (5.3)	0.822
WC (cm)	80.5 (11.7)	82.3 (15.6)	0.456
Body fat (%)	23.1 (9.5)	29.6 (10.3)	0.025
Trunk fat (%)	27.8 (8.3)	33.1 (12.1)	0.046
Glucose (mg/dL)	89.6 (9.9)	89.3 (8.5)	0.842
Triglycerides (mg/dL)	77.1 (43.6)	98.1 (72.2)	0.194
Total cholesterol (mg/dL)	184.7 (49.6)	203.5 (58.8)	0.050
HDL-C (mg/dL)	50.8 (9.3)	53.1 (16.1)	0.253
LDL-C (mg/dL)	118.4 (42.1)	130.1 (40.6)	0.163
LDL-C/HDL-C (mg/dL)	2.34 (1.2)	2.34 (1.2)	0.579
VLDL-C (mg/dL)	15.4 (8.7)	19.6 (14.4)	0.103
HbA _{1c} (mmol/mol)	5.3 (0.5)	5.3 (0.6)	0.747
CIT (mm)	0.60 (0.09)	0.66 (0.14)	0.078
FIT (mm)	0.48 (0.06)	0.51 (0.10)	0.138
Steps/day	11,906.1 (1718)	8,286.1 (2136)	0.001
SBP (mmHg)	110 (20)	111 (20)	0.810
DBP (mmHg)	80 (10)	81 (10)	0.529

M= male; F= female; BMI= body mass index; WC= waist circumference; HDL-C= high density lipoprotein cholesterol; LDL-C= low density lipoprotein cholesterol; VLDL-C= very low density lipoprotein cholesterol; HbA_{1c}= glycated hemoglobin; CIT= carotid intima-media thickness; FIT= femoral intima-media thickness; SBP= systolic blood pressure; DBP= diastolic blood pressure.

physical activity was negatively related to TC ($\rho=-0.31$). On the other hand, early physical activity was negatively related to TG ($\rho=-0.42$), TC ($\rho=-0.28$), VLDL-C ($\rho=-0.44$), and CIT ($\rho=-0.50$) (Table 3).

In the multivariate model, regarding current physical activity, the number of steps was negatively related to total cholesterol ($b=-0.004$ [$b_{95\%CI}=-0.007; -0.001$]) regardless of sex, age, and body composition (Table 4). The same patterns had been identified among adults engaged in sport activities during early life, when considering VLDL-C ($b=-8.74$ [$b_{95\%CI}=-16.1; -1.47$]) and CIT ($b=-0.17$ [$95\%CI: -0.28; -0.05$]).

● Discussion

This was a cross-sectional study in which early and current physical activity were related to cardiovascular and metabolic outcomes. It identified that early physical activity seems to be a determinant

factor in the occurrence of increased cardiovascular risk, regardless of current physical activity.

In the present study, current physical activity was negatively related to total cholesterol, regardless of body fat (general and abdominal obesity). Regular walking (between 11 km and 16 km per week) during adulthood has been pointed out as effective in the control of different lipid parameters²², but previous studies have reported that this protective effect is mainly mediated by modifications in body composition^{23,24}. In our sample, total body and trunk fat were both positively related to CIT ($\rho=0.36$; p -value=0.003 and $\rho=0.40$; p -value=0.002, respectively) and total cholesterol ($\rho=0.39$; p -value=0.003, only trunk fat). Although obesity plays a central role in the development of metabolic and cardiovascular diseases due its pro-inflammatory action^{23,24}, our findings ratify that regular physical activity in daily life (not necessarily physical exercise) can be used as a public health strategy

Table 2. General characteristics of the sample stratified by maintenance of sport activity during childhood and adolescence (Brazil, n=55).

Variables	Persistently Active (n=45)	Persistently Sedentary (n=10)	p-value
	Median (IR)	Median (IR)	
M/F	29 / 16	4 / 6	
Age (years)	38.3 (6.9)	43.8 (13)	0.121
Body weight (Kg)	77.3 (17)	74.8 (17.5)	0.639
Height (cm)	174.1 (12.8)	166.3 (18.5)	0.015
BMI (Kg/m ²)	24.3 (4.8)	26.1 (9.4)	0.190
WC (cm)	80.5 (13.2)	88.5 (21.5)	0.210
Body fat (%)	24.1 (10.5)	40.2 (17.6)	0.001
Trunk fat (%)	31.3 (8.2)	47.9 (14.6)	0.001
Glucose (mg/dL)	89.3 (9.1)	91.1 (11.5)	0.413
Triglycerides (mg/dL)	76.2 (46.9)	127.7 (36.8)	0.002
Total cholesterol (mg/dL)	190.1 (47.8)	225.4 (54.2)	0.036
HDL-C (mg/dL)	52.5 (12.3)	50.1 (19.9)	0.793
LDL-C (mg/dL)	123.2 (40.2)	132.3 (38.2)	0.385
LDL-C/HDL-C (mg/dL)	2.3 (1.2)	2.7 (1.3)	0.789
VLDL-C (mg/dL)	15.2 (9.3)	25.5 (7.4)	0.001
HbA _{1c} (mmol/mol)	5.3 (0.5)	5.3 (0.8)	0.637
CIT (mm)	0.60 (0.11)	0.78 (0.11)	0.001
FIT (mm)	0.49 (0.08)	0.53 (0.12)	0.287
Steps/day	9,476.1 (3148)	6,848.8 (4474)	0.001
SBP (mmHg)	110 (20)	105 (30)	0.920
DBP (mmHg)	80 (10)	75 (20)	0.885

M= male; F= female; BMI= body mass index; WC= waist circumference; HDL-C= high density lipoprotein cholesterol; LDL-C= low density lipoprotein cholesterol; VLDL-C= very low density lipoprotein cholesterol; HbA_{1c}= glycated hemoglobin; CIT= carotid intima-media thickness; FIT= femoral intima-media thickness; SBP= systolic blood pressure; DBP= diastolic blood pressure.

Table 3. Relationship between current/early physical activity, intimal thickness, and metabolic variables in adults (Brazil, n=55).

Physical Activity	Glucose	TG	TC	HDL-C	LDL-C	LDL-C/ HDL-C	VLDL-C	HbA _{1c}	CIT	FIT
	Rho	rho	rho	Rho	Rho	rho	rho	rho	rho	rho
Current	0.01	-0.22	-0.31*	-0.20	-0.19	-0.02	-0.24	-0.07	-0.26	-0.02
Early	-0.11	-0.42 [§]	-0.28*	-0.03	-0.11	-0.03	-0.44 [§]	-0.06	-0.50 [§]	-0.08

*= p-value <0.05; §= p-value <0.01; Rho= Spearman's rank correlation; TG= triglycerides; TC= total cholesterol; HDL-C= high density lipoprotein cholesterol; LDL-C= low density lipoprotein cholesterol; VLDL-C= very low density lipoprotein cholesterol; HbA_{1c}= glycated hemoglobin; CIT= carotid intima-media thickness; FIT= femoral intima-media thickness.

to prevent dyslipidemia in adults²⁵, regardless of obesity status.

Regarding this inflammatory action of obesity on the human body^{23,24}, it has been documented over the last decade that physical activity has significant antioxidant and anti-inflammatory effects²⁶. Although less investigated in pediatric populations, this protective effect of exercise can counteract the inflammatory action of the adipose tissue²⁶ in adults, regardless of changes in body composition. Corroborating this idea, a recent study identified

that, in obese/overweight adolescents, body fat is related to higher inflammatory status and increased carotid intima-media thickness¹³. At the same time, the same sample of overweight/obese adolescents showed higher cardiorespiratory fitness significantly related to lower inflammation status identified by C-reactive protein and lower carotid intima-media thickness¹³. Therefore, the recent scientific literature has consistently pointed out that, regardless of obesity status, physical activity and cardiorespiratory fitness have a significant role in the control of inflammation

Table 4. Adjusted relationship between current/early physical activity, carotid intimal-media thickness and metabolic variables in adults (Brazil, n=55).

Relationship between variables		Model – 1	Model – 2
Independent	Dependent	β ($\beta_{95\%CI}$)	β ($\beta_{95\%CI}$)
Physical Activity			
Current	TC	-0.004 (-0.007; -0.001)	-0.004 (-0.007; -0.001)
Physical activity			
Early	TG	-42.6 (-89.2; 3.94)	-28.7 (-85.8; 28.3)
Early	TC	-26.3 (-50.4; -2.21)	-25.2 (-56.1; 5.56)
Early	VLDL-C	-10.1 (-16.4; -3.87)	-8.74 (-16.1; -1.47)
Early	CIT	-0.18 (-0.26; -0.10)	-0.17 (-0.28; -0.06)

TG= triglycerides; TC= total cholesterol; VLDL-C= very low density lipoprotein cholesterol; CIT= carotid intima-media thickness; Model-1= crude; Model-2= adjusted by sex, age, general, trunk fat, medicine use, systolic and diastolic blood pressures; 95%CI= 95% confidence interval.

and, hence, prevention of atherosclerosis since early age.

In this sample, early physical activity was consistently related to lower lipid, cardiovascular, and adiposity values. Previous studies have reported that adults engaged in sports activities during childhood and adolescence have a decreased likelihood of reporting dyslipidemia, type 2 diabetes mellitus, and arterial hypertension^{15,16}. There is limited data about the relationship between early physical activity and vessel thickness, but there is a longitudinal relationship between accumulated habitual physical activity throughout life (mainly moderate to high intensity) and lower arterial stiffness among adults²⁷. In fact, the impact of current physical activity level on CIT progression is at least in part explained by the reduction in cardiovascular risk factors¹⁴, and it would be possible to assume that this protective effect is linked to the maintenance of physical activity throughout life^{15,16} because physical activity is sustained from early age to adulthood¹⁵.

In contrast, an unexpected finding caught our attention because, in an additional analysis, the relationship between early physical activity and CIT was simultaneously adjusted by all potential confounders previously used (age, sex, general adiposity, trunk fat) plus current physical activity and, surprisingly, the relationship remained statistically significant ($b=-0.17$ [95%CI: -0.28; -0.05]; p -value=0.004). This finding seems to show that the relationship between early physical activity and CIT could be supported by other pathways and not just the maintenance from childhood/adolescence to adulthood, as previously hypothesized.

Given this unexpected finding, a new hypothesis had to be formulated and methodological questions were raised. Regarding the new hypothesis, the

possible epigenetic effect of physical activity over risk factors for atherosclerosis (such as blood pressure) was considered. For example, people with polymorphisms related to hypertension development are more exposed to the development of the disease when they have a lower physical activity level, and this pattern has been identified in both childhood and adulthood^{28,29}. From this viewpoint, the new hypothesis raises other relevant questions because it is not clear if this protective effect of physical activity occurs during childhood and remains into adulthood. Therefore, if this independent effect of early physical activity is confirmed, it opens the door to a new line of research, which denotes that the relationship between physical activity and human growth constitutes an area not entirely explored and, hence, not completely understood.

Limitations should be recognized. The cross-sectional design constitutes the main limitation of the study and, therefore, the development of cohorts analyzing this issue is recommended. Moreover, we suggest that further studies analyzing the maintenance of physical activity should take into account inflammatory biomarkers (TNF- α , interleukin-6, C-reactive protein), other important behavioral risk factors (e.g. smoking, alcohol consumption, diet³⁰), and possible polymorphisms. Finally, in this study, current physical activity in the last week was considered as habitual physical activity, but it is not clear how much this specific week represents the pattern of habitual physical activity performed in the last months/years.

● Conclusions

In summary, it is possible to conclude that early physical activity performed during childhood and

adolescence has a significant effect on lipid variables and carotid intima-media thickness in adulthood, regardless of current physical activity.

● Acknowledgement

The *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP; process 2012/18001-0), Brazil, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Process: 474484/2012-2), Brazil and UNILAB Laboratory from Presidente Prudente.

● References

1. Won KB, Chang HJ, Kim HC, Jeon K, Lee H, Shin S, et al. Differential impact of metabolic syndrome on subclinical atherosclerosis according to the presence of diabetes. *Cardiovasc Diabetol*. 2013;12(1):41. <http://dx.doi.org/10.1186/1475-2840-12-41>. PMID:23452437
2. Codogno JS, Fernandes RA, Sarti FM, Freitas Júnior IF, Monteiro HL. The burden of physical activity on type 2 diabetes public healthcare expenditures among adults: a retrospective study. *BMC Public Health*. 2011;11(1):275. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-11-275>. PMID:21542924
3. Fujihara K, Suzuki H, Sato A, Kodama S, Heianza Y, Saito K, et al. Carotid artery plaque and LDL-to-HDL cholesterol ratio predict atherosclerotic status in coronary arteries in asymptomatic patients with type 2 diabetes mellitus. *J Atheroscler Thromb*. 2013;20(5):452-64. <http://dx.doi.org/10.5551/jat.14977>. PMID:23363982
4. Jørgensen L, Jenssen T, Joakimsen O, Heuch I, Ingebretsen OC, Jacobsen BK. Glycated hemoglobin level is strongly related to the prevalence of carotid artery plaques with high echogenicity in nondiabetic individuals: the Tromsø study. *Circulation*. 2004;110(4):466-70. <http://dx.doi.org/10.1161/01.CIR.0000136809.55141.3B>. PMID:15249512
5. Raitakari OT, Juonala M, Kähönen M, Taittonen L, Laitinen T, Mäki-Torkko N, et al. Cardiovascular risk factors in childhood and carotid artery intima-media thickness in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *JAMA*. 2003;290(17):2277-83. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.290.17.2277>. PMID:14600186
6. Tomiyama H, Yamashina A. CAVI vs. pressure and stiffness gradients in the arterial tree. *Hypertens Res*. 2010;33(4):380. <http://dx.doi.org/10.1038/hr.2010.4>. PMID:20139922
7. Lorenz MW, von Kegler S, Steinmetz H, Markus HS, Sitzer M. Carotid intima-media thickening indicates a higher vascular risk across a wide age range: prospective data from the Carotid Atherosclerosis Progression Study (CAPS). *Stroke*. 2006;37(1):87-92. <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000196964.24024.ea>. PMID:16339465
8. O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, Manolio TA, Burke GL, Wolfson SK Jr, et al. Carotid-artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. *N Engl J Med*. 1999;340(1):14-22. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199901073400103>. PMID:9878640
9. Lorenz MW, Markus HS, Bots ML, Rosvall M, Sitzer M. Prediction of clinical cardiovascular events with carotid intima-media thickness: a systematic review and meta-analysis. *Circulation*. 2007;115(4):459-67. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.628875>. PMID:17242284
10. Cheng KS, Tiwari A, Baker CR, Morris R, Hamilton G, Seifalian AM. Impaired carotid and femoral viscoelastic properties and elevated intima-media thickness in peripheral vascular disease. *Atherosclerosis*. 2002;164(1):113-20. [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9150\(02\)00042-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9150(02)00042-4). PMID:12119200
11. Wen CP, Wai JP, Tsai MK, Yang YC, Cheng TY, Lee MC, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet*. 2011;378(9798):1244-53. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60749-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60749-6). PMID:21846575
12. Pakkala K, Heinonen OJ, Simell O, Viikari JS, Rönnemaa T, Niinikoski H, et al. Association of physical activity with vascular endothelial function and intima-media thickness. *Circulation*. 2011;124(18):1956-63. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.043851>. PMID:21969011
13. Silva LR, Cavagliari C, Lopes WA, Pizzi J, Coelho-e-Silva MJ, Leite N. Endothelial wall thickness, cardiorespiratory fitness and inflammatory markers in obese and non-obese adolescents. *Braz J Phys Ther*. 2014;18(1):47-55. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000133>. PMID:24675912
14. Palatini P, Puato M, Rattazzi M, Pauletto P. Effect of regular physical activity on carotid intima-media thickness. Results from a 6-year prospective study in the early stage of hypertension. *Blood Press*. 2011;20(1):37-44. <http://dx.doi.org/10.3109/08037051.2010.524080>. PMID:20977389
15. Fernandes RA, Zanesco A. Early physical activity promotes lower prevalence of chronic diseases in adulthood. *Hypertens Res*. 2010;33(9):926-31. <http://dx.doi.org/10.1038/hr.2010.106>. PMID:20574424
16. Fernandes RA, Christofaro DG, Casonatto J, Codogno JS, Rodrigues EQ, Cardoso ML, et al. Prevalence of dyslipidemia in individuals physically active during childhood, adolescence and adult age. *Arq Bras Cardiol*. 2011;97(4):317-23. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000083>. PMID:21830000
17. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Normatização dos Equipamentos e das Técnicas para a Realização de Exames de Ultra-Sonografia Vascular. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82(Suppl 6):S1-14.
18. Human RP, Jones GA. Evaluation of swab transport systems against a published standard. *J Clin Pathol*. 2004;57(7):762-3. <http://dx.doi.org/10.1136/jcp.2004.016725>. PMID:15220372
19. Little RR, England JD, Wiedmeyer HM, Goldstein DE. Effects of whole blood storage on results for glycosylated hemoglobin as measured by ion-exchange chromatography, affinity chromatography, and colorimetry. *Clin Chem*. 1983;29(6):1113-5. PMID:6851106.
20. Panzer S, Kronik G, Lechner K, Bettelheim P, Neumann E, Ducezak R. Glycosylated hemoglobins (GHb): an

- index of red cell survival. *Blood*. 1982;59(6):1348-50. PMID:7082831.
21. Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B, et al. How many steps/day are enough? For adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8(1):79. <http://dx.doi.org/10.1186/1479-5868-8-79>. PMID:21798015
 22. Kraus WE, Slentz CA. Exercise training, lipid regulation, and insulin action: a tangled web of cause and effect. *Obesity (Silver Spring)*. 2009;17(3s, Suppl 3):S21-6. <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2009.384>. PMID:19927141
 23. Van Gaal LF, Mertens IL, De Block CE. Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease. *Nature*. 2006;444(7121):875-80. <http://dx.doi.org/10.1038/nature05487>. PMID:17167476
 24. Huang PL. eNOS, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Trends Endocrinol Metab*. 2009;20(6):295-302. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tem.2009.03.005>. PMID:19647446
 25. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380(9838):219-29. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9). PMID:22818936
 26. Teixeira-Lemos E, Nunes S, Teixeira F, Reis F. Regular physical exercise training assists in preventing type 2 diabetes development: focus on its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Cardiovasc Diabetol*. 2011;10(1):12. <http://dx.doi.org/10.1186/1475-2840-10-12>. PMID:21276212
 27. van de Laar RJ, Ferreira I, van Mechelen W, Prins MH, Twisk JW, Stehouwer CD. Lifetime vigorous but not light-to-moderate habitual physical activity impacts favorably on carotid stiffness in young adults: the amsterdam growth and health longitudinal study. *Hypertension*. 2010;55(1):33-9. <http://dx.doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.138289>. PMID:19996070
 28. Kimura T, Yokoyama T, Matsumura Y, Yoshiike N, Date C, Muramatsu M, et al. NOS3 genotype-dependent correlation between blood pressure and physical activity. *Hypertension*. 2003;41(2):355-60. <http://dx.doi.org/10.1161/01.HYP.0000051500.02578.6D>. PMID:12574107
 29. Xi B, Cheng H, Shen Y, Zhao X, Hou D, Wang X, et al. Physical activity modifies the associations between genetic variants and hypertension in the Chinese children. *Atherosclerosis*. 2012;225(2):376-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2012.10.027>. PMID:23102448
 30. Leite N, Milano GE, Cieslak F, Lopes WA, Rodacki A, Radominski RB. Effects of physical exercise and nutritional guidance on metabolic syndrome in obese adolescents. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(1):73-81. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552009005000009>.

Correspondence

Rômulo Araújo Fernandes

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Rua Roberto Simonsen, 305, Bloco III, Sala 05

CEP 19060-900, Presidente Prudente, SP, Brasil

e-mail: romulo@fct.unesp.br

SCOPE AND POLICIES

The Brazilian Journal of Physical Therapy (BJPT) publishes original research articles on topics related to the areas of physical therapy and rehabilitation, including clinical, basic or applied studies on the assessment, prevention, and treatment of movement disorders.

Our Editorial Board is committed to disseminating quality scientific investigations from many areas of expertise.

The BJPT accepts the following types of study, which must be directly related to the journal's scope and expertise areas:

- a) **Experimental studies:** studies that investigate the effect(s) of one or more interventions on outcomes directly related to the BJPT's scope and expertise areas. Experimental studies include single-case experimental studies, quasi-experimental studies, and clinical trials. The World Health Organization defines clinical trial as any research study that prospectively allocates human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effect(s) on health outcome(s). Therefore, any study that aims to analyze the effect of a given intervention is considered as a clinical trial. Clinical trials include single-case studies, case series (a single group without a control group for comparison), non-randomized controlled trials and randomized controlled trials. Randomized controlled trials must follow the CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials), recommendations, which are available at: <http://www.consort-statement.org/consort-statement/overview0/>. On this website, the author must access the CONSORT 2010 checklist, which must be completed and submitted with the manuscript. All manuscripts must also contain a CONSORT Statement 2010 Flow Diagram. From 2014, the entire submission process of experimental studies should address this recommendation.
- b) **Observational studies:** studies that investigate the relationship(s) between variables of interest related to the BJPT' scope and expertise areas without direct manipulation (e.g. intervention). Observational studies include cross-sectional studies, cohort studies, and case-control studies.
- c) **Qualitative studies:** studies that focus on understanding needs, motivations, and human behavior. The object of a qualitative study is guided by in-depth analysis of a topic, including opinions, attitudes, motivations, and behavioral patterns without quantification. Qualitative studies include documentary and ethnographic analysis.
- d) **Literature reviews:** studies that analyze and/or synthesize the literature on a topic related to the scope and expertise areas of the BJPT. Critical or narrative reviews will only be published by invitation from the editors. Systematic reviews that include meta-analysis will have priority over other systematic reviews. Those that have an insufficient number of articles or articles with low quality and do not include an assertive and

valid conclusion about the topic will not be considered for peer-review analysis.

- e) **Methodological studies:** studies centered on the development and/or evaluation of psychometric properties and clinimetric characteristics of assessment instruments. They also include studies that aim to translate and/or cross-culturally adapt foreign questionnaires into Brazilian Portuguese. The authors' permission for translation and/or adaptation of the original instrument must be included in the submission process.

The EQUATOR Network website (<http://www.equator-network.org/resource-centre/library-of-health-research-reporting>) includes a full list of guidelines available for each type of study, such as the STROBE (STrengthening the Reporting of OBServational Studies in Epidemiology) for observational studies, the COREQ (Consolidated Criteria For Reporting Qualitative Research) for qualitative research, the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) for systematic reviews and meta-analyses, and the GRRAS (Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies) for reliability studies. We recommend that the authors check these guidelines and adhere to the appropriate checklist before submitting their manuscripts.

Studies that report electromyographic results must follow the ISEK (International Society of Electrophysiology and Kinesiology) Standards for Reporting EMG Data, available at http://www.isek-online.org/standards_emg.html.

Ethical and legal aspects

Submitting a manuscript to the BJPT implies that the article, in whole or in part, has not been published by another source of communication and that it is not being considered for publication by another journal.

The use of patient initials, names or hospital registration numbers must be avoided. Patients must not be identified in photographs, except with their express written consent attached to the original article at the time of submission.

Studies in humans must be in agreement with ethical standards and have the informed consent of the participants in accordance with National Health Council (NHC) Resolution 196/96 of the Brazilian Ministry of Health, which oversees the Human Research Ethics Code. Authors outside Brazil must follow the guidelines set forth by the Committee on Publication Ethics (COPE).

Animal experiments must comply with international guidelines (such as, the Committee for Research and Ethical Issues of the International Association for the Study of Pain [Pain, 16:109-110, 1983]).

For studies involving human and animal research, the manuscript must include the approval number given by the Research Ethics Committee. The study must be registered in the National Health Council of the university or hospital or by the National Health Council nearest to your area. The BJPT reserves the right not to publish manuscripts that do not adhere to the legal and ethical rules for human and animal research.

For clinical trials, any registration that satisfies the requirements of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), e.g. <http://clinicaltrials.gov/> and/or <http://www.anzctr.org.au> will be accepted. The complete list of all clinical trial registries can be found at: <http://www.who.int/ictrp/network/primary/en/index.html>.

From 01/01/2014 the BJPT will effectively adopt the policy suggested by the International Society of Physiotherapy Journal Editors (ISPJE) and will require a prospective registration number (i.e., clinical trials that have begun the recruitment from this date must register the study BEFORE the recruitment of the first patient) by the time of the manuscript submission. For studies that have started recruitment up to 31/12/2013 retrospective registration will be accepted.

Authorship criteria

The BJPT accepts submissions of manuscripts with up to six (6) authors. The BJPT's authorship policy follows ICMJE requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (www.icmje.org), which state that "authorship credit should be based on 1) substantial contributions to conception and design, acquisition of data, or analysis and interpretation of data; 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content; and 3) final approval of the version to be published." Conditions 1, 2, and 3 should all be met. Grant acquisition, data collection and/or general supervision of a research group do not justify authorship and must be recognized in the acknowledgements.

All authors are solely responsible for the content of the submitted manuscripts. All published material becomes property of the BJPT, which will retain the copyrights. Therefore, no material published in the BJPT may be reproduced without written permission from the editors. All authors of the submitted manuscript must sign a copyright transfer agreement form from the date of the acceptance of the manuscript.

The editors may consider, in exceptional cases, a request for submission of a manuscript with more than six (6) authors. The criteria for analysis include the type of study, potential for citation, methodological quality and complexity, among others. In these exceptional cases, the contribution of each author must be specified at the end of the text (after Acknowledgements and right before References), according to the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors and the Guidelines for Integrity in Scientific Activity widely disseminated by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; <http://www.cnpq.br/web/guest/diretrizes>).

MANUSCRIPT FORM AND PRESENTATION

The BJPT accepts the submission of manuscripts with up to 3,500 words (excluding title page, abstract, references, tables, figures, and legends). Information contained in appendices will be included in the total number of words allowed.

The manuscript must be written preferably in English. Whenever the quality of the English writing hinders the analysis and assessment of the content, the authors will be informed.

It is recommended that manuscripts submitted in English be accompanied by certification of revision by a professional editing and proofreading service. This certification must be included in the submission. We recommend the following services, not excluding others:

- *American Journal Experts* (www.journalexpert.com);
- *Scribendi* (www.scribendi.com);
- *Nature Publishing Groups Language Editing* (<https://languageediting.nature.com/login>).

The manuscript must include a title and identification page, the abstract, and keywords before the body of the manuscript. References, tables, and figures and appendices should be inserted at the end of the manuscript.

Title and identification page

The title of the manuscript must not exceed 25 words and must include as much information about the study as possible. Ideally, the terms used in the title should not appear in the list of keywords. The identification page must also contain the following details:

- **Full title and short title** of up to 45 characters to be used as a legend on the printed pages;
- **Author:** author's first and last name in capital letters without title followed by a superscript number (exponent) identifying the institutional affiliation (department, institution, city, state, country). For more than one author, separate using commas;
- **Corresponding author:** name, full address, email, and telephone number of the corresponding author who is authorized to approve editorial revisions and provide additional information if needed.
- **Keywords:** up to six indexing terms or keywords in Portuguese and English.

Abstract

The abstract must be written in a structured format. A concise presentation not exceeding 250 words in a single paragraph, in English, must be written and inserted immediately after the title page. Do not include references, footnotes or undefined abbreviations.

Introduction

This part of the manuscript should give information on the subject of investigation, how it relates to other studies in the same field, and the reasons that justify the need for the study, as well as specific objective(s) of the study and hypotheses, if applicable.

Method

Clear and detailed description of the study participants and the procedures of data collection, transformation/reduction, and data analysis in order to allow reproducibility of the study. The participant selection and allocation process must be organized in a flowchart containing the

number of participants in each phase as well as their main characteristics (see model of CONSORT flow diagram).

Whenever relevant to the type of study, the author should include the calculation that adequately justifies the sample size for investigation of the intervention effects. All of the information needed to estimate and justify the sample size used in the study must be clearly stated.

Results

The results should be presented briefly and concisely. Pertinent results must be reported with the use of text and/or tables and/or figures. Data included in tables and figures must not be duplicated in the text.

Discussion

The purpose of the discussion is to interpret the results and to relate them to existing and available knowledge, especially the knowledge already presented in the Introduction. Be cautious when emphasizing recent findings. The data presented in the Methods and/or in the Results sections should not be repeated. Study limitations, implications, and clinical application to the areas of physical therapy and rehabilitation sciences must be described.

References

The recommended number of references is 30, except for literature reviews. Avoid references that are not available internationally, such as theses and dissertations, unpublished results and articles, and personal communication. References should be organized in numerical order of first appearance in the text, following the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals prepared by the ICMJE.

Journal titles should be written in abbreviated form, according to the List of Journals of Index Medicus. Citations should be included in the text as superscript (exponent) numbers without dates. The accuracy of the references appearing in the manuscript and their correct citation in the text are the responsibility of the author(s).

Examples: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

Tables, Figures, and Appendices

A total of five (5) combined tables and figures is allowed. Appendices must be included in the number of words allowed in the manuscript. In the case of previously published tables, figures, and appendices, the authors must provide a signed permission from the author or editor at the time of submission.

For articles submitted in Portuguese, the English version of the tables, figures, and appendices and their respective legends must be attached in the system as a supplementary document.

- **Tables:** these must include only indispensable data and must not be excessively long (maximum allowed: one A4 page with double spacing). They should be numbered consecutively using Arabic numerals and

should be inserted at the end of the text. Small tables that can be described in the text are not recommended. Simple results are best presented in a phrase rather than a table.

- **Figures:** these must be cited and numbered consecutively using Arabic numerals in the order in which they appear in the text. The information in the figures must not repeat data described in tables or in the text. The title and legend(s) should explain the figure without the need to refer to the text. All legends must be double-spaced, and all symbols and abbreviations must be defined. Use uppercase letters (A, B, C, etc.) to identify the individual parts of multiple figures.

If possible, all symbols should appear in the legends. However, symbols identifying curves in a graph can be included in the body of the figure, provided this does not hinder the analysis of the data. Figures in color will only be published in the online version. With regard to the final artwork, all figures must be in high resolution or in its original version. Low-quality figures may result in delays in the acceptance and publication of the article.

Acknowledgements: these must include statements of important contributions specifying their nature. The authors are responsible for obtaining the authorization of individuals/institutions named in the acknowledgements.

ELECTRONIC SUBMISSION

Manuscript submission must be done electronically via the website <http://www.scielo.br/rbfiis>. Articles submitted and accepted in Portuguese will be translated into English by BJPT translators, and articles submitted and accepted in English will be forwarded to BJPT English proofreaders for a final review.

It is the authors' responsibility to remove all information (except on the title and identification page) that may identify the article's source or authorship.

When submitting a manuscript for publication, the authors must enter the author details into the system and attach the following supplementary documents:

- 1) Cover letter;
- 2) Conflict of interest statement;
- 3) Copyright transfer statement signed by all authors.
- 4) Other documents when applicable (e.g. permission to publish figures or excerpts from previously published materials, checklists, etc.).

THE REVIEW PROCESS

The submissions that meet the standards established and presented in accordance with the BJPT editorial policies will be forwarded to the area editors, who will perform an initial assessment to determine whether the manuscripts should be peer-reviewed. The criteria used for the initial analysis of the area editor include: originality, pertinence, clinical relevance, and methodology. The manuscripts that do not have merit or do not conform to the editorial policies will be rejected in the pre-analysis phase, regardless of the adequacy of the text and methodological quality. Therefore, the manuscript may be rejected based solely

on the recommendation of the area editor without the need for further review, in which case, the decision is not subject to appeal. The manuscripts selected for pre-analysis will be submitted to review by specialists, who will work independently. The reviewers will remain anonymous to the authors, and the authors will not be identified to the reviewers. The editors will coordinate the exchange between authors and reviewers and will make the final decision on which articles will be published based on the recommendations of the reviewers and area editors. If accepted for publication, the articles may be subject to minor changes that will not affect the author's style. If an article is rejected, the authors will receive a justification letter from the editor. After publication or at the end of the review process, all documentation regarding the review process will be destroyed.

AREAS OF EXPERTISE

1. Physiology, Kinesiology, and Biomechanics;
2. Kinesiotherapy/therapeutic resources;
3. Motor development, acquisition, control, and behavior;
4. Education, Ethics, Deontology, and Physical Therapy History;
5. Assessment, prevention, and treatment of cardiovascular and respiratory disorders;
6. Assessment, prevention, and treatment of aging disorders;
7. Assessment, prevention, and treatment of musculoskeletal disorders;
8. Assessment, prevention, and treatment of neurological disorders;
9. Assessment, prevention, and treatment of gynecological disorders;
10. Ergonomics/Occupational Health.



U F M G

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO MESTRADO E DOUTORADO

Recomendado pela CAPES – Conceito 5

O Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação tem como base a perspectiva apresentada no modelo proposto pela Organização Mundial de Saúde e propõe que as dissertações e trabalhos científicos desenvolvidos estejam relacionados com o desempenho funcional humano. Com a utilização de um modelo internacional, espera-se estimular o desenvolvimento de pesquisas que possam contribuir para uma melhor compreensão do processo de função e disfunção humana, contribuir para a organização da informação e estimular a produção científica numa estrutura conceitual mundialmente reconhecida. O Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação tem como objetivo tanto formar como aprofundar o conhecimento profissional e acadêmico, possibilitando ao aluno desenvolver habilidades para a condução de pesquisas na área de desempenho funcional humano.

O programa conta com parcerias nacionais e internacionais sedimentadas, e os seus laboratórios de pesquisa contam com equipamentos de ponta para o desenvolvimento de estudos na área de Ciências da Reabilitação.

Mais informações

Fone/Fax: (31) 3409-4781

www.eef.ufmg.br/mreab

Universidade Federal de São Carlos

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

O Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia tem como área de concentração: "Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia". Nosso objetivo é oferecer condições acadêmicas necessárias para que o aluno adquira um repertório teórico e metodológico, tornando-se apto a exercer as atividades de docente de nível universitário e iniciá-lo na carreira de pesquisador.

Os cursos de mestrado e doutorado (stricto sensu) foram os primeiros criados na área de fisioterapia do país.

Linhas de pesquisa do programa são:

- Instrumentação e Análise Cinesiológica e Biomecânica do Movimento
- Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia do Sistema Músculo-Esquelético
- Processos Básicos, Desenvolvimento e Recuperação Funcional do Sistema Nervoso Central
- Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória

Recomendado pela CAPES – Conceito 6

Mais informações

Fone: (16) 3351-8448

www.ppgft.ufscar.br

e-mail ppg-cr@ufscar.br

O que é PEDro?



PEDro, Physiotherapy Evidence Database, é uma base de dados eletrônica gratuita de evidências relevantes em fisioterapia. PEDro permite acesso rápido a mais de 17.000 estudos clínicos aleatorizados, revisões sistemáticas e diretrizes de prática clínica em fisioterapia, fornecendo, quando possível, resumo e link para o texto completo de cada documento indexado.

Todos os estudos clínicos na PEDro são avaliados para fins de classificação de qualidade. Esses critérios de qualidade permitem aos usuários identificar de forma rápida os estudos que mais possivelmente contenham informações válidas e úteis para guiar a prática clínica.

PEDro é gratuita. E PEDro está disponível em português:

www.pedro.org.au/portuguese



Systematic Review

- 385 **Noninvasive ventilation and exercise tolerance in heart failure: A systematic review and meta-analysis**
Daiana C. Bündchen, Ana I. Gonzáles, Marcos De Noronha, Ana K. Brüggemann, Sabrina W. Sties, Tales De Carvalho

Original Articles

- 395 **Morphological aspects and Cox-2 expression after exposure to 780-nm laser therapy in injured skeletal muscle: an *in vivo* study**
Natalia C. Rodrigues, Roberta Brunelli, Daniela C. C. Abreu, Kelly Fernandes, Nivaldo A. Parizotto, Ana C. M. Renno
- 402 **Low back pain in adolescent and associated factors: A cross sectional study with schoolchildren**
Mônica R. O. G. C. M. Silva, Ana Fátima V. Badaró, Marinel M. Dall'Agnol
- 410 **Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines**
Isabela M. B. S. Pessoa, Miguel Hourí Neto, Dayane Montemezzo, Luisa A. M. Silva, Armêle Dornelas De Andrade, Verônica F. Parreira
- 419 **Effect of a single session of transcranial direct-current stimulation on balance and spatiotemporal gait variables in children with cerebral palsy: A randomized sham-controlled study**
Luanda A. C. Grecco, Natália A. C. Duarte, Nelci Zanon, Manuela Galli, Felipe Fregni, Claudia S. Oliveira
- 428 **Relationship among vaginal palpation, vaginal squeeze pressure, electromyographic and ultrasonographic variables of female pelvic floor muscles**
Vanessa S. Pereira, Humberto S. Hirakawa, Ana B. Oliveira, Patricia Driusso
- 435 **Influences of hand dominance on the maintenance of benefits after home-based modified constraint-induced movement therapy in individuals with stroke**
Renata C. M. Lima, Lucas R. Nascimento, Stella M. Michaelsen, Janaine C. Polese, Natália D. Pereira, Luci F. Teixeira-Salmela
- 445 **Influence of dual task and frailty on gait parameters of older community-dwelling individuals**
Rita C. Guedes, Rosângela C. Dias, Leani S. M. Pereira, Sílvia L. A. Silva, Lygia P. Lustosa, João M. D. Dias
- 453 **The Brazilian version of STarT Back Screening Tool – translation, cross-cultural adaptation and reliability**
Bruna Pilz, Rodrigo A. Vasconcelos, Freddy B. Marcondes, Samuel S. Lodovichi, Wilson Mello, Débora B. Grossi
- 462 **Early and current physical activity: relationship with intima-media thickness and metabolic variables in adulthood**
Manoel C. S. Lima, Maurício F. Barbosa, Tiego A. Diniz, Jamile S. Codogno, Ismael F. Freitas Júnior, Rômulo A. Fernandes

Editorial Rules