

FISIOTERAPIA

ISSN 1809-9246

VOLUME 10
NÚMERO 3

JULHO A SETEMBRO DE 2006

revista brasileira de fisioterapia

abräpg • ft

**PUBLICAÇÃO OFICIAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**



WORLD CONFEDERATION FOR PHYSICAL THERAPY

Indexação/Indexing:

- LILACS
- LATINDEX
- SPORTDiscus
- CSA (Cambridge Scientific Abstracts)



EDITORES/EDITORS

Helenice Jane Cote Gil Coury - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Sérgio Teixeira Fonseca - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

Tania de Fátima Salvini - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

SECRETÁRIA EXECUTIVA/EXECUTIVE SECRETARY

Dormélia Pereira Cazella

EDITORES ASSOCIADOS/ASSOCIATE EDITORS

Amélia Pasqual Marques - USP - São Paulo, SP - Brasil

André Luiz Felix Rodacki - UFPR - Curitiba, PR - Brasil

Antonio Fernando Brunetto - UEL - Londrina, PR - Brasil

Aparecida Maria Catai - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Débora Bevilaqua Grossi - USP - Ribeirão Preto, SP - Brasil

Dirceu Costa - UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil

Jamilson Simões Brasileiro - UFRN - Natal, RN - Brasil

Marisa Cotta Mancini - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

Rinaldo Roberto de J. Guirro - UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil

Rosana Ferreira Sampaio - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

Rosana Mattioli - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Sara Lúcia Silveira de Menezes - UFRJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Verônica Franco Parreira - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

CORPO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Ada Clarice Gastaldi - USP - Ribeirão Preto, SP - Brasil

Alberto Carlos Amadio - USP - São Paulo, SP - Brasil

Alcimar Barbosa Soares - UFU - Uberlândia, MG - Brasil

Ana Cláudia Mattiello-Sverzut - USP - Ribeirão Preto, SP - Brasil

Anamaria Siriani de Oliveira - USP - Ribeirão Preto, SP - Brasil

Armele Dornelas de Andrade - UFPE - Recife, PE - Brasil

Audrey Borghi e Silva - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Augusto Cesinando de Carvalho - UNESP - Presidente Prudente, SP - Brasil

Carlos Eduardo dos Santos Castro - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Celso Ricardo Fernandes de Carvalho - USP - São Paulo, SP - Brasil

Chukuka S. Enwemeka - New York Institute of Technology - EUA

David J. Magee - University of Alberta - Canadá

Edison Sanfelice André - FURB - Blumenau, SC - Brasil

Eliane Mauerberg - UNESP - Rio Claro, SP - Brasil

Eloisa Tudella - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Ester da Silva - UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil

Fátima V.R. de P. Lamago Goulart - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

Gert-Ake Hansson - Lund University - Suécia

Gil Lúcio Almeida - UNAERP - Ribeirão Preto, SP - Brasil

Herbert Gustavo Simões - UCB - Brasília, DF - Brasil

Isabel de Camargo Neves Sacco - USP - São Paulo, SP - Brasil

Janet Carr - University of Sydney - Austrália

João Carlos Machado - UFRJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

João Marcos Domingues Dias - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

José Ignacio Calvo Arenillas - Universidade de Salamanca - Espanha

José Rubens Rebelatto - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Kenneth G. Holt - Boston University - EUA

LaDora V. Thompson - University of Minnesota - EUA

Linda Feters - Boston University - EUA

Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

Marco Aurélio Vaz - UFRGS - Porto Alegre, RS - Brasil

Nivaldo Antonio Parizotto - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Paul Hodges - University of Queensland - Austrália

Pedro Dall'Ago - FFCMPA - Porto Alegre, RS - Brasil

Raquel Rodrigues Britto - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

Regina Heloisa Maciel - UECE - Fortaleza, CE - Brasil

Renato da Costa Teixeira - UEPa - Belém, PA - Brasil

Ricardo Oliveira Guerra - UFRN - Natal, RN - Brasil

Richard L. Lieber - Univ. of California and V.A. Medical Centers - EUA

Rik Gosselink - Katholieke Universiteit Leuven - Bélgica

Rosângela Corrêa Dias - UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil

Rubens Corrêa de Araújo - USJT - São Paulo, SP - Brasil

Sandra Olney - Queen's University - Canadá

Serge Roy - Boston University - EUA

Shrawan Kumar - University of Alberta - Canadá

Stela Mattiello Gonçalves Rosa - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Vanessa Monteiro Pedro - UFSCar - São Carlos, SP - Brasil

Vera Maria da Rocha - UFRN - Natal, RN - Brasil

Walter Araujo Zin - UFRJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICAL THERAPY

revista brasileira de
fisioterapia

ISSN 1809-9246
Rev. bras. fisioter., São Carlos,
v. 10, n. 3, p. 249-360, jul./set. 2006

ISSN 1809-9246

Rev. bras. fisioter., São Carlos, v. 10 n. 3

A **Revista Brasileira de Fisioterapia** é o veículo da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia (ABRAPG-Ft). Publicada a partir de 1996, adota processo de revisão por especialistas (peer review), sendo que cada artigo é publicado apenas após a aceitação por no mínimo três revisores, mantidos no anonimato.

Missão: publicar artigos científicos relativos ao objeto básico de estudo e campo de atuação profissional da Fisioterapia, veiculando estudos básicos e aplicados sobre a prevenção e tratamento das disfunções de movimento.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou transmitida, por qualquer meio, seja eletrônico, mecânico ou fotocópia sem expressa autorização dos editores.

Os editores não assumem nenhuma responsabilidade por danos a pessoas ou propriedades que possam ser causados por uso das idéias, técnicas ou procedimentos contidos no material publicado nesta revista.

A submissão de artigos pressupõe que estes artigos, com exceção dos resumos ampliados, não tenham sido publicados anteriormente, nem submetidos a qualquer outra publicação.

*The **Brazilian Journal of Physical Therapy** is published by Brazilian Association for Research and Postgraduate studies in Physical Therapy. Published as from 1996, adopted a peer review process, each article only being published after being accepted by a minimum of three reviewers, maintained in anonymity.*

Mission: to publish scientific articles related to the basic objective of study and field of professional activity in Physical Therapy, divulging basic and applied studies on the prevention and treatment of movement disorders.

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.

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

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

v. 10, n. 3 (jul./set. 2006).

Trimestral

Sumários em Inglês e Português

ISSN 1809-9246

1. Fisioterapia/periódicos I. Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia.

Revista associada à/journal associated to

Associação Brasileira
de Editores Científicos



Endereço para correspondência:

REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA

Secretaria Executiva

Universidade Federal de São Carlos

Rod. Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676

CEP 13565-905, São Carlos. São Paulo, Brasil

Tel. (0xx16) 3351-8755 Fax: (0xx16) 3361-2081

Revisão/Review

Bibliotecária/Librarin: Dormélia Pereira Cazella

CRB 8/4334

Confecção de gráficos e diagramação/Production of graphs and diagrams: Alexandra Domingues Queiroz

A Revista Brasileira é publicada em convênio com a Universidade Federal de São Carlos sob responsabilidade do Departamento de Fisioterapia.
The Brazilian Journal of Physical Therapy is published by arrangement with the University of São Carlos, under the responsibility of the Department of Physical Therapy.

SUMÁRIO/SUMMARY

ISSN 1809-9246
Rev. bras. fisioter., São Carlos,
v. 10, n. 3, p. 249-360, jul./set. 2006

Editorial	V
Artigos de Revisão/Review Articles	
ISSUES IN AGING IN INDIVIDUALS WITH LIFE LONG DISABILITIES Tópicos Sobre o Envelhecimento em Indivíduos com Incapacidades Prévias Connolly BH	249
Artigos Científicos/Scientific articles	
INFLUÊNCIA DO TAMANHO E DA RIGIDEZ DOS OBJETOS NOS AJUSTES PROXIMAIS E DISTAIS DO ALCANCE DE LACTENTES Influence of Object Size and Rigidity on Proximal and Distal Adjustments to Infant Reaching Rocha NACF, Silva FPS e Tudella E	263
FATORES ASSOCIADOS À ADESAO AO USO DE PALMILHAS BIOMECÂNICAS Factors Related to Compliance with Biomechanical Insole Use Guimarães CQ, Teixeira-Salmela LF, Rocha IC, Bicalho LI, e Sabino GS	271
NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA, DOR E EDEMA E SUAS RELAÇÕES COM A DISFUNÇÃO MUSCULAR DO JOELHO DE IDOSOS COM OSTEOARTRITE Physical Activity Levels, Pain and Swelling and Their Relationships with Knee Muscle Dysfunction in Elderly People with Osteoarthritis Zacaron KAM, Abreu NS, Dias JMD e Dias RC	279
AValiação DA MECÂNICA VENTILATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM DISFUNÇÃO TÊMPORO-MANDIBULAR E ASSINTOMÁTICOS Evaluation of Ventilatory Mechanics in Individuals with Temporomandibular Dysfunction and in Asymptomatic Individuals Pasinato F, Corrêa ECR e Peroni ABF	285
REDUÇÃO DO EFEITO ANALGÉSICO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA TRANSCUTÂNEA DE BAIXA FREQUÊNCIA EM RATOS TOLERANTES A MORFINA Reduction in Analgesic Effect from Low-Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation In Morphine-Tolerant Rats Resende MA, Gonçalves HH, Sabino GS, Pereira LSM e Francischi JN	291
EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SOBRE O MEMBRO POSTERIOR IMOBILIZADO DE RATOS DURANTE 15 DIAS: ANÁLISES METABÓLICAS E MORFOMÉTRICAS Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Rat Hind Limbs Immobilized por 15 Days: Metabolic and Morphometric Analyses Durigan JLQ, Cancelliero KM, Dias CKN, Silva CA, Guirro RRJ e Polacow MLO	297
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE UMIDIFICAÇÃO AQUOSO AQUECIDO E TROCADOR DE CALOR E DE UMIDADE NA VIA AÉREA ARTIFICIAL DE PACIENTES EM VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA Comparative Study Between Heated Water Humidifiers and Hygroscopic Heat and Moisture Exchangers in Artificial Airways for Patients Undergoing Invasive Mechanical Ventilation Galvão AM, Galindo Filho VC, Marinho PEM, Gomes R, França EET, Brandão DC, Santos BEM, Silva LAM e Dornelas de Andrade AF	303
TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO CULTURAL DO WORC: UM QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA PARA ALTERAÇÕES DO MANGUITO ROTADOR Translation and Cultural Adaptation of WORC: a Quality-of-Life Questionnaire for Rotator Cuff Disorders Lopes AD, Stadniky SP, Masiero D, Carrera EF, Ciconelli RM, Griffin S	309
DEPRESSÃO E QUALIDADE DE VIDA EM PACIENTES COM FIBROMIALGIA Depression and Quality of Life Among Patients with Fibromyalgia Santos AMB, Assumpção A, Matsutani LA, Pereira CAB, Lage LV, Marques AP	317
CONTROLE DE MOVIMENTOS VOLUNTÁRIOS NO MEMBRO SUPERIOR NÃO PLÉGICO DE PORTADORES DE PARALISIA CEREBRAL HEMIPLÉGICA ESPÁSTICA Control of Voluntary Movements in the Non-Affected Upper Limb of Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy Patients Barela AMF e Almeida GL	325
DETERMINAÇÃO DO LIMAR DE ANAEROBIOSE DE IDOSOS SAUDÁVEIS: COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS Determination of Anaerobic Threshold in Healthy Elderly People: Comparison Between Different Methods Pozzi LG, Melo RC, Quitério RJ, Milan LA, Diniz CAR, Dias TCM, Oliveira L, Silva E e Catai AM	333
RELAÇÃO ENTRE A MOBILIDADE DO TORNOZELO E PÉ E A MAGNITUDE DA FORÇA VERTICAL DE REAÇÃO DO SOLO Relationship Between Ankle and Foot Mobility and the Magnitude of the Vertical Ground Reaction Force Vianna DL e Greve JMD	339
CRIAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO CORPORAL EM CRIANÇAS DE QUATRO, SEIS E OITO ANOS DE IDADE: UMA PERSPECTIVA FUNCIONAL Creation of a Balance Assessment Protocol of Balance for Four, Six and Eight-Year-Old Children: A Functional Perspective Cury RLMS e Magalhães LC	347
TESTE DE LABIRINTO: INSTRUMENTO DE ANÁLISE NA AQUISIÇÃO DE UMA HABILIDADE MOTORA Maze Test: Instrument for Analyzing the Acquisition of Motor Skills Souza DE, França FR e Campos TF	355
Normas Editoriais/Editorial Norms	

Breve relato da evolução da Revista Brasileira de Fisioterapia nos últimos anos

Em seus dez anos de existência, a **Revista Brasileira de Fisioterapia- RBF** passou por diversas mudanças. Entretanto, nos últimos anos estas mudanças foram mais evidentes e, acima de tudo, refletiram o grande avanço conquistado pela RBF, com apoio de toda comunidade científica. Esta evolução significativa merece ser ressaltada neste editorial:

Periodicidade: A RBF passou da periodicidade semestral para quadrimestral em 2002, e de quadrimestral para trimestral em 2006;

Indexações: A RBF foi indexada no LILACS em 2000, no SportDISCUS em 2003, no Cambridge Scientific Abstracts em 2004 e no SciELO em 2006. Encontra-se em processo de análise no CINAHL e poderá ser re-submetida para indexação no Medline;

Infra-estrutura: O espaço físico da RBF foi ampliado, contando atualmente com 53 m² e deverá ser ampliado novamente quando mudar para um outro prédio que está sendo reformado. Neste prédio ocuparemos 96,08 m². Três novos computadores foram adquiridos, duas impressoras e um *scanner*. O último projeto do CNPq permitiu a aquisição de um servidor para a implantação do sistema eletrônico de submissão de artigos;

Pessoal: A RBF conta atualmente com uma secretária executiva e duas bolsistas da UFSCar. A secretária executiva e uma das bolsistas receberam treinamento no Sistema de Editoração Eletrônico de Revistas - SEER, oferecido pelo IBICT, para implantação do sistema eletrônico de submissão de manuscritos, que deverá ser implantado brevemente;

Normatização: A partir de 2002 a RBF adotou o estilo Vancouver;

Regularidade: A RBF tem sido publicada regularmente nos últimos sete anos;

Financiamento: Nos últimos anos obtivemos apoio do CNPq por meio de dois projetos pessoais aprovados em chamadas de editoração científica, um deles está permitindo a implantação do sistema de editoração eletrônica de manuscritos. Um novo projeto foi submetido à FAPEMIG e ao CNPq em Julho e Agosto/2006, respectivamente. Com a indexação recente no SciELO, solicitaremos também apoio financeiro à FAPESP. O Centro de Ciências Biológicas e da Saúde e o Departamento de Fisioterapia oferecem pequeno apoio em verba de custeio. A partir de 2005 a RBF vem sendo apoiada financeiramente pelo CREFITO-3, o que permitiu a disponibilização de duas versões on-line: uma versão em inglês e outra em português. Todo o gerenciamento da verba da RBF é realizado pela Fundação de Apoio Institucional da UFSCar, que documenta, arquiva notas fiscais e todos os comprovantes e documentos e permite transparência na utilização dos recursos;

Processo de Revisão: Os processos de revisão encontram-se todos documentados e atualizados. O número de revisores foi elevado para três por manuscrito, com consulta ao editor da área em caso de necessidade de arbitragem para pareceres controversos. Os revisores passaram a receber os pareceres dos demais revisores. Esse foi um procedimento sugerido pelo Prof. Celso Carvalho da USP, para melhorar a visibilidade da revisão para os revisores do processo em questão. O roteiro de revisão foi aprimorado, tornando-se mais diretivo nos itens avaliados (agradecemos às Professoras da UFMG Marisa Cotta Mancini e Rosana Ferreira Sampaio, pela contribuição). Um novo roteiro para revisões sistemáticas e meta-análises está sendo elaborado também por essas professoras;

Banco de Revisores: Cresceu vertiginosamente e encontra-se atualmente com 496 participantes ativos. Os revisores, em sua maioria possuem título de doutor, estão cadastrados no CNPq e estão distribuídos por áreas de especialidade e por regiões do país;

Corpo de Editores/Editores Associados: é amplo, possui projeção nacional e internacional (22% dos editores associados são estrangeiros), é participativo e contribui regularmente com a política editorial por meio de reuniões virtuais e presenciais;

Artigos de Revisão: Submissão espontânea de artigos de revisão está temporariamente suspensa para permitir que artigos de autores de projeção internacional, que realmente tenham dado uma contribuição científica significativa sobre determinado tema, sejam publicados a convite. Esse é um exemplo da política editorial da RBF que visa melhorar a qualidade editorial do periódico, aumentando as suas chances para indexações internacionais. Embora revisões passivas ou opinativas não sejam aceitas pela RBF em nenhuma área, submissões serão aceitas para artigos de revisão sistemática e meta-análise. Num futuro próximo, publicaremos em detalhes as características a serem consideradas para a elaboração dos artigos de revisão sistemática e meta-análise;

Apoio aos Programas de Pós-Graduação: A RBF, periódico científico da área de Fisioterapia no Brasil indexado no SciELO, tem publicado artigos de pesquisadores de todos os Programas de Pós-graduação relacionados à área no país, bem como de áreas correlatas, e precisa continuar recebendo suporte de nossa comunidade científica.

Frente a esse panorama positivo, convidamos todos a participarem, com envolvimento crescente nas atividades da RBF!

Helenice Jane Cote Gil Coury
Sérgio Teixeira Fonseca
Tania de Fátima Salvini
Editores da Revista Brasileira de Fisioterapia

ISSUES IN AGING IN INDIVIDUALS WITH LIFE LONG DISABILITIES

Connolly BH

Department of Physical Therapy, Health Science Center, University of Tennessee, Memphis, Tennessee, USA

Correspondence to: Department of Physical Therapy, Health Science Center, University of Tennessee, 930 Madison Avenue, Suite 646, Memphis, Tennessee 38163, USA

Received: 06/03/2005 – Accepted: 07/04/2006

ABSTRACT

Introduction: The major research data and findings related to aging among persons with developmental disabilities are discussed. Topics addressed include prevalence and mortality rates, as well as the effects of aging on the sensory systems, the neuromusculoskeletal system and the cardiopulmonary system. The discussion also focuses on the clinical implications of these changes among aging individuals with developmental disabilities. **Conclusion:** Although the individual needs of persons with developmental disabilities vary greatly, knowledge of the effects of aging on this group of individuals can facilitate more effective healthcare by physical therapists for all adults with developmental disabilities.

Key words: aging, developmental disabilities, sensory system, neuromusculoskeletal system, cardiopulmonary system.

RESUMO

Tópicos Sobre o Envelhecimento em Indivíduos com Incapacidades Prévias

Introdução: Os dados de pesquisa mais importantes e seus resultados relacionados ao envelhecimento de pessoas com incapacidades prévias são aqui discutidos. Os tópicos abordados incluem a prevalência e os índices de mortalidade, bem como os efeitos do envelhecimento sobre os sistemas sensitivos, músculo-esquelético e cardiopulmonar. A discussão também aborda as implicações clínicas destas mudanças no indivíduo que envelhece sendo portador de uma incapacidade prévia. **Conclusão:** Embora as necessidades individuais de pessoas com incapacidades variem muito, o conhecimento dos efeitos do envelhecimento neste grupo de indivíduos pode promover o uso de cuidados de saúde mais eficientes pelos fisioterapeutas que cuidam de adultos com incapacidades prévias.

Palavras-chave: envelhecimento, incapacidades prévias, sistema sensitivo, sistema neuromusculoesquelético, sistema cardiopulmonar.

INTRODUCTION

Interest in the management of individuals with lifelong disabilities is growing. The number of adults with lifelong disabilities also continues to grow due to advances in medical management and to increased life expectancies in the adult population in general^{1,2}. According to a 1997 United States of America (USA) Bureau of the Census report, nearly 54 million citizens have an activity limitation/disability associated with a long-term physical, sensory, or cognitive condition³. This increase also has been reported in other countries (e.g. Italy, Canada, Australia, and England)⁴⁻⁶. Individuals with developmental disabilities are being served in the community and are frequently living to be more than 60 years old^{7,8}. However, services for adults with lifelong disabilities are often inadequate even in developed countries^{5,9,10}.

In pediatric rehabilitation, the tenet that children cannot be addressed as if they were small adults has been widely embraced. However, the difficulty in transition of services for the child with developmental disabilities to services for the adult with developmental disabilities has not been fully explored or perhaps appreciated by occupational or physical therapists with pediatric experience. Additionally, therapists in adult practice settings may be presented with unique problems in the adult with developmental disabilities that they are not prepared to address. Although individual needs of persons with developmental disabilities vary greatly, knowledge of the effects of aging on this group of individuals can facilitate more effective health care by occupational therapists and physical therapists for individuals of all ages with developmental disabilities.

DEFINING THE POPULATION

Definition of Developmental Disabilities and Mental Retardation

Developmental disability can be defined as: “a severe chronic disability of a person which: (1) is attributable to a mental or physical impairment (or a combination of impairments); (2) is manifest before age 22; (3) is likely to continue indefinitely; (4) results in substantial functional limitations in three or more of the following areas: self care, receptive and expressive language, learning, mobility, self direction, capacity for independent living or economic self sufficiency; and (5) reflects a need for a combination and sequence of special, interdisciplinary or generic care, treatment or other services which are (a) of lifelong or extended duration and are (b) individually planned and coordinated”¹¹.

Mental retardation refers to substantial limitations in functioning of an individual. It is characterized by significantly sub-average intellectual functioning, existing concurrently with related limitations in two or more of the following applicable adaptive skill areas: communication, self-care, home living, social skills, community use, self-direction, health and safety, functional academics, leisure, and work¹².

Although developmental disabilities and mental retardation have been carefully delineated, the definition of “aged” as applied to these populations is not as clear. Aging typically has been defined using a normative-statistical approach (chronological age), while others have used a biological approach related to signs and symptoms of aging. Thus, inconsistencies in the operational definitions for aging in individuals with disabilities were found by Janicki and Hogg¹³. In individuals with lifelong disabilities such as Down syndrome, aging may begin as early as 35 years. Research has shown that almost all adults with Down syndrome over the age of 35 years develop Alzheimer neuropathology^{14,15}. Burt et al. found that adults with Down syndrome showed evidence of loss of previously attained adaptive skills more frequently than individuals with mental retardation, but without Down syndrome¹⁶. Additionally, Burt et al.¹⁶ found that 8 of 61 adults with Down syndrome in their study had symptoms of dementia whereas none of the comparison subjects had diagnosable dementia. For adults with Down syndrome over 55 years of age, the incidence of Alzheimer’s disease has been estimated at 45%¹⁷. Evenhuis¹⁸, found an even greater percentage of individuals with Down syndrome with dementia (88%) in his prospective study of 17 individuals followed from the time of institutionalization to death. Two studies based on postmortem examinations seem to indicate that individuals with MR (but without Down syndrome) may be at risk for Alzheimer’s disease at ages roughly comparable to those of adults without MR^{19,20}. Janicki and associates^{13, 21} also documented that individuals with MR and cerebral palsy may experience effects of aging on mobility and activities

of daily living (ADLs) earlier than individuals without MR. However, most researchers have selected the mid-50s as a definition of “aged” in adults with developmental disabilities based on observations of changing functional status in normative age-related activities²².

Life Expectancy

Life expectancy for all individuals with developmental disabilities has increased but is less than for the general population^{7,24-30}. For example, the lifespan for individuals with Down syndrome has increased from 9 years of age in 1949 to approximately 55 years today³¹. Jacobson et al.³² found the greatest life expectancy to be in women, people who are ambulatory and/or have mild levels of mental retardation, and those who have remained in community settings. O’Brien et al.³³ found a significantly higher mortality rate in individuals with developmental disabilities between 1974 - 1979 when compared to 1980 - 1985. Heart disease and cancer were found to be the most common causes of death in individuals with mild, moderate, or severe mental retardation in both these time periods. Additionally, respiratory disease was found to be the most common cause of death in individuals with profound mental retardation³³. In 1999, Shavelle and Strauss³⁴ in a study of 1,812 persons who had left institutions to move into the community found that the community death rate was 88% higher than expected for comparable persons living in institutions. They also found that relative mortality in the community seemed to be greatest among the highest functioning persons. Causes of death included diseases of circulation, cancer, pneumonia, aspiration pneumonia, choking, trauma, and cardiac arrest (in some cases due to infection). Hemming et al.⁷ in a study of 341 individuals in England (born between 1930 - 1960) found that almost 85% of the cohort survived to age 50 years. Female adults survived better than male adults. In contrast to Shavelle and Strauss³⁴ study, fewer deaths due to injuries and accidents were found in the cohort than would have been expected in the general population.

As individuals with developmental disabilities age, they experience age-related disorders similar to individuals without developmental disabilities³⁵. However, in addition to these disorders, a variety of secondary medical problems that may contribute to mortality have been described. Secondary medical problems identified by Buehler et al.³⁶ in a study of 610 adults with developmental disabilities, primarily from community settings, included obesity, chronic skin problems, hygiene related problems, and early aging. (Figure 1) Hemming et al.⁷ found the most common underlying causes of death to be diseases of the circulatory system, neoplasms, and disease of the digestive or nervous system.

Kapell et al.³⁵ found that people with MR had a greater incidence of hypothyroidism and non-ischemic heart disease when compared with their age and gender matched peers

in the general population. Anderson³⁷, in a study of older adults with MR who lived in community settings, found that the most common chronic health problems included high blood pressure, arthritis, heart disease, and glaucoma/ cataracts. These disorders were consistent with the top three health problems noted in the general population of persons of similar ages.



Figure 1. Obesity in individual with developmental disabilities.

EFFECTS OF AGING ON THE SENSES

Even minor functional changes of aging in areas such as vision, hearing, and vestibular functioning may cause major problems for individuals who have had lifelong developmental disabilities. An understanding of how some of the general needs of these individuals can be served by medical and community systems is essential for occupational therapists and physical therapists who serve this population.

Vision

Age- related loss in the photoreceptors and decreased function of the ganglion cells within the retina have been shown to occur in individuals³⁸. Additionally, aging has been shown to affect the integrity of the visual fields, dark adaptation, and color vision with some loss over the entire color spectrum by the fourth decade^{39,40}. With aging, the pupillary responses have been noted to decrease, as well as the size of the resting pupil⁴¹. Cohen and Lessell³⁹ reported that with aging, con-

vergence is compromised, ptosis is seen, and a symmetric restriction in upward gaze is experienced. Additionally, visual loss with aging may occur due to glaucoma, macular degeneration, and diabetic retinopathy. More commonly, visual losses may be due to cataracts which occur in 46% of individuals between the ages of 75-85 years⁴².

Implications for persons with developmental disabilities

While specific information about the prevalence of visual problems in individuals with developmental disabilities is not available, it is likely that a greater number of people with developmental disabilities have uncorrected or unidentified visual problems than in the general population⁴³. Good et al.⁴⁴ reported that the incidence of cortical visual impairment (CVI) is increasing in children with neurological deficits. These authors speculated that better medical care has lowered the mortality rate of children with severe neurological problems and thus these children survive for longer periods of time. Although, the residual vision of the child with CVI often improves over time, the child may be left with diminished visual acuity. Additionally, adults with Down syndrome are at greater than normal risk for eye disorders such as cataracts, which also seem to occur at an earlier age than for matched age peers⁴⁵. Cataracts are speculated to occur in about 50% of adults with Down syndrome. Table 1 presents the percentage of individuals with Down syndrome who present with visual impairment compared to the general population and to individuals with mental challenges who are non-Down syndrome.

Table 1. Visual Impairments in the General Population and in Individuals with Mental Retardation³⁵.

National Health Interview Survey	Level of Mental Retardation	Down Syndrome	Non-Down Syndrome
General Population	Mild/Moderate		
4.9%	45-64 years	16.2%	8.9%
6.5%	65-74 years	50%	16.7%
	Severe/Profound		
4.9%	45 – 64 years	39.2%	17.7%
6.5%	65 – 74 years	75%	17.6%

Another factor that may contribute to a high number of individuals with developmental disabilities having undiagnosed visual problems is the examiner's difficulty in gathering subjective information from the individual. The extent of visual loss may not be identifiable if the individual cannot respond to a standard eye chart consisting of letters, numbers, or words. In general, physiological changes in tandem with environmental and pre-existing disease factors

in individuals with life-long disabilities may cause greater impairments in vision than would be anticipated in the general population⁴⁶. Signs that might indicate a change in vision include rubbing the eyes, squinting, shutting or covering one eye, or tilting the head. Changes in daily functions such as stumbling during gait, hesitancy on steps or curbs, holding reading materials closer than usual, or sitting close to the television also might suggest visual changes.

Considerations that need to be made for individuals with developmental disabilities may include: early cataract removal before declining function impairs the individual's ability to cooperate with post-operative care; soft lighting; reduced glare in the environment; use of color; use of high contrast; or referral to a low-vision rehabilitation specialist. Reinforcement with tactile or verbal cues also may be necessary to improve visual responses.

Hearing

Prevalence studies indicate that 25 – 40% of individuals over the age of 65 years exhibit some degree of hearing loss with the most common cause of sensorineural hearing loss being presbycusis⁴⁷. Presbycusis can be related to a number of factors including: cellular aging in the peripheral, auditory, and CNS pathways; acoustic trauma; cardiovascular disease; and cumulative effects of ototoxic medications^{48,49}. Problems noted with presbycusis include a slowly progressive bilateral hearing loss, difficulty with word recognition, and a decline in perceptual processing of the temporal characteristics of speech.

Implications for persons with developmental disabilities

Conductive hearing losses can occur due to external ear disease and acute or chronic diseases of the middle ear. Otitis media (ie. inflammation of the middle ear) is one of the most common causes of conductive hearing loss. Individuals with developmental disabilities may be more likely to develop this type of hearing loss than the general population due to the occurrence of repeated otitis media that is undetected and untreated⁵⁰. In particular, many people with Down syndrome have conductive hearing loss resulting from frequent middle ear infections in childhood⁵¹. Individuals with Down syndrome also have a propensity to sensorineural hearing loss which is associated with the general aging population. However, the sensorineural hearing loss in individuals with Down syndrome can begin to develop during the 2nd decade of life.

Many adults with developmental disabilities can “hide” a hearing loss due to their limited communication abilities and sheltered life styles. Therefore, many aging adults with developmental disabilities may have an undetected hearing loss that interferes with an already limited communication ability and contributes to social isolation and depression. Seltzer and Luchterhand⁵² found that over half of the consumers who had been evaluated at the Aging and Developmental Disabilities

Clinic had significant hearing losses. Yet, for many of these individuals, the family and local service providers had not suspected a hearing loss. Clinical signs that might indicate a hearing loss include turning up the TV or radio very loud, speaking loudly, responding to questions inappropriately, or becoming confused in noisy environments.

Considering the possibility of a greater incidence of hearing losses in adults with developmental disabilities, health care providers should insist on audiologic testing for all individuals with developmental disabilities. However, the testing should be done by an audiologist with special training in evaluating persons with mental retardation or developmental disabilities. Hearing aids can be helpful in increasing responsiveness to sound, but only if tolerated by the wearer. For those who cannot tolerate hearing aids, functional hearing can be improved through minimizing background noise, facing the person being spoken to, and speaking slowly with good articulation. If the hearing loss is identified early, communication through use of sign language or augmentative communication might be used as an alternative strategy.

Taste and Smell

Evidence suggests that some older individuals experience less pleasure during meals due to impaired taste and smell which results from higher thresholds for these senses⁵³. Increases in the thresholds of taste and smell may make food seem tasteless and less appealing. For individuals with developmental disabilities, this may cause changes in their oral motor skills, eating habits, and nutritional intake. A decreased appetite also may result as a side effect from some medications. With either of these two problems (decrease in taste and smell perceptions and side effects from medication), a lack of interest in food may occur and the nutritional health of the individual may be affected.

Implications for persons with developmental disabilities

Being under ideal body weight can be a problem for up to 25% of people with developmental disabilities⁵⁴. In particular those individuals with lower levels of cognitive functioning and those with multiple disabilities and feeding difficulties are typically underweight. The lack of interest in eating because of changes in taste and smell in these individuals may lead to further debilitation, susceptibility to opportunistic infections, and even death. Nutritional supplements may be necessary for maintaining ideal body weight and meeting daily nutritional requirements. Additionally, emphasis should be placed on the visual appearance of food as well as on texture to increase the meal's appeal. Separating food rather than mixing food on a plate and varying textures of food might be actions to take to increase one's interest in eating. Use of condiments, other than salt, also may be used to increase overall flavor.

Dental problems also may cause problems with eating in individuals with developmental disabilities. The greatest dental problem faced by the adult with developmental disa-

bilities is periodontal disease⁵⁵. The incidence of severe, destructive periodontal disease in individuals with DS may be as high as 96%⁵⁶. In this population, the disease is usually in evidence by the 3rd decade of life. The immunologic deficiencies in persons with DS may be related to the increased prevalence and severity of periodontal disease^{57,58}.

Somatosensory

Although the degree of change may vary in individuals, touch and the related senses of proprioception and kinesthesia appear to decrease with age. Age related changes that contribute to problems with touch and position sense have been noted in the peripheral nervous system both anatomically as well as physiologically⁵⁹⁻⁶². Additionally, action potentials may take longer than usual to reach the central nervous system in the aging adult. This delay is due to a gradual shortening of the internodal length that contributes to an increased conduction velocity.

Quantitative studies have shown that a progressive impairment of sensory detection occurs with aging. An example of this gradual decline is the perception of touch /pressure which approaches a fourfold reduction in men over age 40 years⁶³. Schmidt et al.⁶¹ found an age related decline in response to “flutter” and “tap”, which they related to changes in the peripheral sensory units rather than conduction along the afferent nerves.

Proprioception has been reported as being similar in young and older subjects without disabilities⁶⁴. However, passive movement thresholds have been reported to be twice as high for the hip, knee, and ankle in subjects over 50 years of age compared with subjects less than 40 years of age⁶⁵. No change in upper extremity perception was noted. Skinner et al.⁶⁶, in a study of knee joint position sense, found that the abilities to reproduce passive knee position and to detect motion deteriorated with age.

Implications for persons with developmental disabilities

Loss of somatosensory function in aging adults with developmental disabilities may be devastating. For the individual who depends on tactile input to guide movement, the decrease in tactile function may lead to decreases in movement and possibly result in immobility. For example, the individual may no longer be able to access communication boards or to independently propel a wheelchair without sustaining injuries to the upper extremities. (Figure 2).

With the loss of proprioceptive abilities, particularly in the lower extremities, functional patterns of movement may be lost. For example, many adults with neuromotor disorders propel their wheelchairs with their feet. (Figure 3). If joint sense is decreased or lost in the hips, knees, and ankles, the coordination needed for efficiently moving from one place to another in the wheelchair may be compromised. If the individual is ambulatory, a loss of proprioceptive abilities with age may necessitate use of a different is ambulatory, a loss



Figure 2. Use of abnormal posturing to access hand held controls.



Figure 3. Individual propelling wheelchair using feet.

of proprioceptive abilities with age may necessitate use of a different type of ambulation assist, such as a walker rather than crutches or canes. Assistance from another person during ambulation may be necessary for some individuals who are not longer “safe” during independent ambulation due to loss of proprioceptive function.

EFFECTS OF AGING ON THE NEURO-MUSCULOSKELETAL SYSTEM

Flexibility

Changes in collagen are a biological cause for decreases in flexibility as one ages. With age, collagen fibers become irregular in shape owing to cross-linking. This pattern results in a decreased linear pull relationship in the collagen tissue and leads to a decreased mobility in the body's tissues⁶⁷. Poor nutrition also may lead to collagen changes and this problem maybe seen in the population with developmental disabilities. In particular, deficiency of Vitamin C appears to interfere with normal tissue integrity and may affect muscle functioning and elasticity of collagen.

Muscles, skin, and tendons become less flexible and mobile as one ages. The spine also becomes less flexible due to collagen changes in the annulus and to decreased water content in the nucleus pulposa. Furthermore, osteoporotic changes in the vertebral bones may lead to fractures of the vertebrae, increased collagen scarring, and decreased flexibility of the spine.

Hypokinesia or decreased activity can be a functional cause of loss of flexibility. Older individuals who remain sitting or immobile for long periods of time may develop tightness in those muscles that are shortened in that particular position and which may form collagenous adhesions. In particular, decreased passive and active range of motion particularly in the flexor musculature may be seen in elders who sit for extended periods of time during the day.

Implications for persons with developmental disabilities

Loss of flexibility in the aging adult with developmental disabilities may be even more dramatic than for the typical aging adult. In individuals with neuromotor disorders, loss of flexibility may be considered a secondary condition. A secondary condition is defined as an injury, impairment, functional limitation, or disability that occurs as a result of the primary pathology⁶⁸. These secondary conditions in older persons with cerebral palsy (CP) may be seen due to multiple body systems which were affected during the developmental years. If the individual has been inactive, adequate bone density and mass may not have been developed at a younger age. Therefore, that individual is likely to experience an accelerated loss of bone density and mass with age. Recently a link between lifelong use of Dilantin and osteoporosis has been documented⁶⁹. This risk appears to be particularly high in individuals who are non-ambulatory or sedentary. Many physicians recommend that regular periods of sunlight be part of a daily schedule to offset the effects of Dilantin on bone loss in those individuals who are at greatest risk. Additionally, persons with neuromotor problems may be at an increased risk for osteoporosis due to limitations in mobility, inadequate calcium intake in the diet, and decreased sun exposure leading to low circulating levels of vitamin D⁷⁰. In

1998, Center, Beange and McElduff⁷¹ in a study of men and women with mental retardation with a mean age of 35 years found a bone mineral density more than 2 standard deviations below that of an age and gender matched population. Osteoporotic risk factors include low body weight, small body size, hypogonadism, endocrine disorders, sedentary lifestyle, and poor nutrition. All of these factors commonly are found in individuals with developmental disabilities.

A pathological cause of loss of flexibility in persons of any age is arthritis. Osteoarthritis (OA), a commonly occurring disorder in the elderly, is characterized by deterioration of articular cartilage and formation of new bone in the subchondral areas as well as at the margins of the joint⁷². Arthritic changes in the joints of aging adults with developmental disabilities may be noted at even earlier ages. Osteoarthritis has been cited as a cause of pain as well as loss of flexibility in individuals with CP^{10,73}. The increasing biomechanical stress on multiple joints in individuals with severe neuromuscular dysfunctions or bony abnormalities may increase the incidence and likelihood of OA. Murphy et al.¹⁰ speculated that the development of pain in weight bearing joints in adults with CP was a sign of early degenerative arthritis. Cathels and Reddihough⁷³ found clinical evidence of arthritis in 27% of a group of 149 adolescents and young adults with CP. Individuals who walked were more affected than those who did not walk. Trauma to a joint predisposes it to OA, as has been noted in the high incidence of OA in the shoulders and elbows of baseball pitchers, ankles of ballet dancers, and knees of basketball players. Therefore, disturbances of the joint mechanics or repeated abnormal stresses to a joint in those individuals who are ambulatory may predispose them to early onset OA. Pain and weakness usually are associated with OA, but in individuals with developmental disabilities who cannot communicate easily, these symptoms may be missed or misinterpreted⁷⁴.

Arthritic changes in different joints also may lead to loss of functional abilities in individuals with developmental disabilities. For example, the ability to transfer oneself from a wheelchair to the bed or tub may become extremely difficult if soreness in the shoulders, elbows, and wrists is experienced. Many individuals who were ambulatory may opt to use a wheelchair if pain is experienced in the spine, hips, knees, or ankles during walking activities. Additionally, more adaptive equipment may be necessary in the home in order for the person to be as independent as possible with activities of daily living.

Strength

Muscle strength, as defined by the ability to produce force or torque, declines with age in both men and women⁷⁵⁻⁷⁸. A common change noted in aging muscle is reduction of mass, from 25% to 43%, depending upon the activity level of the individual⁷⁹. Additionally, decreased strength may be due to smaller numbers of muscle fibers and muscle motor

units, as well as a decrease in size of the muscle fibers. Functioning motoneurons also appear to decline with aging and thus problems may be noted in coordination and speed of muscle contraction.

Decreases in muscle strength as a person ages may be related to decreased time spent in vigorous work or athletic activities. Some studies have shown a loss of 18 - 20 percent of maximum force by age 65 years while others demonstrate a loss of up to 40 percent⁸⁰. Muscles that appear most likely to show a decrease in muscle strength during periods of inactivity are the active antigravity muscles, such as the quadriceps, hip extensors, ankle dorsiflexors, latissimus dorsi, and triceps.

Implications for persons with developmental disabilities

Individuals with physical disabilities have been noted to experience additional problems in the musculoskeletal system as they age^{62,64,81}. The musculoskeletal problems may be related to deformities such as subluxations and dislocations of the hip, abnormalities of the foot, patella alta, scoliosis, pelvic obliquity, and contractures. These musculoskeletal problems may cause secondary conditions, such as decreased strength, due to the inability of the individual to move in a variety of patterns.

Strauss et al.²⁸ in their study of 8733 persons with cerebral palsy found that among young adults (age 20), 39% were able to walk well without support at least 20 feet, while 35% did not walk even with support. However, at age 60, only 25% were able to walk well along and 40% did not walk at all. These researchers speculated that therapeutic approaches should be designed to promote muscle strengthening in order to avoid surgical procedure that produce muscle weakening. They also speculated that loss of muscle strength in individuals who have had difficulty with movement all of their lives may be even greater than that expected solely due to the aging process. Janicki and Jacobson⁸², in a study of over 10,000 individuals who were mentally challenged, found that a decline in motoric skills began at about 50 years of age, even for those who were mild to moderately challenged. Among those who were more severely and profoundly challenged, motoric skills remained relatively stable until they reached the late 70's. However, this delayed decline was related most probably to more limited motoric abilities even at younger ages when compared with the individuals with mild to moderate mental retardation. How the aging process affects the "strength" of persons with neuromotor problems has not been well studied. However, it appears that at least some persons with neuromotor problems experience increasing problems with movement as they age.

Strength training is a popular form of exercise for individuals both with and without disabilities. However, questions have been raised over time about the appropriateness of such programs with individuals with spasticity. Andersson et al.⁸³ found that a progressive strength training program

provided significant improvement in isometric strength (hip extensors $P=0.006$, hip abductors $P=0.01$) and in isokinetic concentric work at 30°/s (knee extensors $P=0.02$) in individuals (ages 25 – 47 years) with spastic diplegia. The results of the intervention also revealed significant improvements in the Gross Motor Function Measure dimensions D (standing) and E (walking, running and jumping) as well as in the Timed Up and Go test. No increase in spasticity as measured by the modified Ashworth Scale was noted in individuals who underwent strength training.

Therefore, as with most adults, moderate regular exercise is essential for maintaining mobility in adults with developmental disabilities. Loss of even a small amount of strength may lead to loss of functional abilities in this population because of the very sensitive balance between muscle groups that has been developed over time for some functional activities. Weakness can result in loss of functional abilities, such as climbing stairs²⁸, transferring, or getting out from a chair. Additional, increased occurrences of complications such as pressure sores, contractures¹⁰, and pneumonia may result from immobility in some adults who have lifelong limitations in movement. Bed rest or chair rest should be avoided if at all possible and gross motor activities should be included as a part of the day's activities.

Posture and Positioning

Upright posture, either in sitting or in standing, seems to demonstrate the most noticeable changes as one ages. Sitting postures change in many older adults with the head held forward, the shoulders rounded, and the upper back kyphotic. In sitting or standing, a flatter lumbar lordosis may be seen in the low back. In standing, flexion at the hips and knees may be more noticeable. These changes in the spine and in the lower extremities most frequently are caused by changes in the intervertebral disk⁸⁴⁻⁸⁸ as well as to decreased mobility or hypokinesia⁸⁹.

Implications for persons with developmental disabilities

The spine may be a focal point of difficulty with persons with lifelong disabilities. A scoliosis that has been present since childhood may further progress as the individual ages.

In particular, older persons with CP who have been immobile or relatively inactive may not have developed adequate bone density and mass at a younger age and are likely to experience an accelerated loss of bone density and mass as they age. Individuals with severe scoliosis (eg. > 45°)⁹⁰ may have increasing problems with mobility and hygiene care resulting in greater dependency on care givers^{91, 92}. Murphy et al.¹⁰ found scoliosis present in over half of their study population with severe scoliosis especially common in the nonambulatory group. (Figure 4).

In individuals who have taken medications for seizure disorders, a decrement in bone mineral density may be noted. Hauser and Hesdorffer⁹³ found a high coexistence of seizures

and cerebral palsy and stated that individuals with both these disorders are at a greater risk for osteoporosis than would be anticipated. This increased risk for osteoporosis may cause a predisposition for fracture rates at earlier ages than in the general population. For example, compression fractures of the spine may be noted with increased frequency in those individuals with seizure and neuromotor disorders and the resultant pain from the fractures may further contribute to hypokinesia.



Figure 4. Severe scoliosis in adult with developmental disability.

Clinical suggestions for older individuals with developmental disabilities are similar to those given to other aging individuals. Increased activity in positions other than supine or sitting are suggested along with increased weight bearing positions. Caution, however, must be taken regarding the amount of stress that is placed on joints that have been misaligned for many decades. In many cases, therapists and others dealing with aging individuals with developmental disabilities must realize that they are dealing with structures that have never been “normal”. Therefore, some procedures used with geriatric clients without developmental disabilities or with children with developmental disabilities may not be appropriate. For example, placing an individual with a severe scoliosis in a sidelying position should be attempted only with close supervision since fractures of the rib cage may occur due to long term osteoporosis. Stretching of contractures that have been long term also should be performed with much caution due to the risk of fracture if undue pressure is placed around the joint.

Fractures

Fractures have been documented as occurring at any time during the lifespan of an individual with CP^{70,94-96}. Fractures may occur due to a variety of reasons with the combination of osteoporosis, long lever arms, and contractures being cited as increasing the risk of non-traumatic fractures. Brunner and Doderlein⁹⁶ identified a total of 54 non-traumatic fractures in 37 individuals with CP over a 20 year period of time. The fractures were found to have occurred between the ages of 12 – 16 years with the most common site being the supracondylar region of the distal femur. These researchers identified hip dislocations or contractures of major joints as being predisposing factors to the fractures. Furthermore, they found that 41% of the fractures occurred within 9 months of surgery and that the majority of the fractures occurred during physical therapy intervention. The fractures not associated with surgery occurred during activities of daily living. Brunner and Doderlein⁹⁶ also described stress fractures occurring at the patella associated with a crouched gait and over-activation of the quadriceps. These findings further illustrate the importance of maintaining good “bone” health in individuals with CP through exercise, strengthening, and prevention of injuries.

Gait and Balance

Changes in stance and gait with aging may be affected by changes in (1) the ability of the body to carry out the appropriate response via the effector system (strength, range of motion, flexibility, and endurance), (2) processing of input from the visual, vestibular, and somatosensory (primarily proprioceptive) systems and, (3) central processing or the ability of the body to determine, in advance, the correct appropriate sequence of responses. Changes noted with aging via the effector system include: mild rigidity; slowed postural reaction times; decreased stride length; increased stride width; decreased accuracy and speed; decreased vertical displacement; decreased excursion of legs during swing phase; decreased rotation of the trunk; and decreased velocity of limb motions⁹⁷. Additionally, decreased back extension and neck range of motion may interfere with upright posture and balance. Schenkman⁹⁸ reported that loss of flexibility may lead to impaired response strategies during stance and ambulation which could result in falls.

Inadequate processing of proprioceptive input may interfere with the adequate processing of information regarding motion of the body with respect to the support surface and to motion of the body segments and lead to poor balance. Additionally, older adults may have increased response times due to poor central processing of sensory information⁹⁹⁻¹⁰¹. This delay in response has been speculated as contributing to instability during stance and ambulation in older persons who fall. For example, a loss of balance was noted in older subjects during a study in which they were asked to quickly

perform unilateral knee flexion during standing⁹⁹. Data from this study suggested that changes in coordination of movement and in posture were age related. Different strategies for responding to unexpected postural perturbations also have been noted in older adults in comparison with healthy young adults. A higher incidence of proximal to distal sequencing has been noted in older adults than in young adults¹⁰⁰. This change in the sequencing pattern has been speculated as being an indicator of altered postural control and central processing in the older adult.

Implications for persons with developmental disabilities

As persons with developmental disabilities become older, they become more like those in their non-disabled peer group in relationship to gait and balance problems. Problems may be noted in walking due to presence of arthritis and bunions (which have a 90% incidence in persons with Down syndrome)¹⁰². Years of toe walking and cavus foot deformities in some individuals can lead to pain in the metatarsal heads and difficulty during walking. (Figure 5). However, in persons with CP, ambulation and balance appear to decline at an earlier age than in the general population due to earlier declines in the vestibular system¹⁰³. The risk of falling, therefore, may occur at an earlier age as well. Center et al.⁷¹ found that falls were the 2nd most likely cause of injury in a group of persons with MR who were institutionalized. These researchers found that individuals with MR were 3.5 times more likely to have a fracture than the general population. Additionally, the fracture rate was higher among those who could ambulate independently and among those who needed assistive devices to ambulate. Persons with CP also are at an increased risk for falls and fractures than their contemporaries and therefore may become less mobile at an earlier age¹⁰⁴. A further complication for persons with neuromotor problems is the deconditioning that occurs after a hip fracture or dislocation that necessitates a reduction in the daily amount of gross motor activity. Some individuals who were ambulatory prior to a hip fracture may never again attain the coordination or endurance needed for independent ambulation. Compression fractures of the spine also may contribute to pain and loss of upright mobility. For older individuals who have lost functional ambulation, consideration should be given for use of a wheelchair or other adaptive equipment.

Although independent ambulation may not be possible for the older individual with developmental disabilities, daily amounts of moderate regular exercise are essential to maintain mobility. Appropriate exercise can improve strength, flexibility and balance, and therefore reduce the chance of future falls and injuries. Additionally, research has shown that the presence of mobility and ambulation appears to influence the risk of mortality in persons with mental retardation regardless of living arrangements^{4,28,105,106}.



Figure 5. Long standing deformity of foot.

Cardiopulmonary changes during the Aging Process

Anatomic and Physiologic changes

Most researchers agree that changes in cardiac and pulmonary function occur as one ages, regardless of life style. Beginning at about 24 years of age, persons begin having a progressive decrease in chest wall and bronchiolar compliance due to structural changes in the bones, cartilage and elastic structures¹⁰⁷. As has been discussed previously, cross-linking of collagen fibers occurs and a decrease in resiliency of elastic and cartilaginous tissue occurs. The elastic fibers in the lungs also are compromised resulting in increased lung compliance and decreased elastic recoil^{108,109}.

A decreased efficiency of gas exchange occurs as one ages due to loss of tissue from the alveolar walls and septa as well as an increase in the size and number of alveolar fenestra^{110,111}. These changes contribute to a decreased surface area available for gas exchange. Additionally, an increase in the work of breathing occurs due to increased rigidity of the conducting tubules, changes in smooth muscle structure, and increased thickness of the mucosal bed^{112,113}.

The total lung compliance changes that are noted with age have an important impact on the pulmonary function of an individual. Vital capacity declines while functional residual capacity and residual volume increase with advancing age¹¹⁴. The vital capacity for a 65 year old has been found to be about 77% of that of a 25 year old. In contrast, the percentage of the total lung capacity that is residual volume in the 65 year old rises to 38.5% from 29.5% for women and 34.5% from 25.3% for men when comparisons are made with 25 year old individuals. Forced expiratory volume also decreases as one ages due to a loss of elastic recoil. The percentage of vital capacity that an individual can force out of the lungs in one second is about 84% in the 25 year- old individual,

but only approximately 74 - 77% in the elderly. However, the closing volume, which is the lung volume at which small airways begin to close, increases with age. The decrease in forced expiratory volume and the increase in closing volume contribute to the presence of physiologic and anatomic dead space in the lungs, thus, leading to decreased oxygenation of the blood.

Pulmonary gas exchange functions also are affected by age. Reduced distribution of blood flow in the lung is realized due to increased resistance to gas exchange in the small pulmonary blood vessels. These changes contribute to an increase in the mean pulmonary arterial pressure, reduction of the diffusion capacity, and less circulation in the aerated portions of the lungs.

Implications for persons with developmental disabilities

Kapell et al.³⁵ found that people with MR have a greater incidence of non-ischemic heart disease when compared with their age and gender matched peers in the general population.

Additionally Anderson³⁷ found that the most common chronic health problems in older adults with MR who lived in community settings included high blood pressure and heart disease. However, the prevalence of other types of heart and pulmonary disease is unknown among persons with developmental disabilities. For some individuals with developmental disabilities, the risk for some of the age - associated problems such as high cholesterol may actually be less than for the general population due to restrictions in lifestyle such as the inability to smoke, drink alcohol, or overeat. (Table 2).

Exercise programs are as important in improving cardiovascular fitness in persons with developmental disabilities as in the general population. Evidence exists that minimally supervised exercise programs for adults with developmental disabilities can result in improved cardiovascular fitness¹¹⁶⁻¹¹⁸. For persons with severe physical disabilities, the physical, occupational, or recreational therapist should be consulted during the development of the exercise program.

For more minimally involved individuals, adapted physical education curriculums may be appropriate.

Persons with developmental disabilities have other problems, however, with respiratory diseases. Respiratory disease, historically, has been a major cause of death in individuals with developmental disabilities. The increased mortality in the developmentally disabled population due to respiratory infections is attributed to the presence of cerebral palsy, epilepsy, and reduced efficiency in coughing, feeding, and breathing²⁵. Ferrang, Johnson, and Ferrara¹¹⁹ found that over half of adults with cerebral palsy in their study had more problems with feeding as they aged. Many of the adults interviewed reported that they were experiencing less control of their tongue than in the past and that often food slid uncontrollably down the throat resulting in coughing and gagging. These changes certainly could lead to aspiration and pneumonia in some persons. These oral motor problems appear particularly common in individuals with spastic type cerebral palsy¹²⁰. For individuals with Down syndrome, respiratory disease, infection, congenital heart disease, or a combination of the three are the major causes of death¹²¹.

Cognitive Changes in Individuals with Down syndrome

Cognitive changes in about 1/3 of individuals with Down syndrome after age 35 years have been noted¹⁵. These cognitive changes have been associated with neuropathological changes in the brain of individuals with Down syndrome and with signs similar to patterns seen with Alzheimer's Disease. Wisniewski et al.¹⁵ identified loss of vocabulary, recent memory loss, impaired short-term visual retention, difficulty in object identification, and loss of interest in surroundings as early cognitive changes. Dalton and Crapper¹²² described memory loss in persons with Down syndrome ages 39 - 58 years over a 3 year period of time. Four of the 11 subjects deteriorated over the 3 years to the point that they could no longer learn a simple discrimination task. Fenner et al.¹²³ found that the greatest decline in function was in a 45 - 49 year-

Table 2. Hypertension and Ischemic Heart Disease in the General Population and in Individuals with Developmental Disabilities³⁶.

Pathology	National Health Interview Survey ¹¹⁵ (General Population)	Down Syndrome	Individuals with DD (Non- Down Syndrome)
Hypertension			
45 - 64 years	21.7%	1.7%	23.6%
65 - 74 years	34.3%	9.1%	21.7%
Ischemic Heart Disease			
45 - 64 years	4.6%	3.4%	4.1%
65 - 74 years	13.2%	9.1%	13.0%

old group. Fortunately, Hewitt and Jancar¹²⁴ found that less than 50% of persons with Down syndrome will develop dementia symptoms associated with Alzheimer's disease.

Physical therapists and occupational therapists should be aware of early signs of dementia in persons with Down syndrome and be prepared to intervene as necessary to retain as much adaptive functioning as possible. Higher functioning persons with Down syndrome will present with the same signs of Alzheimer's disease as noted in the general population¹⁸. These signs include memory loss, temporal disorientation, and decreased verbal output. Early signs of dementia in lower functioning persons with Down syndrome might include apathy, inattention, decreased social interaction, daytime sleepiness, gait deterioration, and seizures.

CONCLUSIONS

Physical therapists and occupational therapists should be effective health advocates and health care providers for the person with developmental disabilities throughout the life span. However, the aging of this special population presents major challenges to most therapists. Although persons with developmental disabilities share similar changes and risks of aging as other persons their age, the presence of life long physical and cognitive disabilities presents special challenges. At some point in time, individuals with developmental disabilities may need rehabilitation rather than habilitation in order to regain abilities after injury or illness. An understanding of the effects of aging on the general population plus identification of special implications for persons with developmental disabilities is mandatory for health care professionals, including physical therapists and occupational therapists, who wish to provide appropriate intervention.

REFERENCES

1. Eyman R, Call T, White J. Life expectancy of persons with Down syndrome. *Am J Ment Retard* 1991; 95: 603-612.
2. Strauss D, Eyman R. Mortality of people with mental retardation in California with and without Down Syndrome, 1986 – 1991. *Am J Ment Retard* 1996; 100: 643-653.
3. US Bureau of the Census. Washington, DC: United States Government Printing Office; 1997.
4. Borros M, Feliciangeli A, Sciuto L, et al. Functional status of adults with cerebral palsy and implications for treatment of children. *Dev Med Child Neurol* 2001; 43: 516 – 528.
5. Bax M, Smyth D, Thomas A. Health Care and physically handicapped young adults. *British Medical Journal*. 1988; 296: 1153 – 1155.
6. Singhal B, Mathew KM. Factors affecting mortality and morbidity in adult spina bifida. *Eur J Pediatr Surg* 1999; 9 (Suppl 1): 31 – 32.
7. Hemming K, Hutton JL, Pharoah POD. Long-term survival for a cohort of adults with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2006; 48: 90 – 95.
8. Eyman RK, Grossman HJ, Chaney RH, et al. Survival of profoundly disabled people with severe mental retardation. *AJDC* 1993; 147: 329-336.
9. Martin BA. Primary care of adults with mental retardation living in the community. *Am Fam Physician*.1997; 56: 485-494.
10. Murphy KP, Molnar GE, Lankasky K. Medical and functional status of adults with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1995; 37: 1075-1084.
11. Developmental Disabilities Act, Public Law 98-527, U.S. Congress, Senate, 98th Congress, 1984.
12. American Association on Mental Retardation. Mental retardation: Definition, classification, and systems of supports. Washington, D.C.: American Association on Mental Retardation;1992.
13. Janicki MP, Hogg JH. International research perspectives on aging and mental retardation: An introduction. *Australia and New Zealand Journal of Developmental Disabilities* 1989;15: 161-164.
14. Ball MJ, Nuttall K. Neurofibrillary tangles, granuovascular degeneration, and neuron loss in Down syndrome: Quantitative comparison with Alzheimer dementia. *Annals of Neurology* 1980;7: 462- 465.
15. Wisniewski KE, Wisniewski HM, Wen GY. Occurrence of neuropathological changes and dementia of Alzheimer's disease in Down syndrome. *Annals of Neurology* 1985; 17: 278-282.
16. Burt DB, Loveland KA, Lewis KR. Depression and the onset of dementia in adults with mental retardation. *Am J Ment Retard* 1992; 96: 502-511.
17. Zigman W, Schupf N, Haveman M, et al. Epidemiology of Alzheimer Disease in Mental Retardation: Results and Recommendations from an International Conference. Washington, DC: American Association on Mental Retardation; 1995.
18. Evenhuis HM. The natural history of dementia in Down's syndrome. *Archives of Neurology*. 1990;47:263-267.
19. Barcikowska M, Silverman W, Zigman W, et al.. Alzheimer-type neuropathology and clinical symptoms of dementia in mentally retarded people without Down syndrome. *Am J Ment Retard*. 1989; 93: 551-557.
20. Popovitch ER, Wisniewski HM, Barcikowska M, et al. Alzheimer neuropathology in non-Down's mentally retarded adults. *Acta Neuropathol* 1990; 80: 362-367.
21. Janicki MP, MacEachron AE. Residential, health and social service needs of elderly developmentally disabled persons. *Gerontologist* 1984; 24:128 – 137.
22. Janicki MP, Otis JP, Puccio PS, et al.. Service needs among older developmentally disabled persons. In: Janicki MP, Wisniewski HM, eds. *Aging and Developmental Disabilities, Issues and Approaches*. Baltimore, MD: Paul H. Brookes; 1985:14. US Bureau of the Census. Statistical Abstract of the United States, ed 111. Washington, DC: United States Government Printing Office; 1991.
23. Ansello EF. The intersecting of aging and disabilities. *Educational Gerontology* 1988;14:351-363.

24. Eyman R, Grossman H, Tarjan G, Miller C. Life expectancy and mental retardation: A longitudinal study in a state residential facility. Washington, DC: American Association on Mental Deficiency; 1987.
25. Carter G, Jancar J. Mortality in the mentally handicapped: A fifty year survey at the Stoke Park group of hospitals (1930 - 1980). *J of Ment Defic Res.* 1983; 27:143-156.
26. Strauss D, Shavelle R. Life expectancy of adults with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1998; 40: 369 – 375.
27. Strauss D, Shavelle R. Life expectancy of persons with chronic disabilities. *J Insur Med.* 1998; 30: 96 – 108.
28. Strauss D, Ojdana K, Shavelle R, Rosenbloom L. Decline in function and life expectancy of older persons with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation* 2004; 19: 69 – 78
29. Blair E, Watson L, Badawi N, Stanley FJ. Life expectancy among people with cerebral palsy in Western Australia. *Dev Med Child Neurol.* 2001; 42: 508 – 515.
30. Hutton JL, Cooke T, Pharoah POD. Life expectancy in children with cerebral palsy. *British Medical Journal.* 1994; 309: 431 – 435.
31. Eyman RK, Call TL, White JF. Life expectancy of persons with Down syndrome. *Am J Mental Retard.* 1991; 95: 603-612.
32. Jacobson JW, Sutton MS, Janicki MP. Demography and characteristics of aging and aged mentally retarded persons. In Janicki MP, Wisniewski HM (eds). *Aging and developmental disabilities, issues and approaches.* Baltimore, MD: Paul H. Brookes; 1985.
33. O'Brien KF, Tate K, Zaharia ES. Mortality in a large southeastern facility for persons with mental retardation. *AJMD* 1991;95: 497-503.
34. Shavelle R, Strauss D. Mortality of persons with developmental disabilities after transfer into community care. *Am J Mental Retard.* 1999; 104; 143- 147.
35. Kapell D, Nightingale B, Rodriquez A, et al. Prevalence of chronic medical conditions in adults with mental retardation: comparison with the general population. *Ment Retard.*1998; 36: 269 – 279.
36. Beuhler B, Smith B, Fifield M. Medical issues in serving adults with developmental disabilities. In Technical Report # 4. Logan, UT: Utah State University Developmental Center for Handicapped Persons. 1985.
37. Anderson DJ. Health Issues. In Sutton E, Factor AR, Hawkins BA, Heller T , Seltzer GB. *Older Adults with Developmental Disabilities: Optimizing Choice and Change.* Baltimore, MD: Paul H. Brookes; 1993.
38. Fozard JL, Wolf E, Bell B, et al. . Visual perception and communication. In Birren JE, Schaie KW (eds). *Handbook of the Psychology of Aging,* New York, NY: Van Nostrand Reinhold; 1977.
39. Cohen MM, Lessell S. The neuro-ophthalmology of aging. In Albert ML (ed). *Clinical Neurology of Aging.* New York, NY: Oxford University Press; 1984
40. Kallman H, Vernon MS. The aging eye. *Postgraduate Medicine.* 1987; 81: 2
41. Lowenfield IR. Pupillary changes related to age. In Thompson HS (ed). *Topics in Neuro-Ophthalmology.* Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1979.
42. Kini MM, Liebowitz HM, Colton T, et al. Prevalence of senile cataract, diabetic retinopathy, senile macular degeneration, and open-angle glaucoma in the Framingham eye study. *American Journal of Ophthalmology* 1978; 85; 28-34.
43. Aitchison C, Easty DL, Jancar J. Eye abnormalities in the mentally handicapped. *J of Ment Defic Res* 1990; 34; 41 – 48.
44. Good WV, Jan JE, deSa L, et al.. Cortical visual impairment in children: a major review. *Survey of Ophthalmology* 1994; 38;351-364.
45. France TD. Ocular disorders in Down syndrome. In Lott IT and McCoy EE (eds). *Down syndrome: Advances in medical care.* New York, NY: Wiley-Liss, Inc.; 1992
46. Heath JM. Vision. In Ham RJ, Sloane PD(eds) *Primary care geriatrics.* St. Louis, MO: Mosby Year Book; 1992.
47. Bess FH, Lichtenstein MJ, Logan SA. In Rintelmann WF (ed) *Hearing assessment.* 2nd Ed. Austin, TX: PRO-ED; 1991.
48. Keim RJ. How aging affects the ear. *Geriatrics* 1977; 32: 97 – 99.
49. Lowell SH, Paparella MM. Presbycusis: That is it ? *Laryngoscope* 1977;87; 1710 – 1717.
50. Northern JL, Downs MP. *Hearing Loss in Children* (4th ed). Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1991.
51. Young, C. V. Developmental disabilities. In Katz, J. (Ed.). *Handbook of Clinical Audiology.* (4th Ed.). Baltimore, MD : Williams & Wilkins ;1994.
52. Seltzer GB, Luchterhand C. Health and well-being of older persons with developmental disabilities: A clinical review. In Seltzer MM, Krauss MW, Janicki MP (eds) *Life Course Perspectives on Adulthood and Old Age.* Washington, DC: American Association on Mental Retardation; 1994.
53. Stevens JC, Cain WS. Smelling via the mouth: Effect of age. *Perception & Psychophysics.* 1986; 40: 142.
54. Similia S, Niskanen P. Underweight and overweight cases among the mentally retarded. *AJMD.* 1991;35; 160 – 164.
55. Glassman P. New models for improving oral health for people with special needs. *Journal of California Dental Association.* 2005; 33: 625-633.
56. Barnett ML, Press KP, Friedman D, et al.. The prevalence of periodontitis and dental caries in a Down's syndrome population. *J Peridontol.* 1986; 57; 288-293.
57. Giannoni M, Mazza AM, Botta R, et al.. Dental problems in Down's syndrome. *Dental Cadmos.* 1989; 57; 70 – 80.
58. Modeer T, Barr M, Dahllof G. Periodontal disease in children with Down's syndrome. *Scand J Dental Res.* 1990; 98; 228 – 234.
59. Sabin TD, Venna N. Peripheral nerve disorders in the elderly. In Albert ML (ed). *Clinical Neurology of Aging.* New York, NY: Oxford University Press; 1984.
60. LaFratta CW, Canestrari RE. A comparison of sensory and motor nerve conduction velocities as related to age. *Arch Phys Med Rehabil.* 1966;47;286-290.

61. Schmidt RF, Wahren LK, Hagbarth KE: Multiunit neural responses to strong finger pulp vibration. I. Relationship to age. *Acta Physiol Scand*. 1990; 140:1-10.
62. Mufson EF, Stein DG. Degeneration in the spinal cord of old rats. *Exp Neurol* 1980; 70; 179-186.
63. Dyck PJ, Schultz PW, O'Brien PC. Quantitation of touch-pressure sensation. *Arch Neurol*. 1972; 26; 465.
64. Kokmen E, Bossemeyer RW, Williams WJ. Neurological manifestations of aging. *J Gerontol* . 1978; 33; 62.
65. Laidlaw RW, Hamilton MA. A study of thresholds in perception of passive movement among normal control subjects. *Bull Neurol Inst*. 1937; 6; 268-340.
66. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age related decline in proprioception. *Clin Orthop Rel Res*. 1984;184; 208 – 211.
67. Smith E, Serfass R. Exercise and Aging: The Scientific Basis. Hillside, NJ: Enslow Publishers; 1981.
68. Turk MA, Geremski CA, Rosenbaum PF. Secondary Conditions of Adults with Cerebral Palsy: Final Report. Syracuse, NY.: State University of New York, Health Science Center at Syracuse, Department of Physical Medicine and Rehabilitation; 1997.
69. Wagner ML. Pharmacotherapy of seizures. Paper presented at the College of Pharmacy, Rutgers - The State University of New Jersey; 1993.
70. King W, Levin R, Schmidt R, Oestreich A, Heubi J. Prevalence of reduced bone mass in children and adults with spastic quadriplegic *Dev Med Child Neurol* 2003; 45: 12 – 16.
71. Center J, Beange H, McElduff A. People with mental retardation have an increased prevalence of osteoporosis: A population study. *Am J Mental Retard*. 1998; 103; 19-28.
72. Kumar V, Cotran RS, Robbins SL. Basic Pathology. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company; 1992; 693 – 695.
73. Cathels BA, Reddihough DS. The health care of young adults with cerebral palsy. *Med J Aust*.1993; 159: 444-446.
74. Walz T, Harper D, Wilson J. The aging developmental disabled person : A review. *The Gerontologist*. 1986;26; 622 – 629 .
75. Bassey EJ, Harries UJ. Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clin Science* 1993; 84; 331- 337.
76. Christ CB, Boilean RA, Slaughter MH, Stillman RJ, et al.. Maximal voluntary isometric force production characteristics of six muscle groups in women aged 25 - 74 years. *Am J Human Biol* 1992; 4; 537-545.
77. Shephard RJ, Montelpare W, Plyley M, et. al. Handgrip dynamometry. Cybex measurements and lean mass as markers of the ageing of muscle function. *Br J Sp Med* 1991; 25; 204-208.
78. Bembem MG, Massey BC, Bembem DA, et al.. Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20 - to 74-year-old men. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23; 1302 – 1310.
79. Lexell J, Henriksson-Larsen B, Windled B, et al. . Distribution of different fiber types in human skeletal muscle: Effects of aging studied in whole muscle cross sections. *Muscle Nerve* 1983; 6; 588 – 595.
80. Murray P. Strength of isometric and isokinetic contractions in knee muscles of men aged 20 to 86. *Phys Ther* 1980; 60; 412-419.
81. Turk MA, Geremski CA, Rosenbaum PF, et al.. The health status of women with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehab* 1997; 78: S10-17.
82. Janicki MP, Jacobson JW. Generational trends in sensory, physical, and behavioral abilities among older mentally retarded persons. *AJMD* 1986; 90; 490 – 500.
83. Andersson C, Grooten W, Hellsten M, et al. Adults with cerebral palsy: Walking ability after progressive strength training. *Dev Med Child Neurol* 2003; 45: 220 – 228.
84. Naylor A, Happy F, MacRae T. Changes in the human intervertebral disc with age: A biophysical study. *J Am Geriatr Soc* 1955; 3; 964-973.
85. White AA, Panjabi MM. Clinical Biomechanics of the Spine Philadelphia, PA: JB Lippincott; 1978.
86. Borenstein DG, Burton JR. Lumbar spine disease in the elderly. *J Am Geriatr Soc* 1993; 41; 167 – 175.
87. Tkaczuk H. Tensile properties of human lumbar longitudinal ligaments. *Acta Orthop Scand Suppl* 1968; 115; 54 – 56.
88. Nachemson AL, Evands JH. Biomechanical study of human lumbar ligamentum flavum. *J Anat* 1969; 105; 188 – 189.
89. Lewis CB. Musculoskeletal changes with age : Clinical implications. In Lewis CB (ed). *Aging: The health care challenge*. 3rd ed. Philadelphia, PA: FA Davis Co; 1996.
90. Kalen V, Conklin MM, Sherman FC. Untreated scoliosis in severe cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 337 – 340.
91. Majd ME, Muldowny DS, Holt RT. Natural history of scoliosis in the institutionalized adult cerebral palsy population. *Spine* 1997; 22: 1461-1466.
92. Thometz JG, Simon SR. Progression of scoliosis after skeletal maturity in institutionalized adults who have cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70: 1290 – 1296.
93. Hauser WA, Hesdorffer DC. *Epilepsy: Frequency, causes and consequences*. New York, NY: Demos; 1990.
94. Stein RE, Stelling FH. Stress fracture of the calcaneus in a child with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg* 1977; 59-A: 131.
95. McIvor WC, Samilson RL. Fractures in patients with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg* 1966; 48-A: 858-866.
96. Brunner R, Doderlein L. Pathological fractures in patients with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5: 232-238.
97. Imms F, Edholm F. The assessment of gait and mobility in the elderly. *Age and Aging* 1979; 8; 261.
98. Schenkman M: Interrelationship of neurological and mechanical factors in balance control. In Duncan PW (ed). *Balance: Proceedings of the American Physical Therapy Association Forum*. Alexandria, VA: APTA Publications; 1990.
99. Woollacott MH. Changes in posture and voluntary control in the elderly: Research findings and rehabilitation. *Top Geriatr Rehabil* 1990 ;5; 1-11.
100. Mankovskii N, Mints YA, Lysenyuk UP. Regulation of the preparatory period of complex voluntary movement in old and extreme old age. *Human Physiol* 1980; 6; 46 – 50.

101. Woollacott H, Shumway-Cook A, Nashner L. Aging and posture control: Changes in sensory organs and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev* 1986; 23; 97-114.
102. Adlin M. Health care issues. In Sutton E, Factor AR, Hawkins, Heller T, Seltzer GB (eds). *Older adults with developmental disabilities: Optimizing choice and change*. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing Co; 1993.
103. Pimm P. Cerebral palsy: "A non-progressive disorder"? *Education and Child Psychology* 1992; 9; 27-33.
104. Turk MA, Machemmer RH. Cerebral palsy in adults who are older. In Machemmer RH, Overeinder (eds). *Understanding aging and developmental disabilities: An in-service curriculum*. Rochester, NY: University of Rochester; 1993.
105. Eman RK, Borthwick-Duffy SA. Trends in mortality rates and predictors of mortality. In Seltzer MM, Krauss MW, Janicki MP (eds). *Life Course Perspectives on Adulthood and Old Age*. Washington, DC: American Association on Mental Retardation; 1994.
106. Strauss D, Kastner TA. Comparative mortality of people with mental retardation in institutions and the community. *AJMD* 1996;101; 26 – 40.
107. Mittman C, Edelman NH, Norris AH, Shock NW. Relationship between chest wall and pulmonary compliance and age. *J Appl Physiol* 1965;10; 1211 – 1216.
108. Wright RR. Elastic tissue of normal and emphysematous lungs: A tridimensional histologic study. *Am J Pathol* 1961; 30; 355 – 367.
109. Turner JM, Mead J, Wohl ME. Elasticity of human lungs in relation to age. *J Appl Physiol* 1968; 25; 664 -671.
110. John R, Thomas J. Chemical compositions of elastins isolated from aortas and pulmonary tissues of humans of different ages. *Biochem J* 1972;127; 261.
111. Pump KK. Fenestrae in the alveolar membrane of the human lung. *Chest* 1974; 65; 431 – 436.
112. Smith E, Serfass R (eds). *Exercise and Aging: The Scientific Basis*. Hillside, NJ: Enslow; 1981.
113. Hernandez JA, Anderson AE, Holmes WL, Foraker AG. The bronchial glands in aging. *J Am Geriatr Soc* 1965;13; 799 – 803.
114. Shephard RT. *Physical Activity and Aging*. Rockville, MD: Aspen Publications; 1987, pp. 16-29,97.
115. National Health Interview Survey, 1988. *Vital and Health Statistics Series 10*, N° 173. Washington, DC: Public Health Service, DHHA Publication No (PHS) 89 - 1501; 1989.
116. Compton DM, Eisenman PA, Henderson HL. Exercise and fitness for persons with disabilities. *Sports Medicine* 1989;7; 150 – 162.
117. Pitetti KH, Tan DM. Effects of a minimally supervised exercise program for mentally retarded adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1991;23; 594- 601.
118. Rimmer JH. Exercise and physical activity in persons aging with a physical disability. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2005; 16; 41 – 56.
119. Ferrang TM, Johnson RK, Ferrara MS. Dietary and anthropometric assessment of adults with cerebral palsy. *Journal of the American Dietetic Association* 1992; 92; 1083 – 1086.
120. Overeinder JC, Turk MA. Cerebral palsy and aging: a framework for promoting the health of older persons with cerebral palsy. *Top Geriatr Rehabil* 1998; 13; 19 – 24.
121. Thase ME. Longevity and mortality in Down's Syndrome. *J of Mental Defic Res* 1982; 27; 133-142.
122. Dalton AJ, Crapper DR. Down's syndrome and aging of the brain. In: Mittler P, (ed). *Research to practice in mental retardation: Biomedical aspects*, Vol. III. Baltimore, MD: University Park Press, 1977.
123. Fenner ME, Hewitt KE, Torpy DM. Down's syndrome: Intellectual and behavioral functioning during adulthood. *J of Ment Defic Res* 1987; 31; 241 – 249.
124. Hewitt KE, Jancar J. Psychological and clinical aspects of aging in Down's syndrome. In: Berg JM (ed). *Science and Service in mental retardation*. London, England: Methuen, 1986: 370-379.

INFLUÊNCIA DO TAMANHO E DA RIGIDEZ DOS OBJETOS NOS AJUSTES PROXIMAIS E DISTAIS DO ALCANCE DE LACTENTES

ROCHA NACF, SILVA FPS E TUDELLA E

Departamento de Fisioterapia, Setor de Fisioterapia em Neuropediatria, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP - Brasil

Correspondência para: Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha, Rua Miguel Mazzei, 130, Residencial Samambaia, CEP 13565-570, São Carlos, SP - Brasil, e-mail: acicuto@power.ufscar.br

Recebido: 26/10/2005 – Aceito: 21/12/2005

RESUMO

Contextualização: Estudos têm identificado que as propriedades dos objetos induzem os ajustes no alcance; no entanto, poucos investigaram a influência específica do tamanho e rigidez dos objetos em lactentes jovens. Objetivo: Verificar se lactentes de 4 a 6 meses realizam ajustes proximais e distais ao alcançarem objetos de diferentes tamanhos e rigidez. Métodos: Nove lactentes saudáveis foram posicionados em uma cadeira inclinada a 50°. Quatro objetos foram apresentados, um rígido grande (RG), um rígido pequeno (RP), um maleável grande (MG) e um maleável pequeno (MP), por um período de 1 minuto cada. Em um total de 384 alcances, foram analisados os ajustes proximais (alcance uni e bimanual) e distais (orientação da mão horizontal, vertical e oblíqua; mão aberta, fechada e semi-aberta) e o sucesso do alcance dos objetos. Resultados: Constatou-se ajuste bimanual para o objeto RG e unimanual para os demais. A orientação da mão oblíqua foi predominante no toque dos objetos, enquanto para a apreensão dos mesmos, a predominância foi a vertical, principalmente para o objeto RG. A orientação horizontal não foi observada na apreensão do objeto RG. A mão semi-aberta foi mais freqüente no início do alcance para todos os objetos, enquanto no toque do objeto RG a mão aberta foi predominante. O sucesso do alcance foi maior para os objetos maleáveis (MG, MP) do que para os rígidos (RG e RP). Conclusão: Lactentes jovens estudados são capazes de planejar e ajustar seus movimentos baseados na percepção das propriedades físicas dos objetos, o que sugere interação percepção-ação.

Palavras-chave: Propriedades físicas dos objetos, alcance, apreensão, percepção, lactente, *affordances*.

ABSTRACT

Influence of Object Size and Rigidity on Proximal and Distal Adjustments to Infant Reaching

Background: Studies have identified that object properties lead to adjustments to reaching. However, few have investigated the specific influence of object size and rigidity among young infants. Objective: To verify whether four to six-month-old infants make proximal and distal adjustments when reaching for objects of different sizes and rigidity. Method: Nine healthy infants were seated on a chair inclined at 50°. Four objects were presented to them: one large rigid (LR), one small rigid (SR), one large malleable (LM) and one small malleable object (SM), each for a one-minute period. A total of 384 reaches were analyzed to verify proximal adjustments (single-hand and two-hand reaching) and distal adjustments (horizontal, vertical and oblique hand orientation; opened, closed and half-open hand), and the success in reaching the objects. Results: The infants exhibited two-hand adjustments for the LR object and single-hand adjustments for the other objects. Oblique orientation was predominant for touching the objects, while vertical orientation was predominant for grasping them, particularly the LR object. Horizontal orientation was not observed for grasping the LR object. At the start of reaching for all objects, the hands were most frequently half-open, while the hands were predominantly open when touching the LR object. Success was greater when reaching for malleable objects (LM, SM) than for rigid objects (LR and SR). Conclusion: The young infants studied were capable of planning and adjusting their movements on the basis of their perceptions of the physical properties of the objects, which suggests that perception-action interaction was occurring.

Key words: physical properties of objects, reaching, grasping, perception, infant, *affordances*.

INTRODUÇÃO

A aquisição da habilidade de alcançar e apreender objetos constitui um importante marco no desenvolvimento motor e cognitivo no primeiro ano de vida dos lactentes^{1,2}. Aprender a coordenar e ajustar os movimentos dos membros superiores para alcançar e apreender objetos é, portanto, um processo essencial para que o lactente aprenda sobre o ambiente e atinja seus objetivos com maior precisão².

Para que os objetos sejam alcançados e apreendidos com precisão, deverão ocorrer dois tipos de ajustes de movimentos dos membros superiores: o ajuste proximal, considerado como a iniciativa de direcionar um ou ambos os membros superiores (alcances uni e bimanual) ao alvo apresentado; e o ajuste distal, que se refere ao posicionamento da mão e dos dedos para fazer contato e apreender o objeto³. Alguns pesquisadores relatam que os ajustes proximais bimanuais iniciam por volta dos 5-6 meses^{3,4} e os ajustes distais, por volta dos 7-9 meses⁵. Outros pesquisadores, ainda verificaram que os ajustes proximais e distais são guiados pela informação disponibilizada pelas propriedades físicas dos objetos^{6,7,8}.

Jeannerod⁹ sugere que as propriedades físicas intrínsecas dos objetos, tais como tamanho, forma, textura e peso, afetam o posicionamento das mãos e dedos (ajustes distais) em relação ao objeto, enquanto as propriedades extrínsecas, tais como distância, localização e orientação do objeto, influenciam a trajetória de braço e mão (ajustes proximais) em direção ao objeto.

Estudos têm constatado que o tamanho e a rigidez dos objetos influenciam nos ajustes manuais em lactentes apenas por volta dos 8-9 meses de idade^{10,3}. Segundo Corbetta, Thelen e Johnson¹⁰, o tamanho do objeto influenciará a estratégia do lactente em usar uma ou duas mãos para tocar e apreender objetos, ou seja, uma mão para os objetos pequenos e duas para os grandes, sendo que o objeto maleável oferece a opção de usar apenas uma mão para alcançar e apreender os objetos independentemente de seu tamanho. Contudo, o efeito do tamanho e da rigidez nos ajustes distais do alcance (orientação e abertura da mão) não foi verificado em tal estudo. Referente aos ajustes distais, Fagard³ verificou aumento da abertura da mão de acordo com o tamanho do objeto, diminuição da orientação horizontal da mão com o aumento da idade, bem como aumento na orientação vertical ao tocar o objeto. Fagard³, no entanto, não verificou a relação da orientação das mãos com o tamanho do objeto.

Dessa forma, nota-se que, embora a literatura evidencie o desenvolvimento do alcance e relate o fato de que as propriedades físicas dos objetos induzem ajustes proximais e distais de movimentos, há poucos estudos que investigam o aprimoramento de ambos considerando as influências específicas das propriedades de tamanho e rigidez dos objetos em lactentes jovens de 4 a 6 meses de vida.

Além disso, observa-se que há um consenso de que os lactentes possuem sistemas perceptuais ativos que captam as informações específicas do ambiente^{11,10} e de que, nesse período, o sistema exploratório manual (visual e motor) desenvolve-se, tornando possível a percepção das *affordances*, que se trata da relação entre o que o ambiente oferece como possibilidade de ação e as capacidades do organismo¹². Dessa maneira, as características distintas dos objetos fornecem informações que direcionam ações específicas¹³. Atualmente pesquisadores têm se interessado em investigar se os lactentes são capazes de guiar seus movimentos baseados nessas informações. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo verificar se os lactentes tão jovens como os de 4 a 6 meses de vida são capazes de guiar seus movimentos realizando ajustes proximais e distais a partir das informações visual e tátil de tamanho e rigidez dos objetos.

Para responder o propósito deste estudo, duas hipóteses foram testadas. Embora Jeannerod⁹ afirme que as propriedades intrínsecas dos objetos, tal como o tamanho, afetam apenas os ajustes distais dos membros superiores, nossa primeira hipótese é a de que as propriedades intrínsecas, representadas neste estudo pelo tamanho (grande e pequeno) e rigidez (rígido e maleável) dos objetos, influenciarão tanto os ajustes proximais (alcance uni e bimanual) quanto os distais (mão aberta, semi-aberta, fechada, horizontal, vertical e oblíqua) do alcance manual. Isso porque acreditamos que, para alcançar e apreender com sucesso o objeto grande e rígido, o lactente precisará realizar ajuste bimanual, verticalização das mãos e mãos abertas; enquanto que, para alcançar e apreender o objeto grande e maleável, o lactente terá a opção de utilizar ajuste unimanual e, também, ajustes distais diversificados, sendo mesmo assim, capaz de apreender o objeto com sucesso. Quanto aos objetos pequenos, tanto o rígido quanto o maleável permitem a utilização de apenas uma mão, e os ajustes distais de orientação da mão poderão ser diversificados, sendo que a mão não precisa estar necessariamente aberta ao tocar os objetos para que estes sejam apreendidos.

Embora Corbetta, Thelen e Johnson¹⁰ e Fagard³ tenham verificado que os ajustes manuais ocorreram somente em lactentes por volta dos 8-9 meses de idade, nossa segunda hipótese é a de que os lactentes tão jovens quanto os de 4 a 6 meses apresentarão mudanças nos ajustes proximais e distais em função das variações de tamanho e rigidez dos objetos. Uma vez que os lactentes saudáveis iniciam os movimentos de alcance por volta dos 4 meses^{11,14}, e os de preensão voluntária, por volta dos 5 meses^{5,15,16,17,18}, acredita-se que a prática na execução dos movimentos dos braços ao longo dos 4 aos 6 meses de idade conduzirá ao refinamento das suas ações.

Portanto, acredita-se que os ajustes proximais e distais dos membros superiores dos lactentes serão influenciados pela percepção das propriedades físicas de tamanho e rigidez dos objetos, e bem como pela capacidade intrínseca do lactente

de coordenar seus movimentos em uma complexa interação de percepção-ação. Obter maiores informações sobre os possíveis fatores que influenciam os movimentos de alcance e preensão de objetos parecem, portanto, ser de suma importância, visto que tais comportamentos são fundamentais para a continuidade do desenvolvimento motor e cognitivo do lactente.

METODOLOGIA

Participantes

Participaram do estudo nove lactentes saudáveis, três meninos e seis meninas, nascidos a termo ($M = 39$ semanas gestacionais; $\pm 1,41$). Esses foram avaliados longitudinalmente nas idades de 4 ($M = 4$ meses e 2 dias; $\pm 0,85$), 5 ($M = 4$ meses e 26 dias; $\pm 1,32$) e 6 ($M = 6$ meses e 1 dia; $\pm 2,55$) meses, com tolerância de 5 dias anteriores ou posteriores à data do aniversário. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (processo nº 040/30), e os pais ou responsáveis pelo lactente assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Materiais e Procedimentos

Para a realização deste estudo foram utilizados quatro objetos esféricos e atrativos de propriedades distintas: dois maleáveis (“pompom” de lã antialérgica) e dois rígidos (bolas de isopor), sendo dois pequenos (5cm de diâmetro) e dois grandes (12,5cm de diâmetro)^{4,19,3,20}. Em suma, foram apresentados aos lactentes um objeto rígido grande (RG), um rígido pequeno (RP), um maleável grande (MG) e um maleável pequeno (MP). Os objetos foram especialmente confeccionados para o propósito deste estudo.

Os lactentes foram posicionados em uma cadeira infantil²¹ com inclinação de 50° com a horizontal¹⁴. Um intervalo de 10 segundos foi permitido para que o lactente se adaptasse na postura e, então, com os lactentes em estado comportamental de alerta, iniciava-se o teste. Os objetos foram apresentados em diferentes seqüências pré-determinadas para que a ordem de apresentação não influenciasse nos resultados²². Cada objeto foi apresentado a uma distância correspondente ao comprimento do membro superior do lactente, na linha média do corpo e na altura dos ombros^{10,16,17}, por um período de 1 minuto ou até o lactente realizar 7 alcances. Um intervalo de 5 segundos foi permitido após cada apresentação, totalizando o tempo do procedimento em aproximadamente 4 minutos e 25 segundos.

Toda a fase experimental foi filmada por três câmeras filmadoras digitais, uma posicionada pósterio-superiormente à cadeira e as outras duas localizadas anterior e diagonalmente à cadeira, estando uma à direita e a outra à esquerda²¹.

Sistema de Análise

As imagens foram capturadas por uma placa de captura de imagens, utilizando o software Adobe Premier 6.3 em

arquivos com formato AVI. De posse desses arquivos, as imagens foram abertas no sistema Dvideow 5.0²³, por meio do qual foi realizada a identificação, quadro a quadro, do início e final do alcance do membro superior que tocou o objeto, tanto das imagens referentes às câmeras situadas superior quanto lateralmente à cadeira. Para análise do movimento do membro superior esquerdo, por exemplo, analisamos as imagens das câmeras situadas superior e à esquerda da cadeira. Para os alcances bimanuais, foi analisado o membro superior que primeiro tocou o objeto.

Descrição das variáveis dependentes

Ajustes proximais

Foram considerados como ajustes proximais a iniciativa de direcionar um ou ambos os membros superiores ao alvo apresentado. Foi considerado ajuste unimanual quando o lactente deslocou somente um dos membros superiores em direção ao alvo¹⁰, ou quando ambos os membros saíram em direção ao objeto com uma diferença superior a 20 quadros (7,2 ms) do início do movimento de um membro para o outro²², ou ainda, quando um dos membros superiores realizou o alcance do objeto enquanto o outro ficou parado ou produzindo pequenos movimentos que não fossem orientados ao objeto⁴. Foi considerado alcance bimanual quando o lactente estendeu simultaneamente os membros superiores em direção ao alvo¹⁰, ou quando os membros superiores saíram da posição inicial com atraso igual ou inferior a 20 quadros de uma mão em relação à outra. Neste caso, as mãos deveriam deslocar simultaneamente até pelo menos a metade do arco de movimento (50% da trajetória), sendo que o toque poderia ser feito simultaneamente com ambas as mãos, ou inicialmente com uma delas.

Ajustes distais e Sucesso do alcance

Foram considerados como ajustes distais aqueles realizados pelas mãos e dedos. Foi avaliada a orientação da mão, considerando as seguintes posições: horizontal – quando o antebraço estava em pronação, com a palma da mão voltada para baixo; vertical – quando o antebraço estava em posição neutra e a palma da mão orientada para a linha média do corpo do lactente; e oblíqua – quando a mão estava em posição intermediária em relação às outras duas supracitadas. A orientação da mão foi avaliada no momento em que o lactente tocou o objeto e quando realizou a preensão do mesmo. Referente à abertura da mão, foi considerada mão aberta quando as articulações metacarpofalangeanas e interfalangeanas estavam estendidas; mãos fechadas quando as articulações metacarpofalangeanas e interfalangeanas estavam fletidas; e mão semi-aberta quando as articulações metacarpofalangeanas estavam fletidas (independentemente do grau de flexão) e as interfalangeanas estendidas, ou, ainda, quando as metacarpofalangeanas estavam estendidas e as interfalangeanas

fletidas²². A abertura da mão foi avaliada no início e no final do alcance.

Alcance com sucesso foi considerado quando o lactente conseguia apreender o objeto ou parte dele com uma ou ambas as mãos. Alcance sem sucesso foi determinado por movimentos direcionados ao objeto, seguido de toque; porém, que não resultassem em apreensão do mesmo²².

Para maior confiabilidade da análise dessas variáveis, foi realizado um Estudo de Fidedignidade interobservadores (3 observadores) e obtida concordância de 97,9% entre eles.

Análise dos Dados

A análise dos dados foi concentrada nos movimentos de alcance, dos quais o início foi determinado como o primeiro movimento direcionado e ininterrupto do braço em direção ao objeto. O final do alcance foi determinado como o primeiro quadro no qual a mão contatou o objeto. Os alcances foram excluídos quando o lactente apresentava falta de interesse, choro ou irritação durante a realização do movimento ou quando iniciou o movimento com a mão próxima (trajetória inferior a 10 quadros) ao objeto.

Dos 7 possíveis alcances realizados para cada objeto, os primeiros 5 alcances foram utilizados para tratamento estatístico.

Nas análises dos movimentos de alcance, foi aplicada a técnica não paramétrica, visto que os dados são nominais. O Teste Qui-quadrado foi proposto para avaliar o percentual de alcances para os objetos RG, RP, MG e MP em todas as avaliações longitudinais.

Para todas as análises considerou-se um nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Um total de 432 alcances foi coletado, 12 foram excluídos por falta de interesse dos lactentes e 36 por erro no experimento (lactente iniciou o movimento com a mão próxima ao objeto). Assim, 384 alcances foram incluídos na análise.

Para verificar se a ordem de apresentação dos objetos não influenciou os resultados de ajustes proximais e distais de alcance, foi aplicado o Teste Kruskal Wallis, o qual constatou ausência de influência ($p > 0,05$).

Ajustes proximais em relação aos objetos apresentados

Constatou-se diferença significativa nos ajustes proximais (uni e bimanual) em relação aos objetos apresentados ($\chi^2(3)=50,826$; $p < 0,001$). A Figura 1 ilustra maior porcentagem de ajustes bimanuais para o objeto RG e unimanuais para os demais objetos, principalmente para o RP.

Ajustes distais em relação aos objetos apresentados

Constatou-se que não houve diferença significativa ($\chi^2(6)=3,189$; $p=0,785$) na orientação da mão no toque em

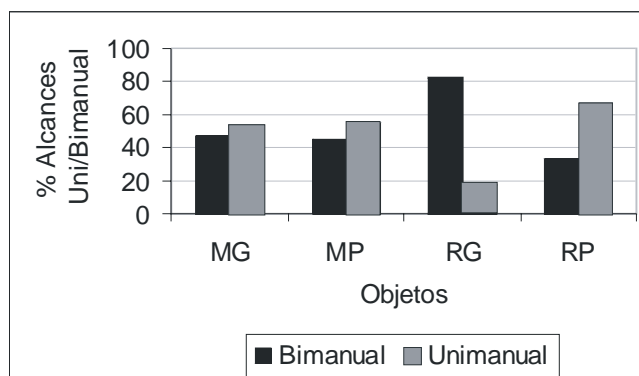


Figura 1. Percentual de alcances unimanual e bimanual para cada objeto apresentado: MG (maleável grande), MP (maleável pequeno), RG (rígido grande) e RP (rígido pequeno).

relação aos objetos apresentados (Figura 2A). Contudo, constatou-se diferença significativa da orientação da mão na apreensão ($\chi^2(6)=17,876$; $p=0,007$). A Figura 2A mostra que a orientação da mão no toque dos objetos foi predominantemente oblíqua para todos os objetos. A Figura 2B mostra que a predominância de orientação da mão na apreensão foi a vertical. O percentual de orientação da mão vertical, no entanto, foi maior para o objeto RG, e a orientação horizontal não foi observada na apreensão deste objeto.

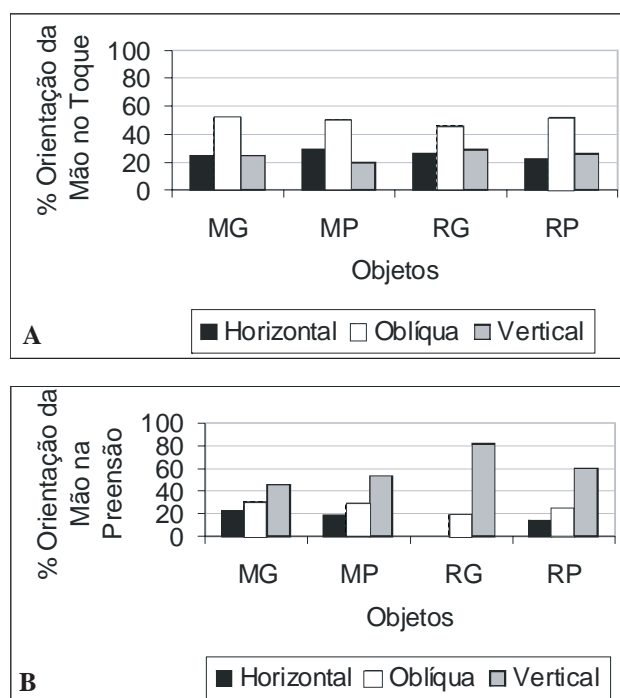


Figura 2. Percentual de orientação da mão para cada objeto apresentado: MG (maleável grande), MP (maleável pequeno), RG (rígido grande) e RP (rígido pequeno). A. Orientação da mão no toque dos objetos. B. Orientação da mão na apreensão dos objetos.

Constatou-se que não houve diferença significativa da abertura da mão no início do alcance ($\chi^2(3)=5,613$; $p=0,468$) em relação aos objetos apresentados (Figura 3A). No entanto, constatou-se diferença significativa na abertura da mão no final do alcance ($\chi^2(3)=9,551$; $p=0,023$). A Figura 3A mostra que a abertura da mão no início do alcance foi predominantemente semi-aberta. A Figura 3B mostra que o percentual de mão aberta no final do alcance foi maior para o objeto RG quando comparado aos demais objetos.

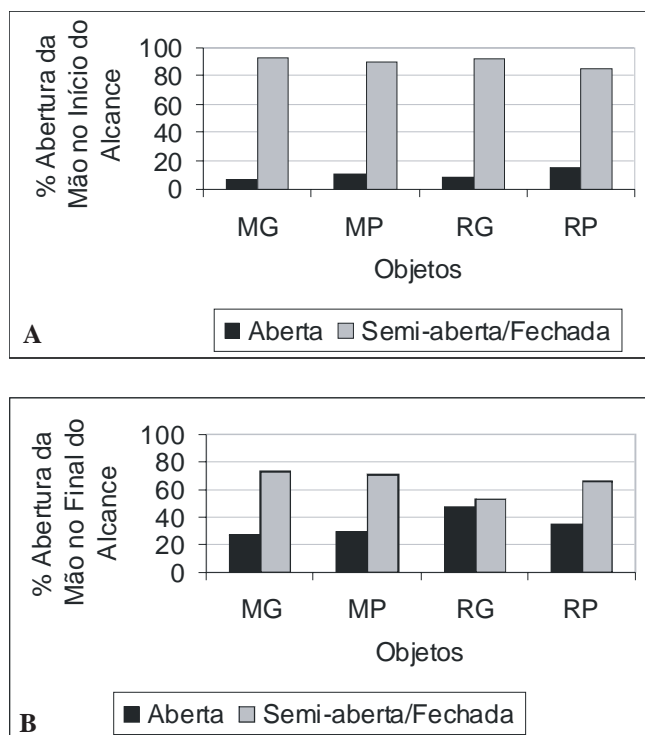


Figura 3. Percentual de abertura da mão para cada objeto apresentado: MG (maleável grande), MP (maleável pequeno), RG (rígido grande) e RP (rígido pequeno). A. Abertura da mão no início do alcance. B. Abertura da mão no final do alcance.

Sucesso do alcance em relação aos objetos apresentados

Constatou-se diferença significativa entre os alcances realizados com e sem sucesso em relação aos objetos apresentados ($\chi^2(3)=55,006$; $p<0,001$). A Figura 4 mostra que o percentual de alcances com sucesso foi maior para os objetos maleáveis (MP e MG) em relação aos rígidos (RP e RG). Entre os objetos rígidos observa-se um percentual maior de alcances com sucesso para o objeto RP.

DISCUSSÃO

Influência das propriedades intrínsecas dos objetos nos ajustes proximais do alcance

O presente estudo disponibiliza evidências de que as propriedades de tamanho e rigidez dos objetos influenciam

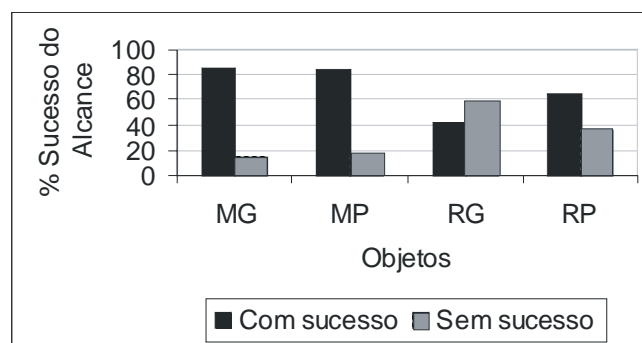


Figura 4. Percentual de alcances com e sem sucesso para cada objeto apresentado: MG (maleável grande), MP (maleável pequeno), RG (rígido grande) e RP (rígido pequeno).

tanto os ajustes proximais quanto os distais do alcance de lactentes tão jovens quanto os de quatro a seis meses de idade, confirmando, assim, as hipóteses previamente levantadas.

Verifica-se que os lactentes guiaram seus movimentos a partir da informação visual do tamanho e da rigidez dos objetos, realizando ajustes proximais bimanuais para o objeto RG e unimanuais para os demais objetos, principalmente para o RP, conforme esperado. Os resultados que indicam a influência do tamanho nos ajustes proximais estão de acordo com estudos de Newell et al.^{6,24}. Estes verificaram que lactentes com 4-5 meses de idade foram capazes de usar uma mão para pegar um objeto pequeno e duas para pegar um objeto grande, sugerindo que o comportamento do lactente não é inflexível, mas, sim, funcionalmente adaptativo à restrição de tarefa. Entretanto, Fagard³, Corbetta, Thelen e Johnson¹⁰ verificaram que a capacidade do lactente em realizar ajustes proximais em relação ao tamanho ocorre somente por volta dos 8-9 meses. Fagard³ atribui tais resultados ao controle insuficiente principalmente de tronco superior, o qual seria necessário para manter a simetria corporal e permitir livre movimento de braço. No presente estudo, não considerou-se que o insuficiente controle de tronco possa ter influenciado os ajustes dos movimentos dos lactentes, visto que a cadeira de teste permitiu o suporte de tronco apropriado, possibilitando o livre movimento de braços. Sendo assim, os resultados revelam que os lactentes jovens foram capazes de perceber as *affordances* dos objetos, bem como de gerar ações motoras apropriadas. Tal suposição reforça a idéia de Gibson¹³, que defende que a percepção guia a ação e a ação refina a percepção. Os resultados do presente estudo também estão de acordo com Oztot, Bradley e Arbib²⁵ no qual verificaram por meio de modelo computacional que o contexto ambiental, bem como a repetição de tarefas modulam o desenvolvimento da preensão de lactentes jovens. Sugere-se, então, que a prática de movimentos diversificados durante dias, semanas e meses de vida dos lactentes estudados foi o que provavelmente conduziu ao refinamento das ações dos lactentes, e permitiu ajustes dos movimentos dos membros superiores.

Referente à rigidez dos objetos, pode-se constatar que o objeto maleável ofereceu ao lactente a opção de usar apenas uma mão para alcançar e apreender os objetos independentemente de seu tamanho. Esse resultado está de acordo com o estudo de Corbetta, Thelen e Johnson¹⁰. Entretanto, neste estudo, os pesquisadores verificaram que tais ajustes ocorreram apenas em lactentes por volta dos 8 e 9 meses de idade, quando a restrição intrínseca foi reduzida. No presente estudo, acredita-se que os lactentes não apresentam restrição intrínseca que os impeçam de realizar ajustes proximais. Os lactentes tão jovens quanto os de 4 a 6 meses possuem padrões flexíveis de movimento que se adaptam às condições externas.

Influência das propriedades intrínsecas dos objetos nos ajustes distais e sucesso do alcance

Pode-se constatar que as propriedades intrínsecas dos objetos também influenciaram os ajustes distais do alcance no período estudado. Foi possível verificar que a orientação da mão no momento do toque foi predominantemente oblíqua, independentemente das propriedades dos objetos. Entretanto, para apreender os objetos, os lactentes precisaram mudar seus ajustes, passando a utilizar a orientação vertical, principalmente para o objeto RG, bem como, não utilizaram a orientação horizontal para este objeto. Portanto, nota-se que a orientação vertical parece ser a mais funcional para a preensão voluntária e a orientação horizontal parece não ser adequada para apreender o RG, pois exigiria do lactente disposição alternada dos membros superiores (uma mão sobre e acima e a outra, sob e abaixo do objeto) para manter o objeto RG nas mãos. Vale ressaltar que poucos estudos avaliaram o ajuste distal correspondente à orientação da mão, sendo que nenhum estudo foi identificado, avaliando ajustes entre o toque e a preensão dos objetos, bem como, utilizando objetos esféricos de diferentes tamanhos e rigidez. Von Hofsten e Fazel-Zandy²⁶, ao avaliarem ajustes na orientação da mão utilizando como estímulos barras dispostas na vertical e na horizontal, também evidenciaram que lactentes tão jovens quanto os de 4 meses e meio de idade realizaram ajustes de orientação da mão em direção à orientação da barra antes mesmo de tocá-las.

Assim, tanto no estudo de Von Hofsten e Fazel-Zandy²⁶ quanto neste estudo demonstrou-se que lactentes jovens mudaram suas estratégias para melhor ajustar a configuração da mão às propriedades e disposição dos objetos. Entretanto, no primeiro estudo, os lactentes ajustaram a palma das mãos antes do toque; enquanto neste, os lactentes ajustaram a orientação das mãos principalmente após o toque do objeto. Provavelmente, os lactentes precisaram da informação tátil adicional do tamanho e rigidez dos objetos, além das informações visual e proprioceptiva da relação do tamanho e orientação da mão com o objeto. Dessa forma, tais resultados avigoram o que Gibson¹³ preconiza sobre a informação que guia a ação, ou seja, a informação diz ao indivíduo o que deve ser feito e como deve ser feito. Segundo esse autor, o re-

querimento de mais sistemas para levantar informações induz a descoberta de novas *affordances*. Os resultados do presente estudo revelam, portanto, que os lactentes usaram as informações visual, tátil e proprioceptiva para planejar e ajustar efetivamente seus movimentos.

Os lactentes ajustaram a abertura da mão em relação ao tamanho e rigidez dos objetos somente no final do movimento, o que foi observado pela predominância de mão aberta para o objeto RG, confirmando, assim, a hipótese levantada. Esse resultado está de acordo com Jakobson e Goodale²⁷, que demonstraram que a abertura da mão aumenta com o tamanho do objeto. Acredita-se que a mão deveria estar mais aberta para permitir a preensão do objeto grande e rígido, o que não seria necessário para apreender os objetos maleáveis, mesmo que grandes, pois a sua característica física facilita a entrada dos dedos dentro dos fios de lã, mesmo com as mãos semi-abertas. Essa mesma atribuição pode ser feita para o sucesso do alcance, visto que os objetos maleáveis eram mais facilmente apreendidos e mantidos nas mãos para serem explorados. Esses resultados estão de acordo com Corbetta, Thelen e Johnson¹⁰, que afirmam que o objeto não tendo forma densa pode facilitar a preensão. Este resultado pode ser particularmente interessante no que se refere à intervenção fisioterapêutica, pois o comportamento de preensão de objetos é difícil de ser obtido em crianças com distúrbios neuromotores. Vale ressaltar que o objeto RG não foi o mais apropriado para estimular o comportamento de preensão nesta faixa etária, visto pela baixa porcentagem de alcances com sucesso. No entanto, este objeto parece ser apropriado para estimular comportamentos diversificados da mão tais como, ajustes de orientação vertical e maior abertura dos dedos.

Assim, esses achados sugerem mais uma vez que os lactentes jovens estudados perceberam as propriedades intrínsecas dos objetos e foram capazes de planejar e ajustar seus movimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostra que os lactentes tão jovens quanto os de 4 a 6 meses de idade podem ser capazes de realizar ajustes proximais e distais em função do tamanho e rigidez dos objetos. Dessa forma, sugere-se que o desenvolvimento do alcance neste período de vida é marcado pela complexa interação de percepção-ação.

Apoio financeiro do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thelen E, Corbetta D, Kamm K, Spencer J, Schneider K, Zernicke RF. The transition to reaching: Mapping intention and intrinsic dynamics. *Child Dev* 1993; 64: 1058-98.

2. Corbetta D. Why do infants regress to two-handed reaching at the end of the 1st year? [abstract] *Infant Behav Dev* 1998; 21: 42.
3. Fagard J. Linked proximal and distal changes in the reaching behavior of 5-to 12-month-old human infants grasping objects of different sizes. *Infant Behav Dev* 2000; 23: 317-329.
4. Corbetta D, Thelen E. The Developmental origins of bimanual coordination: a dynamic perspective. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 1996; 22: 502-522.
5. Hofsten C von, Rönnqvist L. Preparation for grasping an object: a developmental study. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 1988; 14(4): 610-621.
6. Newell KM, Scully DM, McDonald PV, Baillargeon R. Task constraints and infant grip configurations. *Dev Psychobiol* 1989; 22: 817-32.
7. Siddiqui A. Object size as a determinant of grasping in infancy. *J Genet Psychol* 1995; 153: 345-358.
8. Fagard J, Jacquet AY. Onset of bimanual coordination and symmetry versus asymmetry of movement. *Infant Behav Dev* 1989; 12: 229-235.
9. Jeannerod M. Intersegmental coordination during reaching at natural visual objects. In: Long J, Baddeley A editores. *Attention and Performance IX*. Hillsdale: Erlbaum; 1981. P. 153-168.
10. Corbetta D, Thelen E, Johnson K. Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. *Infant Behav Dev* 2000; 23: 351-74.
11. Thelen E, Corbetta D, Spencer JP. Development of reaching during the first year: Role of movement speed. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 1996; 22: 1059-76.
12. Gibson JJ. The ecological approach to visual perception. Hillsdale (NJ): Laurence Erlbaum Associates; 1986. P. 322.
13. Gibson EJ. Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. In: *Advances in infancy research*, Norwood (NJ.): Ablex Publishing Company; 1995. P. 21-61.
14. Hofsten C von. Developmental changes in the organization of prereaching movements. *Dev Psychol* 1984; 20: 378-386.
15. Savelsbergh GJP, Kamp van der J. The effect of body orientation to gravity on early infant reaching. *J Exp Child Psychol* 1994; 58: 510-528.
16. Thelen E, Spencer JP. Postural control during reaching in young infants: a dynamic systems approach. *Neurosci Biobehav Rev* 1998; 22(4): 507-514.
17. Fits IBM van der, Hadders-Algra M. The development of postural response patterns during reaching in healthy infants. *Neurosci Biobehav Rev* 1998; 22(4): 521-526.
18. Newman C, Atkinson J, Braddick O. The developmental of reaching and looking preferences in infants to objects of different sizes. *Dev Psychol* 2001; 37(4): 561-572.
19. Fagard J, Pezé A. Age changes in interlimb coupling and the development of bimanual coordination. *J Mot Behav* 1997; 29(3): 199-208.
20. Hof P van, Kamp J van der, Savelsbergh GJP. The relation of unimanual and bimanual reaching to crossing the midline. *Child Dev* 2002; 73: 1353-63.
21. Carvalho RP, Tudella E, Barros RML. Utilização do Sistema Dvideow na análise cinemática do alcance manual de lactentes. *Rev. Bras Fisioter* 2005; 9(1): 1-7.
22. Rocha NACF. Impacto das propriedades físicas dos objetos nos movimentos de alcance manual em lactentes saudáveis de 4 a 6 meses de idade [Tese]. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos, 2006. Disponível em http://www.bdtf.ufscar.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=940.
23. Figueroa PJ, Leite NJ, Barros RML. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Comput Methods Programs Biomed* 2003; 72: 155-165.
24. Newell KM, McDonald PV, Baillargeon R. Body scale and infant grip configurations. *Dev Psychobiol* 1993; 26(4): 195-205.
25. Oztot E, Bradley NS, Arbib MA. Infant grasp learning: a computational model. *Exp Brain Res* 2004; 158(4): 480-503.
26. Hofsten C von, Fazel-Zandy S. Development of visually guided hand orientation in reaching. *J Exp Child Psychol* 1984; 38: 208-219.
27. Jakobson LS, Goodale MA. Factors affecting higher-order movement planning: a kinematic analysis of human prehension. *Exp Brain Res* 1991; 86: 199-208.

FATORES ASSOCIADOS À ADEÇÃO AO USO DE PALMILHAS BIOMECÂNICAS

GUIMARÃES CQ¹, TEIXEIRA-SALMELA LF², ROCHA IC¹, BICALHO LI¹ E SABINO GS¹

¹ Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

² Departamento de Fisioterapia, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

Correspondência para: Professora Luci Fuscaldi Teixeira - Salmela, Ph.D., Departamento de Fisioterapia, UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, Campus Pampulha, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: lfts@ufmg.br

Recebido: 20/04/2005 – Aceito: 08/03/2006

RESUMO

Contextualização: Os benefícios das palmilhas biomecânicas no tratamento de acometimentos nos membros inferiores têm sido relatados. No entanto, observa-se na prática uma baixa adesão ao uso dessa órtese, comprometendo os benefícios que poderiam ser proporcionados. **Objetivo:** Investigar os fatores relacionados à adesão ao uso de palmilhas biomecânicas. **Método:** Participaram deste estudo 33 indivíduos ($43,97 \pm 14,73$ anos) para os quais foram confeccionadas palmilhas biomecânicas. Um questionário contendo questões a respeito da palmilha e seu uso foi aplicado, em forma de entrevista, sendo as variáveis de estudo estabelecidas a partir dessas questões. Com base nos resultados obtidos, os indivíduos foram separados em 4 grupos, de acordo com o nível de adesão: adesão total, adesão parcial, adesão inconstante e não-adesão. Utilizou-se o teste “Kruskal-Wallis” para investigar se esses grupos diferiam entre si em relação às variáveis pesquisadas. Coeficientes de Correlação de Spearman foram utilizados para verificar possíveis correlações entre essas variáveis e adesão. **Resultados:** Dos 33 participantes, 15,2% tiveram adesão total, enquanto 42,4% abandonaram a palmilha. Comparando-se os 4 grupos de adesão em relação às variáveis pesquisadas, observou-se diferença significativa para conforto da palmilha ($p=0,003$), grau de melhora atribuído à palmilha ($p=0,006$) e grau de conhecimento sobre o problema ($p<0,002$). Correlações significativas ($r_s=0,58$; $p<0,001$ e $r_s=0,50$; $p<0,01$) foram observadas entre adesão e conforto e grau de melhora atribuído à palmilha, respectivamente. **Conclusão:** Resultados do presente estudo revelaram que conforto e grau de melhora atribuído à palmilha podem influenciar na adesão ao uso dessas órteses, constituindo-se fatores importantes para o sucesso do tratamento.

Palavras-chave: palmilhas biomecânicas, adesão, órtese.

ABSTRACT

Factors Related to Compliance with Biomechanical Insole Use

Background: The benefits of biomechanical insoles for treating lower limb impairment have been reported. However, in clinical practice, low compliance with the use of such orthoses has been observed, which detracts from the possible benefits. **Objective:** To investigate the factors related to compliance with biomechanical insole use. **Method:** Thirty-three subjects (aged 44 ± 14.7 years) for whom biomechanical insoles had been molded took part in this study. A questionnaire asking about the insoles and their use was applied through interviews. The study variables were established from these questions. Based on the results obtained, the participants were divided into four groups according to their compliance level: full compliance, partial compliance, irregular compliance and non-compliance. The Kruskal-Wallis test was utilized to assess differences between these groups regarding the variables investigated. Spearman correlation coefficients were utilized to investigate possible relationships between these variables and the compliance. **Results:** Among the 33 participants, 15.2% were fully compliant, while 42.4% abandoned the insoles. Comparing the four compliance groups in relation to the variables investigated, significant differences were observed regarding insole comfort ($p=0.003$), improvement attributed to the insoles ($p=0.006$), and degree of knowledge of the problem ($p<0.002$). Significant correlations ($r_s=0.58$; $p<0.001$; and $r_s=0.50$; $p<0.01$) were observed between compliance and the comfort and improvement attributed to the insoles, respectively. **Conclusion:** The findings from this study revealed that the comfort and degree of improvement attributed to the insoles may influence the compliance with the use of these orthoses. These factors are important for the success of the treatment.

Key words: biomechanical insoles, compliance, orthosis.

INTRODUÇÃO

A adesão, essencial para o sucesso de um tratamento¹, pode ser definida como o correto cumprimento às prescrições terapêuticas e geralmente requer uma mudança sustentada de comportamento por parte do indivíduo². Quando a adesão não ocorre, há uma redução considerável dos benefícios que poderiam ser gerados, seja qual for a terapia implementada^{1,2,3}.

Considerando a adesão de forma genérica, relatam-se vários fatores que podem influenciar o cumprimento das prescrições terapêuticas por parte do paciente: sua idade, escolaridade, a gravidade de sua condição⁴ e a forma como ele a percebe^{3,4}, o impacto da deficiência sobre sua vida⁵, seu nível de motivação^{4,6}, a forma como as orientações lhe são transmitidas (se oralmente ou por escrito)⁷, suas experiências com outros tratamentos, sua percepção sobre quem é o responsável pela sua melhora⁸, o esclarecimento sobre sua condição⁹, o incentivo recebido do terapeuta^{10,11} e a duração do tratamento⁵. Quando o tratamento envolve a prescrição de uma órtese, foi observado que o conforto, a fácil utilização, a relevância de seu uso durante a realização das atividades diárias e sua propriedade em não realçar as deficiências do paciente constituem pontos básicos para sua aceitação¹¹.

Palmilhas biomecânicas são órteses fabricadas com material termomoldável (E.V.A) e são utilizadas no interior de calçados de indivíduos com alterações estruturais no pé. Essas alterações podem originar compensações durante atividades funcionais como marcha, corrida e práticas esportivas, levando a disfunções e patologias^{12,13}. O uso das palmilhas visa acomodar tais alterações, controlando assim o movimento de pronação excessiva na articulação subtalar¹⁴ e contribuindo para reduzir a dor, evitar a progressão ou desenvolvimento de morbidades e melhorar a capacidade funcional do paciente^{13,15,16,17}.

Além desses efeitos positivos, já foi demonstrado que as palmilhas biomecânicas possuem boa relação custo-benefício, podendo ser usadas como primeira opção para o tratamento de síndrome patelofemoral de grau moderado a severo¹⁷. Apesar disso, observa-se na prática uma baixa adesão a esse tipo de tratamento. A não-adesão a uma terapia, em adição à redução dos benefícios esperados, poderá causar considerável frustração ao paciente e ao terapeuta³ e acarretar grandes custos econômicos^{3,19,20}. O aumento dos custos será consequência do maior tempo de afastamento das atividades ou da necessidade de buscar uma nova intervenção.

Estima-se que 60% dos pacientes que sofrem de acometimentos crônicos não seguem adequadamente o tratamento proposto¹⁹. Compreender os fatores relacionados à baixa adesão ao uso de palmilhas, por exemplo, pode auxiliar na seleção de estratégias adequadas à melhoria de sua aceitação. O que se observa, no entanto, é que a literatura é escassa com relação a estudos que investigaram tais correlações. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi

investigar os fatores relacionados à adesão ao uso de palmilhas biomecânicas como forma terapêutica.

METODOLOGIA

Participantes

Participaram deste estudo 33 indivíduos, para os quais foram confeccionadas palmilhas biomecânicas. Os seguintes critérios de inclusão foram aplicados: ter sido a palmilha indicada para acomodação de alguma alteração biomecânica nos pés; terem se passado de 25 a 30 meses após a confecção da palmilha; estar na faixa etária entre 18 e 65 anos; residir ou trabalhar na região metropolitana de Belo Horizonte e ter recebido orientação para fazer uso diário da palmilha. O critério de exclusão considerado foi: ter o paciente sofrido qualquer intercorrência que impossibilitasse o uso da palmilha.

Instrumentação e procedimentos

De acordo com os critérios de inclusão estabelecidos, 142 indivíduos foram inicialmente selecionados a partir do cadastro de pacientes da clínica. Eles foram então contactados por telefone para esclarecimentos sobre o estudo e, havendo interesse de participação, foi agendada uma entrevista, a ser realizada por um dos pesquisadores em local e horário de preferência. Antes de responder à entrevista, foi solicitado a cada indivíduo que lesse e assinasse o termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (ETIC 05/04), concordando com sua participação no estudo.

Os dados foram obtidos através da aplicação de um questionário composto por questões objetivas e subjetivas a respeito da palmilha e do seu uso, além de caracterizar os indivíduos com relação a variáveis sócio-demográficas e clínicas (Anexo 1).

A seleção das questões foi feita com base nos fatores apontados pela literatura como importantes para se determinar a adesão do paciente aos diferentes regimes terapêuticos, como características demográficas⁴, características do problema / disfunção⁴, percepções do usuário^{3,4,5,8} e suas experiências com outros tratamentos⁸. Com base nesses fatores, as variáveis do estudo foram definidas (Tabela 1).

Para verificar a necessidade de adequação das perguntas do questionário foi realizado um estudo piloto com 5 indivíduos que faziam uso de palmilhas. Não foi necessária nenhuma modificação no questionário.

Com base nos resultados obtidos, os indivíduos foram agrupados em categorias, levando-se em consideração o nível de adesão:

- ♦ Adesão total (Grupo 1) – indivíduos que seguem corretamente as orientações terapêuticas, fazendo uso diário da palmilha por no mínimo 8 horas;
- ♦ Adesão parcial (Grupo 2) – indivíduos que usam a palmilha diariamente, mas por período inferior ao orientado;

ANEXO 1: Questionário

Nome: _____ Telefone: _____

Sexo ☐ Masculino ☐ Feminino Idade: _____ Data de Nascimento: _____

Escolaridade: _____ ID: _____ Ocupação: _____

1. Que problema o levou a colocar a palmilha?**2. Como você considera o seu grau de conhecimento sobre esse problema?**

- Possuo grande conhecimento
- Razoável conhecimento
- Pouco conhecimento

3. Com relação à gravidade desse problema, você acredita que ele seja (sendo 0 o grau mais leve possível e 10 aquele com maior gravidade)**4. Quais tipos de atividades foram alteradas devido a esse problema (antes de colocar a palmilha)?**

- Esportiva/Recreativa
- Atividades de vida diária
- Ocupacionais
- Nenhuma

5. Você realizou algum outro tratamento para esse problema?

- Sim. Antes de colocar a palmilha. Qual: _____
- Sim. Simultaneamente ao uso da palmilha. Qual: _____
- Não

6. Qual foi a orientação passada em relação ao tempo diário de uso da palmilha?**7. De que forma a orientação sobre uso da palmilha foi passada?**

- Recebi orientação oral
- Recebi orientação escrita e oral

8. Você ainda usa a palmilha?

- Sim – exatamente como foi indicado (mínimo de 8 horas por dia)
- Sim – eventualmente
- Sim – diariamente, mas por tempo menor do que indicado
- Não. Por quanto tempo você usou? _____

Para resposta negativa: Por que não usa?**Para resposta positiva: Nos momentos em que não usa sente alguma diferença?**

- Sim. Qual? _____
- Não

9. Você considera que a palmilha melhorou seu problema (sendo 0 se não houve melhora e 10 melhora total)**10. Você sabe como a palmilha atua para melhorar o seu problema?**

- Não sei
- Sei um pouco
- Sei bastante.

11. Quanto ao conforto, você considera a palmilha (sendo 0 o mais desconfortável e 10 o mais confortável possível)**12. Quanto ao preço, você considera a palmilha:**

- Cara
- Acessível
- Barata

13. Você ficou satisfeito com o terapeuta que indicou a palmilha (sendo 0 a menor satisfação possível e 10 a satisfação máxima):**14. Você ficou satisfeito com o terapeuta que colocou a palmilha (sendo 0 a menor satisfação possível e 10 a satisfação máxima):****15. Qual tipo de calçado você mais usa?**

- Sandália
- Tênis
- Sapato
- Chinelo
- Sapato ou sandália de salto alto

16. A palmilha cabe em todos os calçados “fechados”?

- Sim
- Não. Em quais? _____

17. Você é:

- Sedentário
- Moderadamente ativo (menos que 3 vezes por semana)
- Ativo

18. De quem é a principal responsabilidade pela melhora de sua condição de saúde?

- Minha
- Dos profissionais de saúde
- Minha e dos profissionais de saúde

♦ Adesão inconstante (Grupo 3) – indivíduos que usam a palmilha apenas eventualmente: aqueles que, por exemplo, fazem uso descontínuo ou que fazem uso apenas durante a realização de atividades esportivas ou de lazer;

♦ Não-adesão (Grupo 4) – indivíduos que não usam mais a palmilha.

Análise estatística

O programa SPSS para Windows (versão 10.07) foi utilizado para análise. Estatísticas descritivas e análises de frequência foram efetuadas para todas as variáveis. Utilizou-se o teste “Kruskal-Wallis” para investigar se os grupos não-adesão, pobre adesão, moderada adesão e adesão total diferiam entre si em relação às variáveis estudadas. Para as variáveis em que houve diferença significativa, foram verificadas as correlações com a adesão, utilizando-se o Coeficiente de Correlação de Spearman.

RESULTADOS

Caracterização da amostra

Do total de 142 indivíduos cadastrados, 109 não participaram do estudo, pelos seguintes motivos: mudança do número de telefone (53), não atendimento às chamadas telefônicas (25), cancelamento repetido da entrevista agendada (4), impossibilidade de conversar diretamente com o usuário da palmilha, apesar de ter sido estabelecido contato telefônico com parentes e/ou colegas de trabalho (17), desinteresse na participação no estudo (10).

Dessa forma, participaram do estudo 33 indivíduos, sendo 14 homens (42,4%) e 19 mulheres (57,6%), com média de idade de 43,97 (\pm 14,73) anos (variação de 19 – 63 anos). Dor no tornozelo/pé e no joelho foram os problemas mais frequentes (57,6%). Dezesesseis indivíduos (48,5%) possuíam curso superior completo e 25 (75,8%) exerciam atividade

remunerada. As características da amostra estão apresentadas na Tabela 2.

Adesão ao tratamento

Dos 33 participantes, cinco (15,2%) foram caracterizados como adesão total, cinco (15,2%) como adesão parcial, nove (27,3%) como adesão inconstante e 14 (42,4%) como não-adesão. Para o grupo não-adesão, o tempo médio de uso da palmilha antes de abandoná-la foi 193,36 dias (2 – 730 dias).

Motivos apontados para a não-adesão

Para os 14 participantes que abandonaram o uso da palmilha, foi perguntada a razão para a não-adesão. Em suas respostas, os participantes frequentemente relataram mais de um motivo. As razões apontadas foram: “dificuldade da palmilha caber nos sapatos” (42,1%); “desconforto” (21,4%); “dor” (21,4%); “não houve melhoras” (21,4%); “dificuldade para adaptação à palmilha” (14,3%); “não gostar de usar sapato fechado” (14,3%); “trabalho não permite uso de calçado que caiba a palmilha” (7,1%), “palmilha não cabe em nenhum calçado” (7,1%) e “preço elevado” (7,1%).

Quando questionados se a palmilha cabia em todos os sapatos fechados, mais de 80% dos participantes responderam negativamente, entre os quais 75% apontaram que ela só cabia em tênis. Foi então analisado se o tipo de calçado no qual a palmilha se encaixava adequadamente correspondia ao calçado que a pessoa mais usava. No grupo adesão total, isso ocorreu com todos os indivíduos, enquanto nos demais grupos ocorreram, em média, com 41% dos participantes.

Relações entre adesão e variáveis estudadas

Comparando-se os grupos não-adesão, adesão inconstante, adesão parcial e adesão total em relação às variáveis estudadas, o teste Kruskal-Wallis evidenciou diferenças sig-

Tabela 1. Definição das Variáveis do Estudo a partir dos Fatores Observados como importantes para a Adesão a Diferentes Regimes Terapêuticos.

FATOR OBSERVADO	VARIÁVEL ESTUDADA
Características demográficas	Sexo; idade; escolaridade; ocupação
Características do problema	Problema/disfunção; atividades alteradas
Percepções do usuário	Grau de conhecimento do problema; grau de conhecimento sobre o mecanismo de ação da palmilha; gravidade que o problema representa; grau de melhora atribuído à palmilha; preço da palmilha; conforto da palmilha; grau de satisfação com o profissional que confeccionou a palmilha; pessoa a quem o usuário atribui a principal responsabilidade da manutenção de sua saúde
Tratamentos realizados para o problema / disfunção	Ausência/presença (concomitante ou anterior) de tratamentos associados ao uso da palmilha
Forma de orientação para uso da palmilha	Orientação verbal e/ou escrita
Calçados	Tipo de calçado mais utilizado pelo usuário; Capacidade de adaptação da palmilha aos diversos calçados; correspondência entre tipo de calçado que cabe a palmilha e o tipo mais utilizado pelo usuário
Atividade física	Nível de atividade física do usuário

nificativas para conforto ($p<0,003$), grau de melhora atribuído à palmilha ($p<0,006$) e grau de conhecimento do problema ($p<0,002$). A Tabela 3 apresenta os níveis de significância para todas as variáveis analisadas.

Coefficientes de correlação de Spearman, calculados para essas 3 variáveis, revelaram que apenas conforto e grau de melhora atribuído à palmilha se correlacionaram significativamente com o nível de adesão, apresentando coeficientes de correlação de 0,58 e 0,50, respectivamente.

Não foi observada correlação significativa entre o grau de conhecimento do problema e a adesão. Os indivíduos do grupo adesão inconstante apresentaram percepção de

conhecimento significativamente maior que indivíduos dos grupos adesão total e não-adesão.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar os fatores relacionados à adesão ao uso de palmilhas biomecânicas. O termo adesão refere-se à exatidão com que o indivíduo segue as orientações terapêuticas², devendo ser definido com parâmetros apropriados ao regime terapêutico ou comportamento de saúde sob estudo²⁰. No caso das palmilhas, não há uma orientação específica sobre a quantidade de horas

Tabela 2. Caracterização da Amostra (n=33).

VARIÁVEL			
Sexo		Problema/disfunção	
Feminino	19 (57,6%)	Dor no tornozelo/pé	13 (39,4%)
Masculino	14 (42,4%)	Dor no joelho	6 (18,2%)
Idade (anos)		Dor na pelve	3 (9,1%)
Média ± DP	43,97 ± 14,73	Dor na coluna	3 (9,1%)
Variação	19 – 64	Dor em mais de um local	3 (9,1%)
Escolaridade		Alterações na marcha	2 (6,1%)
Superior completo	16 (48,5%)	Discrepância de MMII	2 (6,1%)
Superior incompleto	7 (21,2%)	Dor no quadril	1 (3%)
Ensino médio	6 (18,2%)	Ocupação	
Ensino fundamental	3 (9,1%)	Atividade remunerada	25 (75,8%)
Pós-graduação	1 (3%)	Aposentado	4 (12,1%)
		Sem atividade remunerada	4 (12,1%)

Tabela 3. Comparação dos grupos com relação às variáveis investigadas.

Variável	Valor Crítico	Valor de <i>p</i>
Grau de satisfação com o profissional que indicou a palmilha	1,305	0,73
Grau de satisfação com terapeuta que confeccionou a palmilha	3,886	0,27
Gravidade que o problema representa	4,192	0,24
Nível de atividade física do usuário	1,68	0,64
Capacidade de adaptação da palmilha aos diversos calçados	0,276	0,96
Grau de melhora atribuído à palmilha	12,427	0,006*
Conforto da palmilha	13,791	0,003*
Escolaridade	2,205	0,53
Ocupação (por área)	1,89	0,60
Preço da palmilha	1,209	0,75
Grau de conhecimento sobre o problema	14,995	0,002*
Problema/disfunção	1,962	0,58
Grau de conhecimento sobre o mecanismo de ação da palmilha	3,758	0,29
Correspondência entre tipo de calçado que cabe a palmilha e tipo de calçado mais utilizado pelo usuário	6,491	0,09

de uso diário (pacientes são orientados a usar a palmilha pelo máximo de tempo possível), tornando difícil uma classificação precisa do nível de adesão. Neste estudo, considerou-se como adesão total o uso da palmilha por no mínimo 8 horas/dia, tomando como base o período de tempo diário que o indivíduo realizaria atividades fora de casa, como trabalho, estudo, lazer, etc.

As variáveis estudadas foram definidas a partir dos fatores apontados na literatura como importantes para a adesão a diferentes regimes terapêuticos. O tipo de calçado mais utilizado pelo usuário foi investigado, apesar da falta de embasamento na literatura, por ter sido considerado relevante pelos pesquisadores. Acredita-se que ele poderia influenciar na adesão, já que alguns modelos inviabilizam a colocação da palmilha. Os dados obtidos nesse estudo não apontaram correlação significativa entre adesão e a variável “correspondência entre tipo de calçado que cabe a palmilha e o tipo mais utilizado pelo usuário”. No entanto, todas as pessoas que tiveram adesão total relataram que a palmilha se adaptava bem ao calçado que mais utilizavam, enquanto nos demais grupos isso ocorreu em média com 41% dos pacientes. Entre as pessoas que abandonaram o tratamento, alguns motivos apontados foram: o fato da palmilha não se adaptar em sapatos, apenas ao tênis; desconforto; e incompatibilidade entre o uso do calçado que se adapta à palmilha e seu trabalho. A perspectiva de ter que aderir ao uso de uma órtese que limita as opções de calçados, gerando a necessidade de mudança no estilo de vida (que pode ser conflitante com compromissos sociais ou de trabalho) pode ter contribuído para uma diminuição da adesão.

Foi verificada significativa correlação entre a adesão ao tratamento e o conforto proporcionado pela palmilha ($rs=0,58$; $p<0,001$). Basford et al.¹¹ investigaram fatores que poderiam contribuir para a aceitação de uma órtese para membro superior e concluíram que, mesmo produzindo efeitos benéficos, o uso da órtese é descartado se ela for desconfortável. Como demonstrado em estudos prévios^{21,22}, os indivíduos podem ter experimentado algum fator gerador de desconforto, levando a não-adesão, tais como: fatores intrínsecos da palmilha (comprimento e/ou largura incorretos e áreas de grande compressão no arco do pé) ou fatores biomecânicos (excesso de trabalho muscular para conter vibrações decorrentes do impacto ou para proporcionar estabilização - gerando fadiga). Segundo relatos dos pacientes, um fator importante gerador de desconforto refere-se ao grande volume ocupado pela palmilha dentro do calçado, deixando-o apertado.

Correlação significativa foi também observada entre a adesão e o grau de melhora atribuído à palmilha. A relação causa-efeito é difícil de ser definida, por se tratar de uma investigação retrospectiva. Na fase inicial do tratamento, quando o paciente está sintomático, o alívio dos sintomas promovido pelo uso da palmilha pode ter funcionado como

reforço positivo para a sua adesão. Além disso, nessa fase, é maior o contato com o terapeuta que confeccionou a palmilha (para realização de ajustes) e com o terapeuta que indicou a órtese (quando faz parte do programa de reabilitação). Como demonstrado em estudos prévios, parte da adesão é baseada na relação terapeuta-paciente e os resultados dependem do interesse e envolvimento de ambos^{5,23}. Por outro lado, pode-se inferir também a relação causa-efeito inversa. Vários estudos estabeleceram que os efeitos de determinado tratamento dependem em parte da adesão do paciente, de forma que a não-adesão reduz a eficácia do mesmo^{2,3}. Dessa forma, a diminuição dos sintomas pode ter sido consequência da correta adesão do indivíduo ao tratamento.

Uma vez que se opte pela palmilha como parte integrante do tratamento, a sua utilização poderá acompanhar o indivíduo por vários anos. Dessa forma, torna-se necessária uma adesão em longo prazo. Vários estudos demonstram que quanto mais longo um regime terapêutico, menor a possibilidade de adesão^{1,3,5,6}. Alguns componentes importantes para a adesão na fase inicial não estão mais presentes, como a perspectiva de remissão ou alívio dos sintomas (pois de fato isso já pode ter ocorrido), ou o contato freqüente com os terapeutas. Faz-se necessário encarar o tratamento sob uma nova ótica. Seu objetivo deixa de ser a cura, passando a ser a prevenção, que, na sua forma ideal, é direcionada ao infinito, significando que o produto do tratamento de fato não é alcançado, e o objetivo na sua essência é um processo ao invés de um produto²⁴. Assim, entender os conceitos que definem prevenção é uma premissa importante para tornar mais efetiva a adesão a tratamentos mais longos.

Um outro aspecto a ser considerado é que tratamentos em longo prazo e preventivos geralmente requerem uma maior educação do paciente. Essa educação inclui todos os esforços e processos para dar informação terapêutica ou modificar o comportamento e crenças em relação aos cuidados com a saúde. É reportado que pacientes com maior esclarecimento sobre sua condição tendem a apresentar maior adesão⁹. No entanto, os achados do presente estudo demonstraram que indivíduos do grupo adesão inconstante possuem conhecimento significativamente maior que indivíduos dos grupos adesão total e não-adesão. A ausência de correlação entre o grau de conhecimento do problema e a adesão ao uso da palmilha causou surpresa. Um importante aspecto a ser considerado é que esse estudo pesquisou a percepção do usuário em relação ao seu conhecimento sobre o problema, o que pode não corresponder ao conhecimento real, requerendo cautela na interpretação desses resultados. Além disso, os estudos que relataram a importância do conhecimento investigaram a adesão à medicação prescrita^{9,23}, que pode ser bem diferente da adesão ao uso de uma órtese, onde aspectos como conforto e grau de melhora do problema parecem ser mais relevantes.

CONCLUSÃO

Os achados do presente estudo revelaram que o conforto e grau de melhora atribuído à palmilha influenciaram a adesão ao uso das palmilhas biomecânicas. Sendo assim, esses fatores devem ser considerados durante a indicação dessas órteses, de forma a otimizar os resultados do tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Oldridge NB. Cardiac rehabilitation exercise programme – Compliance and compliance-enhancing strategies. *Sports Med.* 2003 June; 6:42-55.
2. Agras WS. Understanding compliance with the medical regimen: The scope of the problem and a theoretical perspective. *Arthritis Care Res.* 1989 Sept; 2 (3 Suppl): S2-S7.
3. Faleiros JJ. Os pacientes seguem adequadamente os procedimentos terapêuticos? *Prát Méd Geral.* 1982 Feb; 26(2):120-3.
4. Sluijs EM, Kok GJ, Van der ZJ. Correlates of exercise compliance in physical therapy. *Phys Ther.* 1993 Nov; 73 (11): 771-82.
5. Dimou C. Patient education. Part III. Patient compliance. *Dis Mon.* 2000 Dec; 46 (12): 811-22.
6. Friedrich M, Gittler G, Halberstadt Y, Cermak T, Heiller I. Combined exercise and motivation program: effect on the compliance and level of disability of patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998 May; 79 (5): 475-87.
7. Takala J, Niemela N, Rosti J, Sievers K. Improving compliance with therapeutic regimens in hypertensive patients in a community health center. *Circulation.* 1979 Mar; 59 (3): 540-3.
8. Kurita GP, Andruccioli MP. Adesão ao tratamento da dor crônica: Estudo de variáveis demográficas, terapêuticas e psicossociais. *Arq Neuropsiquiatr.* 2003 Jul; 61 (2-B): 416-25.
9. Dent T. Part I. Patient education. *Dis Mon.* 2000 Dec; 46 (12): 785-97.
10. Cott C, Finch E. Goal-setting in physical therapy practice. *Physiother Can.* 1991 Jan; 43 (1): 19-22.
11. Basford JR, Johnson SJ. Form may be as important as function in orthotic acceptance: a case report. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002 Mar; 83 (3): 433-5.
12. Hoffman S, Peterson MR. Foot orthotics: An overview of rationale, assessment and fabrications. 2001; 3 (25): 509-26.
13. Prescription Custom Foot Orthoses Practice Guidelines (Database on the internet). Ellicott City: The American College of Foot and Ankle Orthopedics & Medicine. 2002. Available from: <http://www.acfaom.org/pg1103.pdf>
14. Johanson MA, Donatelli R, Wooden MJ, Andrew PD, Cummings GS. Effects of Three Different Posting Methods on Controlling Abnormal Subtalar Pronation. *Phys Ther.* 1994 Feb; 74 (2): 149-161.
15. Gross MT, Byers JM, Krafft JL, Lackey EJ, Melton KM. The impact of custom semirigid foot orthotics on pain and disability for individuals with plantar fasciitis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002 Apr; 32 (4): 149-57.
16. Amelp TK, Stothart JP, Kumar S. The effectiveness of functional foot orthoses as a treatment for patellofemoral stress syndrome: The clients' perspective. *Physiother Can.* 2000; 52 (2): 153-7.
17. Piman D, Jack DA. Clinical investigation to determine the effectiveness of biomechanical foot orthoses as initial treatment for patellofemoral syndrome. *J Prosth Orth.* 2000; 12 (4): 111-8.
18. Bird AR, Bendrups AP, Payne CB. The effect of foot wedging on electromyographic activity in the erector spinae and gluteus medius muscles during walking. *Gait Posture.* 2003 Oct; 18 (2): 81-91.
19. Dunbar-Jacob J, Mortimer-Stephens MK. Treatment adherence in chronic disease. *J Clin Epidemiol.* 2001 Dec; 54 (1 Suppl): S57-60.
20. Vitolins MZ, Rand CS, Rapp SR, Ribisl PM, Sevick MA. Measuring adherence to behavioral and medical interventions. *Control Clin Trials.* 2000 Oct; 21 (5 Suppl): S188-S94.
21. Vicenzino B. Foot orthotics in the treatment of lower limb conditions: a musculoskeletal physiotherapy perspective. *Man Ther.* 2004 Nov; 9 (4): 185-96.
22. Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 July; 31 (7 Suppl): S421-8.
23. Gomes MM, Etefan IJS. Reforçar a aderência à medicação prescrita? Aspectos práticos. *Arq Bras Med.* 1992; 66 (1): 41-4.
24. Sluijs EM, Knibbe JJ. Patient compliance with exercises: Different theoretical approaches to short-term and long-term compliance. *Patient Edu Couns.* 1991; 17: 191-204.

NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA, DOR E EDEMA E SUAS RELAÇÕES COM A DISFUNÇÃO MUSCULAR DO JOELHO DE IDOSOS COM OSTEOARTRITE

ZACARON KAM^{1,2}, DIAS JMD³, ABREU NS^{1,2} E DIAS RC³

¹ Curso de Fisioterapia, Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG - Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

³ Departamento de Fisioterapia, UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

Correspondência para: Katy Andrade Monteiro Zacaron, Rua da Bahia, 258, Poço Rico, CEP 36020-080, Juiz de Fora, MG - Brasil, e-mail: katzac@powermail.com.br

Recebido: 30/06/2005 – Aceito: 22/03/2006

RESUMO

Contextualização: O decréscimo da função dos músculos quadríceps (Q) e isquiotibiais (IT) apresenta-se potencializado na população idosa com osteoartrite (OA) de joelhos, podendo ser atribuído ao menor nível de atividade física (NAF) ou à dor e ao edema. Objetivos: Comparar o desempenho de Q e IT de idosos assintomáticos e com OA de joelhos e correlacionar tal desempenho com a dor e o edema. Métodos: A amostra constituiu-se de quinze idosos com OA de joelho bilateral (grupo OA) e quinze assintomáticos (grupo AS). O dinamômetro isocinético, Biodex System 3-Pro, foi utilizado para avaliar a performance muscular e a escala visual análoga (EVA) numérica para registro da dor. O edema foi avaliado por teste manual. Teste t-Student foi empregado para comparar as variáveis demográficas, antropométricas, trabalho de Q (TRAB Q), de IT (TRAB IT) e Relação IT/Q. Teste Qui-quadrado foi utilizado para a comparação do NAF e o coeficiente de Spearman para verificar correlação entre as variáveis edema e dor com TRAB Q, TRAB IT e Relação IT/Q. Resultados: Não houve diferença estatisticamente significativa entre as variáveis antropométricas, demográficas e NAF ($p > 0,05$). TRAB Q apresentou-se estatisticamente menor ($p = 0,001$) no grupo OA e a Relação IT/Q, mostrou-se estatisticamente maior neste grupo ($p = 0,04$). Não houve correlação entre as variáveis dor e edema com TRAB Q, TRAB IT e Relação IT/Q ($\rho \leq -0,468$; $p \geq 0,229$). Conclusão: A redução da função muscular dos idosos com OA de joelhos não pode ser atribuída unicamente a um menor NAF desta população.

Palavras-chave: idosos, osteoartrite de joelho, atividade física, dor, edema, disfunção muscular.

ABSTRACT

Physical Activity Levels, Pain and Swelling and Their Relationships with Knee Muscle Dysfunction in Elderly People with Osteoarthritis

Background: Decreased quadriceps and hamstring muscle function appears to be greater in the elderly population with knee osteoarthritis. This may be due to lower physical activity levels or to pain and swelling. Objective: To compare quadriceps and hamstring performance in elderly people with and without knee osteoarthritis and to correlate this with pain and swelling. Method: The sample was composed of 15 elderly people with bilateral knee osteoarthritis (osteoarthritis group) and 15 asymptomatic elderly people (asymptomatic group). The Biodex System 3-Pro[®] isokinetic dynamometer was used to evaluate muscle performance, and a visual analog scale (VAS) to register the pain. The swelling was assessed by a manual test. Student's t test was applied to compare the demographics, anthropometric variables, quadriceps work, hamstring work and hamstring/quadriceps ratio. The chi-squared test was used to compare physical activity levels and Spearman coefficients to verify correlations between the swelling and pain variables and the quadriceps work, hamstring work and hamstring/quadriceps ratio. Results: No statistically significant differences were detected between the anthropometric variables, demographics and physical activity levels ($p > 0.05$). Quadriceps work was statistically smaller ($p = 0.001$) in the osteoarthritis group and the hamstring/quadriceps ratio was statistically larger in this group ($p = 0.04$). There was no correlation between the pain and swelling variables and the quadriceps work, hamstring work and hamstring/quadriceps ratio ($\rho \leq -0.468$; $p \geq 0.229$). Conclusion: The reduced muscle function among elderly people with knee osteoarthritis cannot solely be attributed to the lower physical activity levels of this population.

Key words: elderly people, knee osteoarthritis, physical activity, pain, swelling, muscle dysfunction.

INTRODUÇÃO

A osteoartrite (OA) é uma doença articular crônico-degenerativa que evidencia desgaste da cartilagem articular, na qual, dentre as articulações de sustentação de peso, o joelho é o mais freqüentemente afetado¹.

Clínica e radiograficamente, a OA caracteriza-se por dor, rigidez matinal, crepitação óssea, atrofia muscular, estreitamento de espaço intra-articular, formações osteofíticas, esclerose do osso subcondral e formações císticas².

Embora as pesquisas tenham pouco sucesso em elucidar a patogênese da OA de joelho, alguns fatores de risco para esta doença encontram-se bem estabelecidos. Por manifestar-se em cerca de 50% dos idosos com mais de 65 anos e em 80% dos acima de 75 anos, o envelhecimento inclui-se entre estes fatores³. Além do envelhecimento, a obesidade, lesões ou cirurgias prévias, esforço ocupacional ou recreacional cumulativo, mau alinhamento articular e fraqueza muscular são alguns dos fatores que também predis põem à OA^{2,3}.

O desempenho muscular apresenta um decréscimo com o processo de envelhecimento⁴, sendo a sarcopenia causa direta da redução da força muscular no idoso^{4,5}. O fenômeno da sarcopenia caracteriza-se pela redução no número, no tamanho e no nível da vascularização das fibras musculares⁴.

Conjuntamente à sarcopenia, a perda de força muscular que acompanha o processo de envelhecimento, e também, é atribuída a fatores como a alteração da composição química das fibras musculares, redução no número e tamanho de motoneurônios e consequentemente das unidades motoras⁶, da fragmentação e degeneração das junções neuromusculares, além do desalinhamento dos elementos pré e pós-sinápticos⁶.

O decréscimo da função dos músculos quadríceps (Q) e isquiotibiais (IT) apresenta-se potencializada na população idosa portadora de OA de joelhos^{7,8}, podendo ser atribuída ao fator comportamental caracterizado por menor nível de atividade física adotada por esta população⁸ ou aos sinais e sintomas clínicos inerentes à doença^{7,9}.

A dor e o fluido intra-articular excessivo, que são comuns em afecções articulares como a OA, sensibilizam os mecanorreceptores capsulares que emitem sinais para interneurônios inibitórios medulares os quais inibem os motoneurônios Alfa e, consequentemente, os sinais que seriam transmitidos ao quadríceps^{9,10}. Este fenômeno é denominado inibição muscular artrogênica (IMA) e é, provavelmente, gerado pela informação aferente anormal que parte da articulação afetada resultando em ativação diminuída dos músculos que agem nesta articulação^{9,10}.

Em virtude do fato de o decréscimo na função muscular dos idosos com e sem OA de joelhos ser um fator limitante da capacidade funcional desta população e, consequentemente, da independência física¹¹, torna-se relevante o esclarecimento de todos os mecanismos relacionados a este fenômeno. Assim, o presente estudo teve como objetivo comparar o desempenho muscular do Q e IT de idosos assintomáticos

e portadores de OA de joelhos e correlacioná-los com a dor e o edema presentes na articulação comprometida.

METODOLOGIA

Amostra

Participaram deste estudo 15 voluntários com diagnóstico clínico e radiográfico de OA bilateral de joelho, segundo os critérios do *American College of Rheumatology*², com idade entre a 65 e 80 anos que viviam na comunidade e possuíam marcha independente (aquela realizada sem auxílio externo)¹². Também participaram deste estudo, 15 idosos assintomáticos que preencheram os critérios de inclusão previamente mencionados no que concerne à idade e independência da marcha, além de ausência de quaisquer sinais e sintomas clínicos de OA nos joelhos. Os idosos foram recrutados de grupos sociais e centros de atendimentos à saúde de Belo Horizonte e também atenderam aos seguintes critérios de exclusão: presença de prótese total ou parcial de quadris e/ou joelhos, doenças neurológicas, outras doenças reumáticas, déficit cognitivo que compromettesse a compreensão dos testes, amplitude de movimento menor que 90° de flexão dos quadris e amplitude de movimento abaixo de 90° de flexão e 5° de extensão dos joelhos. Os mesmos foram alocados em dois grupos: grupo de idosos assintomáticos (grupo AS) e grupo de idosos com OA de joelho (grupo OA). Na formação dos grupos os indivíduos foram pareados por sexo e idade.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais e os participantes assinaram termo de consentimento livre esclarecido assegurando seus direitos de acordo com a resolução N° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Instrumentação

Para avaliação da performance muscular de IT e Q foi utilizado o dinamômetro isocinético *Biodex System 3 Pro* (*Biodex Medical Systems, Shirley, New York*)¹³.

Para registro da dor no joelho, foi utilizada a Escala Visual Analógica (EVA) numérica. Este instrumento constitui-se de uma linha reta horizontal com 10cm de comprimento, numerada de 0 a 10 a cada centímetro, na qual suas terminações são definidas como os limites extremos da sensação dolorosa¹⁴.

Procedimento

No grupo OA os dados foram coletados do membro mais sintomático e no grupo AS a coleta foi realizada no membro corresponde à dominância de seu par. Foi considerada como a perna dominante, aquela escolhida pelo indivíduo para chutar uma bola¹².

Inicialmente, os participantes foram submetidos a uma avaliação que constou de dados como idade, sexo, massa corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC), membro inferior dominante e mais sintomático, presença e intensidade

de dor, presença de edema, nível de atividade física (NAF) e grau de acometimento da OA. A classificação radiográfica da OA seguiu os critérios propostos por Kellgren e Lawrence¹⁵.

Em seguida, para aquecimento, seguindo protocolo utilizado com idosos, os participantes pedalarão em bicicleta ergométrica por 5 minutos em velocidade confortável⁸.

Para realização do teste de performance dos músculos Q e IT, os participantes foram posicionados sentados no dinamômetro isocinético com o tronco, pelve e coxa estabilizados por cintos e o eixo foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur¹³. Após o posicionamento, os voluntários praticaram três repetições submáximas, como forma de familiarização. Posteriormente, foram dados 20 segundos de descanso, e, então, foi realizada a avaliação da performance muscular com 5 repetições na velocidade de 60°/s, na ADM de 5° a 90° de flexão do joelho¹⁶. Durante a realização dos testes isocinéticos foi dado o mesmo estímulo verbal a todos os participantes para obtenção de força máxima¹³. A calibração do equipamento, bem como a correção da gravidade em todos os testes, foram executados conforme instrução do fabricante e o mesmo foi operado por avaliador experiente.

Redução dos Dados

Os parâmetros trabalho do quadríceps (TRAB Q) e trabalho dos isquiotibiais (TRAB IT) normalizados pela massa corporal, obtidos através do teste de desempenho muscular isocinético, bem como a relação do pico de torque IT/Q (Relação IT/Q), foram analisados.

O NAF de cada participante foi classificado de acordo com o preconizado pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM), que considera ativo aquele que pratica atividade física moderada, por no mínimo 30 minutos na maioria dos dias da semana¹⁷.

A presença de edema foi avaliada como descrito por Silva, pressionando-se, as bolsas suprapatelar e infrapatelar com a comissura digital do polegar e do indicador. Com os dedos indicador e médio, pressionou-se a região medial do joelho e, após retirada a pressão, observou-se se esta sofreu um abaaulamento, o que indica a presença de edema¹⁸.

Análise Estatística

Foi realizada análise descritiva das variáveis idade, massa corporal, estatura e IMC.

Teste *t-Student* para amostras independentes foi utilizado para concluir sobre as diferenças entre os grupos quanto às médias das variáveis demográficas, antropométricas, TRAB Q, TRAB IT e Relação IT/Q. Previamente, a normalidade da distribuição da amostra foi testada através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, que mostrou valor de $p > 0,10$ em todas as análises indicando normalidade na distribuição dos dados.

Para realizar a comparação do NAF entre os grupos foi usado o teste Qui-quadrado.

O coeficiente de *Spearman* foi calculado para verificação da correlação entre as variáveis edema e dor com as variáveis TRAB Q, TRAB IT e Relação IT/Q.

Estabeleceu-se nível de significância de $\alpha = 0,05$ para todas as análises estatísticas.

RESULTADOS

Em ambos os grupos, 11 voluntários (73,3%) pertenciam ao sexo feminino. A média da idade dos participantes do grupo AS foi de $71,33 \pm 3,99$ anos (65 a 79) e do grupo OA foi de $71,47 \pm 3,93$ anos (65 a 79). O IMC teve média de $26,84 \pm 4,92$ kg/m² no grupo AS e $29,48 \pm 4,41$ kg/m² no grupo OA.

Quanto ao índice de gravidade do exame radiológico, predominou o grau III, com sete voluntários (46,7%), seguido do grau II, com seis casos (40,0%).

Dentre os participantes do grupo OA, dez (66,5%) possuíam edema e onze (73,3%) apresentaram dor. A pontuação da dor na EVA variou de zero a sete, com predomínio das pontuações zero e três pontos, relatadas por quatro participantes e dois pontos relatadas por três voluntários. No grupo AS, estas características clínicas estavam ausentes em 100% de seus integrantes.

A comparação das variáveis idade, massa corporal, estatura e IMC entre os grupos, mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre estas medidas ($p > 0,05$).

Para a variável NAF foi utilizado o Teste Qui-quadrado e também não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p = 0,256$) (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação do Nível de Atividade Física.

NAF*		Grupo		Total
		OA**	AS***	
Ativo	n	8	11	19
	Porcentagem	42,1%	57,9%	100,0%
Sedentário	n	7	4	11
	Porcentagem	63,6%	36,4%	100,0%
Total	n	15	15	30
	Porcentagem	50,0%	50,0%	100,0%

*Nível de atividade física segundo critérios do ACSM; **Com osteoartrite; *** Assintomáticos; $p = 0,256$ (Teste Qui-quadrado).

A variável TRAB Q apresentou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,001$), sendo o valor médio desta variável maior para o Grupo AS. Em se tratando da variável TRAB IT, embora menor no grupo OA, a diferença não foi estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Quanto a Relação IT/Q, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre

os grupos ($p=0,04$), sendo o valor médio maior para o grupo OA (Tabela 2).

O Coeficiente de *Spearman rho* revelou não haver correlação estatisticamente significativa entre as variáveis dor e edema com as medidas TRAB Q, TRAB IT e Relação IT/Q ($\rho \leq -0,468$ $p \geq 0,229$).

Tabela 2. Comparação das variáveis TRAB Q, TRAB IT e RELAÇÃO IT/Q.

Variável	Grupo	Média	DP**	T***	Valor-p
TRAB Q*	OA	106,853	27,3665	-3,782	0,001
	AS	147,400	31,2346		
TRAB IT*	OA	59,187	19,2416	-1,674	0,105
	AS	71,953	22,4048		
Relação IT/Q*	OA	51,180	11,2240	2,154	0,040
	AS	43,667	7,5149		

*Valores obtidos no dinamômetro isocinético a 60°/s; ** Desvio padrão;

***Teste *t- Student*.

DISCUSSÃO

Na amostra estudada, o grupo AS apresentou IMC de 26,84 kg/m² e o OA 29,48 kg/m² e, segundo os critérios de caracterização do estado nutricional da população idosa, sugeridos por Lipschitz¹⁹, IMC > 27 kg/m² determina o sobrepeso. Portanto os idosos do grupo OA se enquadravam na faixa de sobrepeso.

Uma vez que a literatura aponta a influência do sexo, idade, medidas antropométricas e NAF no desempenho muscular²⁰, foram realizadas análises das diferenças destas variáveis entre os grupos do estudo. Assim, a análise das variáveis sexo (73,3% de sexo feminino em ambos os grupos), idade (OA 71,47±3,93 anos e AS 71,33±3,99 anos), bem como das variáveis antropométricas e NAF não demonstrou diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) entre os grupos. Em suma, estes dados vêm caracterizar a homogeneidade de ambos os grupos em relação a essas variáveis, o que possibilitou as comparações propostas nesta pesquisa.

O parâmetro trabalho muscular nos informa sobre a força que o músculo ou grupo muscular pode desenvolver durante toda a incursão do movimento articular, o que pode ser computado como a área sob a curva de torque¹³. Já o pico de torque refere-se à força máxima em um ponto específico da ADM percorrida. Desta forma, a análise do parâmetro trabalho nos fornece uma informação mais ampla do desempenho muscular que o pico de torque e, por isso,

foi eleito para análise neste estudo. Não obstante, analisando a literatura que contempla o desempenho muscular em idosos, constatou-se uma predominância na utilização do parâmetro pico de torque em detrimento do trabalho e dos demais parâmetros²¹, fato que dificulta as comparações da literatura com os resultados do presente estudo.

Verificou-se, neste estudo, uma redução significativa do TRAB Q no grupo OA, porém esta redução não guardou a mesma proporção para o TRAB IT. Estes achados estão de acordo com os encontrados por outros estudos^{7,20} e são independentes da massa corporal dos participantes.

A fraqueza preferencial da musculatura extensora sugere que a atrofia por desuso não é o principal responsável por este resultado, principalmente porque não houve diferença significativa no NAF segundo os critérios do ACSM entre os grupos OA e AS. Estudo realizado por Slemenda et al.⁷ no qual a massa magra foi quantificada em quilogramas, constatou que até mesmo os indivíduos com OA de joelho que possuíam igual ou maior massa muscular apresentaram menor desempenho muscular. Este fenômeno, foi atribuído a IMA que parece estar relacionado à presença de edema⁹ e de dor^{20,22} articulares. Neste caso, ocorreria um *input* aferente alterado para a articulação afetada, o que, conseqüentemente, acarretaria em uma redução no estímulo eferente do moto-neurônio do Q, influenciando negativamente o seu desempenho^{9,10}.

Contudo, neste estudo, o edema e a dor não mostraram uma correlação significativa com as variáveis TRAB Q e IT e Relação IT/Q. Talvez isto possa ser atribuído ao tamanho reduzido da amostra. Além disso, o valor predominante relatado para dor foram três e dois, ou seja, uma intensidade relativamente baixa em uma escala de zero a dez. Correlação significativa entre estas variáveis foi previamente reportada nos estudos de Stauffer et al.²³ e Teixeira e Olney²⁰. Estudo de McNair et al.⁹, que teve como objetivo investigar o efeito do excesso de fluido no interior da articulação do joelho na capacidade de geração de torque pelo músculo Q e determinar se ele pode ser alterado por exercício desta articulação, verificou que o torque diminui com a presença de fluido intra-articular excessivo. Também puderam verificar, neste mesmo estudo, que o torque aumentou após exercícios submáximos⁹. Segundo os autores, talvez este último achado mostre que exercícios submáximos aumentam a complacência da cápsula implicando em redução das descargas subseqüentes dos mecanorreceptores nela localizada⁹. Pressuposto este que reforça o princípio da IMA.

A Relação IT/Q é um parâmetro comumente usado para descrever o equilíbrio muscular da articulação do joelho²⁴, e uma alteração da mesma pode predispor tanto a articulação quanto o grupo muscular mais fraco à lesão¹³. Nos resultados deste estudo, a relação IT/Q apresentou-se significativamente aumentada no grupo OA em comparação com o AS. Isto se deu pelo fato já mencionado anteriormente de uma menor

força ter sido desenvolvida pelo Q em relação à força dos IT relativamente preservada.

Estudo de Dias et al.¹⁶ que teve como objetivo estabelecer valores normativos para a relação IT/Q de idosos saudáveis, encontrou um valor médio de 47,95% na velocidade de 60°/s¹⁶. Confrontando este achado com o do grupo AS do presente estudo (valor médio de 43,67%), constata-se valor menor que o por eles preconizado. Esta disparidade, possivelmente, se atribui à idade média mais avançada e à presença de indivíduos do sexo masculino no presente estudo.

Teixeira e Olney²⁰ realizaram a medida da relação IT/Q em dois grupos de idosos, o primeiro com OA de joelhos e o segundo assintomático, e encontraram valores de 72% e 53% respectivamente²⁰. Apesar do dinamômetro isocinético utilizado ter sido de marca diferente, comparando os resultados de Teixeira e Olney com os deste estudo verificou-se que o grupo com OA daquele, também apresentou um valor maior para esta medida em comparação com seus pares.

A diminuição preferencial da ativação do grupo extensor do joelho também pode estar relacionada ao fato de, na presença do edema nesta articulação, a posição de maior conforto ser em flexão, a qual corresponde à posição destravada desta articulação²⁵. Desta forma, supõe-se que a não extensão seria uma estratégia antálgica gerada pela inibição do Q.

Uma vez que técnicas metodológicas podem influenciar nos resultados da performance muscular no dinamômetro isocinético, os seguintes parâmetros para utilização deste instrumento foram rigorosamente respeitados: a prévia calibração do equipamento, o posicionamento cuidadoso dos participantes, a correção da gravidade, a familiarização com o teste, o fornecimento de adequadas orientações sobre o teste e de estímulo verbal visando à motivação, além da realização de prévio aquecimento dos músculos testados. Para minimizar possíveis substituições, o tronco, pélvis e coxa foram devidamente estabilizados¹³.

CONCLUSÃO

O déficit no desempenho muscular de idosos portadores de OA de joelho é uma característica comum nesta população. Na amostra estudada (grupo OA e grupo AS) este fenômeno acometeu preferencialmente o grupo muscular extensor embora ambos os grupos apresente semelhante NAF. Este fato nos leva a concluir que a redução da força muscular nesta população não deve ser atribuída, unicamente, ao menor NAF por ela adotado. Além disso, embora, pesquisas apontem para uma possível associação do decréscimo no desempenho muscular com a dor e o edema manifestados nesta doença^{17,31,38}, o presente estudo não corroborou este fato, o que, talvez, possa ser atribuído ao tamanho relativamente pequeno desta amostra.

Diante destas conclusões, este estudo sugere que a intervenção fisioterapêutica visando à melhoria do desempenho muscular de portadores de OA de joelho não pode basear-se, exclusivamente, na mudança comportamental através da implementação de um maior nível de atividade física destes pacientes. Sugere ainda a realização de futuras pesquisas para elucidar a existência ou não de correlação entre disfunção muscular e presença da dor e do edema em portadores de OA de joelhos. Para tanto, sugere-se a execução de estudos com uma população maior, bem como com outras faixas etárias. Também sugere-se a utilização de instrumento que meça o edema de forma quantitativa e precisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martin DF. Pathomechanics of knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26(12):1429-1434.
2. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum* 1986; 29(8):1039-1049.
3. Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Naimark A, Weissman BN, Aliabadi P, et al. The incidence and natural history of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum* 1995; 38(10):1500-1505.
4. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol* 2000; 88(4):1321-1326.
5. Evans WJ. Effects of exercise on senescent muscle. *Clin Orthop* 2002;(403 Suppl):S211-S220.
6. Patten C, Craik RL. Sensorimotor changes and adaptation in the older adult. In: Guccione AA, editor. *Geriatric Physical Therapy*. Mosby: St Louis, 2000: 78-109.
7. Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, Mazucca S, Braunstein EM, Katz BP, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med* 1997; 127(2):97-104.
8. Schilke JM, Johnson GO, Housh TJ, O'Dell JR. Effects of muscle-strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of the knee joint. *Nurs Res* 1996; 45(2):68-72.
9. McNair PJ, Marshall RN, Maguire K. Swelling of the knee joint: Effects of Exercise on Quadriceps Muscle Strength. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77:896-899.
10. Rutherford OM, Jones DA, Newham DJ. Clinical and experimental application of the percutaneous twitch superimposition technique for the study of human muscle activation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986; 49(11):1288-1291.
11. Guccione AA. Arthritis and the process of disablement. *Phys Ther* 1994; 74(5):408-414.
12. Sharma L, Hayes KW, Felson DT, Buchanan TS, Kirwan-Mellis G, Lou C, et al. Does laxity alter the relationship between strength and physical function in knee osteoarthritis? *Arthritis Rheum* 1999; 42(1):25-32.

13. Perrin DH. Isokinetic Exercise and Assessment. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1993.
14. Bolognese JA, Schnitzer TJ, Ehrich EW. Response relationship of VAS and Likert scales in osteoarthritis efficacy measurement. *Osteoarthritis Cartilage* 2003; 11(7):499-507.
15. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1957; 16(4):494-502.
16. Dias JMD, Arantes PMM, Alencar MA, Faria JC, Machala CC, Camargos FFO, et al. Relação Isquiotibiais/ Quadríceps em Mulheres Idosas Utilizando o Dinamômetro Isocinético. *Rev Bras Fisioter* 2004; 8(2):111-115.
17. Matsudo V, Matsudo S, Andrade D, Araujo T, Andrade E, de Oliveira LC et al. Promotion of physical activity in a developing country: the Agita Sao Paulo experience. *Public Health Nutr* 2002; 5(1A):253-261.
18. Silva OL. Exame Clínico do Joelho e da Perna. *Semiologia do Aparelho Locomotor*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003: 222-241.
19. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care* 1994; 21(1):55-67.
20. Teixeira LF, Olney SJ. Avaliação Clínica, Radiológica e Estudo Isocinético da Força Muscular em Pacientes Idosos Portadores de Osteoartrite (OA) do Joelho. *Rev Fisioter Univ São Paulo* 1995; 2(2):56-64.
21. Huang MH, Lin YS, Yang RC, Lee CL. A comparison of various therapeutic exercises on the functional status of patients with knee osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2003; 32(6):398-406.
22. O'Reilly SC, Jones A, Muir KR, Doherty M. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. *Ann Rheum Dis* 1998; 57(10):588-594.
23. Stauffer RN, Chao EYS, Györy AN. Biomechanical Gait Analysis of the Diseased Knee Joint. *Biomechanical Gait Analysis* 1977; 126:246-255.
24. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med* 1998; 26(2):231-237.
25. Norkin C, Levangie PK. *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*. Philadelphia: P.A. Davis Company, 2001.

AVALIAÇÃO DA MECÂNICA VENTILATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM DISFUNÇÃO TÊMPORO-MANDIBULAR E ASSINTOMÁTICOS

PASINATO F¹, CORRÊA ECR² E PERONI ABF²

¹ Fisioterapeuta

² Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, SC - Brasil

Correspondência para: Fernanda Pasinato, Rua Dr. Bozano, 696, apto 303, CEP 97015-000, Santa Maria, RS - Brasil, e-mail: fpasinato2002@yahoo.com.br

Recebido: 27/09/2005 – Aceito: 12/05/2006

RESUMO

Contexto: A relação entre disfunções respiratórias e têmporo-mandibulares tem sido recentemente constatada pela incidência de dor orofacial entre indivíduos com história de doenças respiratórias obstrutivas tanto de vias aéreas superiores como nas inferiores. **Objetivo:** Avaliar comparativamente a mecânica ventilatória em indivíduos com disfunção têmporo-mandibular (DTM) e em indivíduos assintomáticos. **Método:** Participaram do estudo 35 voluntários, sendo 20 indivíduos com DTM e 15 assintomáticos. Os participantes foram avaliados para verificação da presença e grau de disfunção têmporo-mandibular. Realizou-se avaliação respiratória, por meio de inspeção do padrão e tipo ventilatório, medida dos perímetros torácicos, teste de força dos músculos respiratórios e histórico de enfermidade respiratória. **Resultados:** Nos indivíduos com DTM, o modo respiratório bucal (30%) e misto (15%), bem como o padrão ventilatório apical (45%) foram predominantes. Observou-se uma menor expansibilidade torácica e uma redução estatisticamente significativa no índice de amplitude abdominal nos indivíduos com DTM. Estes indivíduos também apresentaram maior incidência de patologias respiratórias obstrutivas tanto de vias aéreas superiores (70%) como inferiores (45%) em relação aos assintomáticos. **Conclusão:** Os resultados indicam que existe uma influência da mecânica ventilatória sobre a ocorrência de disfunção têmporo-mandibular.

Palavras-chave: ventilação pulmonar, transtornos da articulação têmporo-mandibular, mastigação, postura.

ABSTRACT

Evaluation of Ventilatory Mechanics in Individuals with Temporomandibular Dysfunction and in Asymptomatic Individuals

Background: The relationship between respiratory and temporomandibular dysfunctions has recently been brought to light through the incidence of orofacial pain among individuals with a history of obstructive respiratory diseases in the upper and lower airways. **Objective:** To comparatively evaluate the ventilatory mechanics in individuals with temporomandibular dysfunction (TMD) and in asymptomatic individuals. **Method:** Thirty-five volunteers took part in the study: 20 individuals with TMD and 15 asymptomatic individuals. The participants were evaluated to verify the presence and degree of TMD. A respiratory evaluation was carried out by means of inspecting the ventilatory pattern and type, measuring the chest perimeter, testing the respiratory muscle strength and investigating the history of respiratory diseases. **Results:** The mouth (30%) and mixed (15%) breathing types and the apical ventilatory pattern (45%) predominated in individuals with TMD. There was less chest expandability and a statistically significantly smaller abdominal amplitude index in individuals with TMD. These individuals also presented higher incidence of obstructive respiratory diseases in the upper (70%) and lower (45%) airways, in relation to the asymptomatic individuals. **Conclusion:** The results indicate that there is an influence from ventilatory mechanics on the occurrence of temporomandibular dysfunction.

Key words: lung ventilation, temporomandibular joint disorders, mastication, posture.

INTRODUÇÃO

As disfunções têmporo-mandibulares (DTMs) compreendem uma ampla categoria de desordens que engloba alterações clínicas na musculatura mastigatória, na articulação têmporo-mandibular (ATM), ou em ambas¹.

Porém, alterações mais globais também parecem estar envolvidas na etiologia das DTMs, especialmente a postura corporal e, mais recentemente, a influência da mecânica e padrão ventilatórios nas DTMs vêm despertando o interesse de alguns pesquisadores^{2,3,4}.

A relação entre respiração e DTM é determinada especialmente pelo uso excessivo da musculatura inspiratória acessória, o que pode também acarretar alterações posturais. Fatores como: padrão ventilatório apical, tensão/ansiedade e respiração bucal podem ser indicados como os principais responsáveis por estas alterações⁴.

A retração da cadeia inspiratória que eleva o tórax e impede-o de voltar à posição expiratória inicial, limita consequentemente os movimentos do diafragma. Além disso, o encurtamento dos músculos acessórios tônicos antigravitários causa uma série de alterações posturais na coluna cervical, ombros e dorso³.

Rocabado⁵ considerou a respiração costal superior, curta e insuficiente e a respiração bucal como sintomas apresentados por pacientes com DTM. Outros autores^{6,7} consideram que a respiração curta leva ao desenvolvimento da postura de cabeça anteriorizada com estimulação da rotação cranial posterior. Estudos recentes sobre DTM vêm abordando a avaliação do padrão ventilatório e modo respiratório (nasal ou bucal)^{2,8}.

De acordo com Ribeiro⁹, o músculo esternocleidomastoídeo (ECM) é um dos principais responsáveis pelos transtornos disfuncionais da cabeça e pescoço associados com disfunção do aparelho estomatognático. A contração bilateral do ECM causa flexão anterior da coluna cervical sobre a torácica e anteriorização da cabeça. Isto pode aumentar o esforço inspiratório, contribuindo para um padrão ventilatório apical, e por sua vez, um maior recrutamento dos músculos acessórios da inspiração. A anteriorização da cabeça também tensiona a musculatura hióidea, tracionando a mandíbula posteriormente.

Com base na literatura consultada, este estudo teve como objetivo avaliar a mecânica e padrão ventilatório de indivíduos com DTM e indivíduos assintomáticos. Além disso, o estudo propôs-se a aprofundar o conhecimento sobre este tema ainda pouco explorado e fornecer suporte teórico à prática clínica para uma abordagem global do paciente portador desta disfunção.

METODOLOGIA

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria

(016848/2005). Os voluntários foram informados a respeito dos objetivos e procedimentos utilizados na pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram estudados 35 voluntários, com idades entre 19 e 53 anos, distribuídos em 2 grupos: grupo DTM e grupo assintomático.

Grupo DTM: 20 sujeitos selecionados entre indivíduos que procuraram o Serviço de Odontologia da Universidade Federal de Santa Maria com sintomas de dor orofacial ou na articulação têmporo-mandibular, com DTM confirmada pelo diagnóstico odontológico. Dezenove sujeitos eram do gênero feminino e um do masculino, com idades entre 20 a 46 anos, e média aproximada de 27 anos (DP= 7,05).

Foram excluídos do estudo indivíduos com histórico de traumas ortopédicos na região facial, doença reumática, doença pulmonar crônica, pacientes em tratamento odontológico com uso de placa (miorelaxante ou reposicionadora) com remissão de sintomas ou em tratamento fisioterápico ou medicamentoso específico.

Grupo Assintomático: 15 sujeitos classificados através do Índice Anamnésico de Fonseca¹⁰ quanto ao grau de disfunção como sem disfunção ou com disfunção leve (assintomáticos). Este índice foi utilizado com a finalidade de triagem dos sujeitos assintomáticos por ser de fácil e rápida aplicação². Os voluntários eram todos do gênero feminino e possuíam idades entre 19 e 53 anos e média aproximada de 24 anos (DP= 8,24).

Após o diagnóstico odontológico de DTM, os indivíduos com disfunção foram submetidos ainda à avaliação pelo Índice Anamnésico e Clínico de Disfunção e Estado Oclusal¹¹, que inclui: (1) Índice de Disfunção Clínica, que avalia a amplitude e presença de desvio no movimento mandibular, presença de sons na ATM (verificada através da auscultação e palpação articular), sensibilidade à palpação dos músculos mastigatórios e da ATM; (2) Índice de Mobilidade articular, verificando a medida das amplitudes máximas de movimento mandibular em abertura, lateralidade direita e esquerda e protrusão (medidas realizadas por meio de paquímetro – Figura 1); (3) Índice Anamnésico de Disfunção, que avalia sintomas relatados pelos pacientes tais como sons na ATM, sensação de fadiga na mandíbula, sensibilidade ou rigidez na mandíbula ao acordar ou em sua abertura, dificuldade para abrir a boca em toda sua amplitude, travamento, luxação, dor ao movimento, dor na ATM ou músculos mastigatórios; (4) Índice de Estado Oclusal (avaliado por odontólogo especializado na área), verificando o número de dentes e sua oclusão, bem como a presença de interferências articulares ou oclusais.

A avaliação respiratória dos participantes do estudo contemplou os seguintes aspectos: história de patologias respiratórias atual e/ou prévia, padrão ventilatório, modo respiratório e mobilidade torácica por meio do Índice de Amplitude Tóraco-abdominal (IATA) com medida dos perímetros torácicos (nos níveis axilar, xifoidal e umbilical). O IATA consiste no valor ponderado entre as medidas obtidas

com a fita métrica na inspiração e expiração máximas. É um modo simples e acessível na prática clínica de mensurar a expansibilidade tóraco-abdominal de indivíduos de diferentes dimensões cirtométricas¹². O exame clínico da força muscular respiratória foi realizado segundo orientação de Cuello¹³.

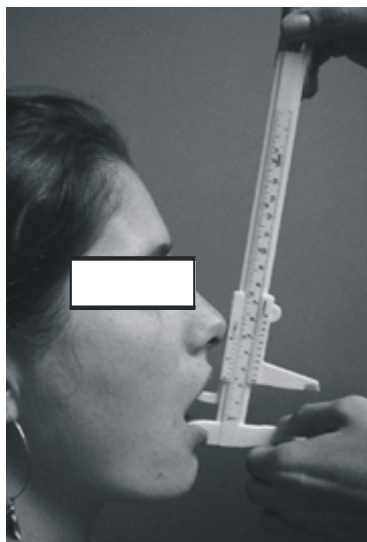


Figura 1. Avaliação da amplitude de abertura da boca com uso de paquímetro.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram submetidos à análise estatística descritiva, com cálculo da média aritmética e desvio padrão dos valores obtidos nos referidos grupos. Para análise comparativa dos resultados quanto à expansibilidade tóraco-abdominal, foi utilizado teste “t” de Student para variáveis independentes (software Statistica 5.5).

RESULTADOS

Inicialmente, serão apresentados os resultados relacionados ao grau de disfunção, obtidos pelo Índice de Helkimo¹³ que demonstram o perfil dos participantes em relação à DTM. Verificou-se, no Índice de Disfunção Clínica (IDC), um percentual de 40% e 45% dos indivíduos com sinais e sintomas de DTM leve e moderada, respectivamente. Quanto ao Índice de Mobilidade Articular (IMA), foi verificado 30% dos indivíduos com mobilidade articular normal, 65% com disfunção leve e 5% com disfunção severa. No Índice Anamnésico de Disfunção (IAD) 60% e 40% com disfunção severa e leve, respectivamente. No Índice de Estado Oclusal (IEO) foi observado disfunção moderada em 65%, disfunção leve em 25% e ausência de disfunção em 10% dos indivíduos.

Com relação à avaliação respiratória, houve maior incidência de doenças obstrutivas das vias aéreas superiores (70%) e das vias aéreas inferiores (45%) em indivíduos com

DTM comparado aos assintomáticos (40% e 7% com doenças de vias aéreas superiores e inferiores, respectivamente). Dentre as patologias citadas constaram rinite alérgica, sinusite, desvio de septo nasal e adenóides hipertróficas.

Quanto ao tipo respiratório, observou-se em ambos os grupos estudados um predomínio da respiração nasal (55% no grupo DTM e 93% no grupo assintomático). Já o tipo respiratório bucal não foi observado entre os sujeitos do grupo assintomático e apresentou-se em 30% dos indivíduos com DTM. O tipo respiratório misto, no qual o indivíduo alterna os tipos nasal e bucal, foi verificado em 15% dos indivíduos com DTM e em apenas 7% dos assintomáticos (Tabela 1).

A Tabela 1 ilustra também a distribuição dos participantes quanto ao padrão ventilatório. O padrão ventilatório apical predominou nos indivíduos com DTM. O padrão ventilatório misto apresentou-se em 25% e 47% dos indivíduos com DTM e assintomáticos, respectivamente. O padrão ventilatório diafragmático foi predominante no grupo assintomático.

Pode-se observar na Tabela 2, que, em média, os indivíduos do grupo assintomático obtiveram maiores índices de expansibilidade torácica em todos os níveis, quando comparados aos indivíduos com DTM. Observou-se também uma maior expansibilidade a nível supra-umbilical nos sujeitos assintomáticos, com uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p = 0,016$).

Com relação à avaliação da força muscular (Tabela 3), apenas um indivíduo com distúrbios na ATM obteve força máxima do músculo diafragma (4), 65% regular, 25% fraco e um indivíduo apresentou vestígio de contração. A força máxima foi apresentada por 53% dos indivíduos assintomáticos neste teste.

DISCUSSÃO

Para avaliação da ATM foram empregados os Índices de Fonseca e Helkimo, sendo que o primeiro teve como finalidade classificar os voluntários em indivíduos com DTM e assintomáticos e o segundo para o exame detalhado da articulação, oclusão e músculos mastigatórios. Estudos prévios utilizaram estes instrumentos para a identificação de fatores etiológicos e o acometimento multifatorial de pacientes com DTM e demonstraram correlação entre estes índices².

Os resultados apresentados sugerem uma possível relação entre a incidência de patologias respiratórias e DTM, já que estas prevaleceram nos indivíduos com disfunção têmporo-mandibular. Esta relação corrobora com os achados da literatura revisada, que referem que a obstrução nasal é motivo de alterações na postura craniocervical e mandibular para facilitar a respiração⁴. Ainda, Ribeiro⁹ verificou maior atividade eletromiográfica dos músculos ECM e trapézio durante a inspiração nasal de crianças respiradoras bucais do que em respiradoras nasais, consequência do maior esforço da musculatura acessória da respiração para vencer a resistência aumentada das vias aéreas superiores.

Tabela 1. Tipo e Padrão Respiratório apresentado por indivíduos com DTM e assintomáticos (%).

		Grupo DTM (%)	Grupo Assintomático (%)
Tipo Respiratório	Nasal	55	93
	Bucal	30	0
	Misto	15	7
Padrão Respiratório	Diafragmático	30	40
	Apical	45	13
	Misto	25	47

Tabela 2. Média e Desvio Padrão dos Índices de Amplitude Tóraco-abdominal (IATA) de indivíduos com DTM e assintomáticos.

Cirtometria	Grupo DTM(x ± dp)	Grupo Assintomático (x ± dp)	p
Axilar	5.139±2.09	6.21±1.94	0.1352
Xifoidal	5.021±2.35	6.47±2.22	0.0766
Supra-umbilical	4.3±2.53	6.79±3.19	0.016*

*p<0.05

Tabela 3. Distribuição relativa indivíduos com DTM e assintomáticos quanto ao grau de força muscular respiratória (%).

	Grupo DTM (%)					Grupo Assintomático (%)				
	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0
Força Muscular										
Diafragma	5	65	25	5	0	53	33	13	0	0
Intercostais Inferiores	35	50	10	5	0	33	67	0	0	0
Intercostais Superiores	35	55	10	0	0	47	47	7	0	0

Na avaliação do tipo respiratório, observou-se que o bucal e misto foram mais prevalentes nos indivíduos com DTM. No grupo assintomático, não foi encontrado nenhum indivíduo que adotasse a respiração do tipo bucal. Além disso, 50% dos indivíduos com DTM e respiração bucal apresentaram índice de estado oclusal severos. Estes resultados sugerem a influência do tipo de respiração adotada (respiração bucal) pelos indivíduos no desenvolvimento de distúrbios da ATM. A respiração bucal já foi descrita como fator determinante de dor craniofacial e maloclusão, devido à hiperatividade do músculo ECM que produz uma anteriorização da cabeça, com tensão nos músculos supra e infra-hióideos, descida da língua e rotação posterior da mandíbula⁴. Chaves et al.¹⁴ confirmam a constatação de que as recorrentes infecções das vias aéreas superiores em crianças asmáticas determinam

obstrução nasal associada à respiração bucal que, por sua vez, relaciona-se com o surgimento de significativas alterações craniofaciais. O estudo sobre a incidência de disfunção têmporo-mandibular em crianças asmáticas com respiração bucal mostrou que todas as crianças apresentavam DTM, em sua maioria de severidade relevante. Entre os indivíduos com DTM e tipo respiratório bucal, 50% apresentaram índices de Estado Oclusal¹¹ severos, e outros participantes que também apresentaram este índice na avaliação oclusal apresentaram história de respiração bucal e/ou doença respiratória da via aérea inferior na infância.

Observou-se também um predomínio do padrão ventilatório apical nos indivíduos com DTM em relação aos indivíduos assintomáticos. Estes resultados evidenciam a relação funcional entre a ATM e a coluna cervical. Ainda,

relatos descrevem a respiração costal superior, curta e insuficiente, e a respiração bucal como sintomas apresentados por pacientes com DTM, associada à postura de cabeça anteriorizada com pescoço e dorso rígidos^{2,7,8,15}.

Foi constatada, em média, uma menor expansibilidade torácica nos indivíduos com DTM, em todos os níveis pesquisados, sendo verificado um menor (estatisticamente significativo) índice de amplitude abdominal nos indivíduos portadores de DTM. Este resultado indica que a maior amplitude de movimento abdominal em indivíduos assintomáticos está possivelmente associada a um padrão respiratório mais adequado, com predomínio do trabalho diafragmático, enquanto os indivíduos com DTM tendem a apresentar padrões costal e apical.

Farah e Tanaka¹⁶ avaliaram a mobilidade do tronco de indivíduos com DTM através de medidas de flexibilidade ao movimento do tronco (flexão e rotação) e expansibilidade do tórax com medidas cirtométricas. Similar a este estudo, as autoras também encontraram importante diminuição da expansibilidade torácica nos três níveis pesquisados e redução da amplitude de movimento da coluna cervical, resultante do encurtamento sequencial das cadeias musculares posterior e respiratória (músculos escalenos e ECM) alcançando até a cadeia ântero-medial do quadril.

A força muscular respiratória dos voluntários do estudo foi avaliada através do método clínico descrito por Cuello¹⁵, que embora possua um caráter subjetivo intrínseco, foi o único encontrado na literatura consultada para avaliar separadamente os músculos responsáveis pela respiração.

Os indivíduos com DTM apresentaram menores graus de força muscular diafragmática em relação a indivíduos assintomáticos, indicando que a desvantagem diafragmática pode levar ao uso mais intenso da musculatura acessória da respiração, favorecendo o surgimento de distúrbios dolorosos craniofaciais. Segundo Souchard¹⁷, em condições normais o diafragma é o principal músculo responsável pela respiração automática de pequena amplitude. Quando existe a necessidade de aumentar o volume das trocas gasosas, a contração diafragmática deve ser intensificada e, somente após isso, entram em ação os músculos inspiratórios acessórios.

CONCLUSÃO

O modo respiratório bucal e misto e o padrão ventilatório apical predominaram em indivíduos com DTM, sendo que, nos indivíduos assintomáticos, os padrões ventilatórios tendiam a ser misto e diafragmático.

Foi constatada, em média, uma menor mobilidade/expansibilidade torácica dos portadores de DTM, em todos os níveis pesquisados.

Os indivíduos com DTM apresentaram menores graus de força muscular diafragmática em relação aos sujeitos assintomáticos.

Agradecimentos: Ao Prof. Dr. Claudio Figueiró da Universidade Federal de Santa Maria, responsável pela avaliação odontológica dos participantes do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Okeson JP. Dor orofacial: guia de avaliação, diagnóstico e tratamento. 4ª ed. São Paulo: Quintessence; 1998.
- Oliveira AS. Caracterização multifatorial de uma população de portadores de distúrbios temporomandibulares [tese]. Piracicaba: FOP/UNICAMP; 2002.
- Neves AO, Caetano VC. A relação entre distúrbio temporomandibular, postura corporal e músculo diafragma na visão da fisioterapia: caso clínico. Rev. Serviço ATM 2004; 4(1):35-39.
- Corrêa ECR, Bérzin F. Temporomandibular disorder and dysfunctional breathing. Braz J Oral Sci 2004; 3(10):498-502.
- Rocabado M. Material didático do curso Avances internacionales en biomecanica articular; Centro de Estudios de las Disfunciones Musculoesqueleticas, Módulos I e II, Novembro/2003 e Julho/2004, São Paulo/SP.
- Hruska RJ. Influences of dysfunctional respiratory mechanics on orofacial pain. Dent Clin North Am 1997; 4(20):211-227.
- Dutton M, Mark D. Manual therapy of the spine: an integrated approach. McGraw-Hill Medical Publishing Division; 2002.
- Pereira Jr FJ, Huggins KH, Dworkin SF. Critérios de diagnóstico em pesquisa das distúrbios temporomandibulares. RDC/DTM. [cited 2004 Aug 10]. Available from URL: <http://rdc-tmdinternational.org/translations/RDC-Portuguese.pdf>
- Ribeiro EC. Estudo eletromiográfico dos músculos esternocleidomastoideo e trapézio em crianças respiradoras bucais e nasais [dissertação]. Santa Maria: Univ. Federal de Santa Maria; 2000.
- Fonseca DM. Disfunção craniomandibular (DCM): diagnóstico pela anamnese [dissertação]. Bauru: FOB-USP; 1994.
- Helkimo M. Studies a function and dysfunction of the masticatory system - II Index for anamnestic and clinical dysfunction and occlusal state. Swet Dent J. 1974; 67(2):101-121.
- Jamami M, Pires VA, Costa D. Efeitos da intervenção fisioterápica na reabilitação pulmonar de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Rev. Fisioter. Univ. São Paulo 1999; 6(2):140-153.
- Cuello A. Kinesiologia neumo cardiologica. Buenos Aires: Silka; 1980.
- Chaves TC, Aguiar DN, Costa D, Bevilacqua-Grossi D. Aplicação do Índice de Disfunção Crânio-mandibular (IDCM) em crianças asmáticas. Rev Bras de Fisioter 2002; 6 Supl: 67.
- Rocabado M. Cabeza y cuello - tratamiento articular. Buenos Aires: Intermédica; 1979.
- Farah EA, Tanaka CR. Postura e mobilidade da coluna cervical e do tronco em portadores de alterações miofuncionais orais. Rev APCD 1997; 51(2):171-175.
- Souchard Phe. Respiração. São Paulo: Summus; 1989.

REDUÇÃO DO EFEITO ANALGÉSICO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA TRANSCUTÂNEA DE BAIXA FREQUÊNCIA EM RATOS TOLERANTES À MORFINA

RESENDE MA¹, GONÇALVES HH², SABINO GS², PEREIRA LSM¹ E FRANCISCHI JN³

¹ Departamento de Fisioterapia, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais –UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

² PPG Ciências da Reabilitação, Departamento de Fisioterapia, UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

³ Departamento de Farmacologia do Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte, MG - Brasil

Correspondência para: Marcos Antônio de Resende, Departamento de Fisioterapia, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627, São Francisco, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, - Brasil, e-mail: mresende@eeffto.ufmg.br

Recebido: 29/04/2005 – Aceito: 28/03/2006

RESUMO

Objetivo: Investigar o efeito da TENS de baixa (10 Hz) e alta frequência (130 Hz) aplicadas na pata inflamada do rato após tratamento crônico com morfina. **Método:** Foram utilizados 140 ratos Holtzman fêmeas, nos quais a carragenina (Cg 250 µg/0,1ml) foi administrada na pata posterior direita para a indução da inflamação. TENS de baixa e alta frequência foi aplicada por 20 min, após 2 h e 30 min da Cg e seu efeito medido através do método de Randall-Selitto. O antagonista opióide Naltrexona (3mg/kg,sc), foi administrado 30 minutos antes da TENS para verificar a liberação de substâncias opióides endógenas. A tolerância foi obtida após administração da morfina (10 mg/kg,sc), duas vezes ao dia, durante sete dias. O tratamento com TENS de baixa e alta frequência foi realizado no oitavo dia às 2 h e 30 min após Cg. A análise estatística foi feita pelo método da análise de variância ANOVA (One Way) seguido de um teste “post hoc” (Teste de Bonferroni), com nível de significância quando $p < 0,05$. **Resultados:** TENS de baixa e alta frequência inibiu em 100% a hiperalgesia induzida pela Cg. Animais tratados previamente com naltrexona mostraram completa reversão da analgesia induzida pela baixa frequência mas não pela alta frequência. Após tolerância à morfina, os valores da TENS de baixa frequência indicaram total ausência de analgesia, ao contrário da TENS de alta frequência que induziu anti-hiperalgesia. **Conclusão:** Conclui-se que a atividade analgésica da TENS de baixa frequência é reduzida após o desenvolvimento de tolerância a morfina.

Palavras-chave: TENS, dor, morfina, tolerância, carragenina, eletroterapia.

ABSTRACT

Reduction in Analgesic Effect from Low-Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation In Morphine-Tolerant Rats

Objective: To investigate the effects of low (10 Hz) and high-frequency (130 Hz) transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) applied to inflamed paws of rats following chronic treatment with morphine. **Method:** 140 female Holtzman rats were utilized. Carrageenan (250 µg/0.1 ml) was administered to the right hind paws to induce inflammation. Two and a half hours after carrageenan injection, low and high frequency TENS was applied to the inflamed paw for 20 min, and its effect was measured via the Randall-Selitto method. The opioid antagonist naltrexone (3.0 mg/kg, subcutaneously) was administered 30 min before TENS, to verify the release of endogenous opioids. Morphine tolerance (10 mg/kg, subcutaneously) was induced by twice-daily injection over seven days. Low and high frequency TENS treatment was carried out on the eighth day, 2.5 hours after carrageenan injection. Statistical analysis was performed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by the post hoc Bonferroni test, with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** Both low and high frequency produced 100% inhibition of carrageenan-induced hyperalgesia. Naltrexone-treated animals showed complete reversion of analgesia induced by low but not high-frequency TENS. After attaining morphine tolerance, the low-frequency TENS values indicated complete absence of analgesia, whereas high-frequency TENS induced anti-hyperalgesia. **Conclusion:** The analgesic activity of low-frequency TENS is reduced following the development of morphine tolerance.

Key words: TENS, pain, morphine, tolerance, carrageenan, electrotherapy.

INTRODUÇÃO

Estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é um método não invasivo utilizado para reduzir a dor, mas não o edema de condições inflamatórias¹. O mecanismo de ação analgésica da TENS não está bem estabelecido. A TENS pode ser aplicada no local da hiperalgesia, uma resposta aumentada ao estímulo nocivo, ou próximo a ela, e os parâmetros de aplicação como intensidade, frequência e duração do pulso quando manipulados podem afetar a eficiência da TENS^{2,3}. Em estudos com animais, TENS de baixa (<10 Hz) e alta frequência (>100 Hz) têm reduzido a hiperalgesia induzida pela carragenina e kaolin^{4,5}, duas substâncias bastante utilizadas no estudo da dor inflamatória^{3,6}. Alguns autores têm demonstrado que a TENS de baixa frequência (4 Hz) produz analgesia através da ativação de receptores opióides μ , situados na medula espinhal e no bulbo ventral rostral, e a TENS de alta frequência (100 Hz) por ativação dos receptores δ na medula e regiões do bulbo^{7,8,9,10}. Em humanos e em animais, foi demonstrado que o efeito analgésico produzido pela TENS de baixa frequência foi revertido pela naloxona e naltrexona, dois antagonistas opióides, o que não ocorreu com a TENS de alta frequência^{1,11}.

Uma outra forma de reduzir a dor é através da administração de opióide exógeno como a morfina. Sua ação analgésica ocorre como consequência de sua interação com receptores específicos μ , δ , e κ , localizados em diversos pontos do sistema aferente e eferente, que participam da transmissão da sensibilidade dolorosa e modulam a informação nociceptiva^{12,13}. Repetidas administrações de morfina reduz gradualmente o seu efeito analgésico, desencadeando um fenômeno conhecido como tolerância^{14,16}. A tolerância à morfina parece estar mais ligada ao receptor μ do que a outros tipos de receptores opióides^{18,19}. Dessa forma, a morfina e a TENS de baixa frequência, parecem apresentar o mesmo mecanismo de ação.

Poucos estudos na literatura associam a TENS de baixa e alta frequência com morfina crônica para avaliar a efetividade analgésica da TENS. O objetivo do presente estudo foi verificar em ratos o efeito da TENS de baixa (10 Hz) e alta frequência (130 Hz) aplicadas na pata inflamada do rato após tratamento crônico com morfina.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Animal da Universidade Federal de Minas Gerais (CETEA/UFMG – nº 067/03).

Animais

Foram utilizados no estudo um total de 140 ratos Holtzman fêmeas, pesando de 160 a 180 gramas fornecidos pelo Centro de Bioterismo do ICB-UFMG. Os animais em número de 4 a 6 por caixa permaneceram na sala de expe-

rimentação por dois a três dias antes da realização dos experimentos para adaptação ao aparelho algosimétrico, com livre acesso a água e alimentação, ciclo claro-escuro de 12 h e temperatura controlada (23-25 °C).

Indução de hiperalgesia pela carragenina

Carragenina (250 μ g/0,1 ml), um polissacarídeo sulfatado que produz reação inflamatória aguda, foi injetada subcutaneamente na superfície plantar posterior direita do rato no tempo zero. A pata contralateral foi injetada com o mesmo volume de salina (veículo).

Medida de hiperalgesia

A medida de hiperalgesia foi realizada por um experimentador através de um algosímetro da Ugo Basile®, que consistiu no deslocamento de um peso de no máximo 500 g sobre a superfície plantar posterior direita e registrado o limiar de retirada da pata ao estímulo nociceptivo²⁰.

Estimulação elétrica nervosa transcutânea

A estimulação elétrica nervosa transcutânea foi realizada através de um aparelho Neurodyn III (IBRAMED). O aparelho foi previamente calibrado para liberar os seguintes parâmetros: estimulação de baixa (10 Hz) e alta (130 Hz) frequência com duração de pulso de 130 μ s. A intensidade sensorial foi considerada imediatamente abaixo do limiar motor. Um par de eletrodos foi especialmente construído para a estimulação elétrica com 1 cm² de tamanho, fixados na região dorsal e superfície plantar da pata do rato. Os animais ficavam movimentando livremente na caixa durante a estimulação elétrica.

Tratamento com drogas

Morfina (10,0 mg/Kg, sc), foi utilizada de forma crônica para o desenvolvimento de tolerância ao opióide, e o antagonista opióide naltrexona (3 mg/Kg, sc), foi administrado para verificar a liberação de substâncias opióides endógenas durante o tratamento com TENS.

Delineamento Experimental

Para o estudo da atividade pró-inflamatória da carragenina, foram formados três grupos de animais que receberam na pata posterior direita injeção de carragenina (150, 250 e 500 μ g/pata) e seu grupo controle recebeu salina. A dose escolhida para os próximos experimentos foi de 250 μ g/pata, dada a intensidade intermediária da resposta. É bem conhecida a cinética da carragenina, em que o pico da hiperalgesia ocorre na 3ª hora após a sua administração. Por isso, foi feita a medida da hiperalgesia antes (tempo zero) e 1, 2, 3, 4 e 6 h após a injeção intraplantar de carragenina. Após 2 h e 30 minutos da administração da carragenina, dois grupos de animais foram tratados com TENS de baixa e alta frequência durante 20 minutos. Os animais controles receberam

carragenina mas não a TENS para fins de comparação. Em seguida, dois grupos de animais receberam a NALTREXONA por via sistêmica, 30 minutos antes da TENS de baixa e alta frequência para o estudo da ação analgésica da TENS. Um grupo de animais controle recebeu salina e TENS de baixa frequência e o outro grupo controle recebeu salina e TENS de alta frequência. Para o tratamento crônico com morfina, foram formados quatro grupos de animais que receberam duas administrações diárias, com no mínimo 8 horas de intervalo entre uma aplicação e outra, durante 7 dias, conforme protocolo experimental²¹. Quatro grupos de animais controle, receberam durante sete dias o mesmo volume de salina por via subcutânea para fins de comparação. No 8º dia, após o desenvolvimento da tolerância à morfina, os animais foram tratados com TENS de baixa frequência, alta frequência e morfina aguda, e os animais controle receberam salina aguda, salina crônica e morfina aguda às 2 h e 30 minutos após a administração da carragenina.

Análise Estatística

Os animais foram randomicamente distribuídos entre os grupos experimentais e controles. Os resultados obtidos foram analisados pelo método da análise de variância ANOVA (One Way). Para evidenciar entre quais variáveis ocorria a diferença significativa, foi realizado um teste “post hoc” (Teste de Bonferroni), com nível de significância quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

Hiperalgesia foi desenvolvida na pata do rato após administração intraplantar de diferentes doses de carragenina (150, 250 e 500 µg/pata), conforme mostrado na fig. 1. Carragenina comparada com os animais controles (salina), provocou uma hiperalgesia dose-dependente e alcançou um nível máximo na 3ª h após a sua administração, permanecendo até a 6ª h.

Conforme mostrado na figura 2, tanto a baixa como a alta frequência da TENS reverteu completamente a hiperalgesia induzida pela carragenina na 3ª h, indicando um efeito analgésico após tratamento com TENS. TENS de baixa frequência quando comparado com a de alta frequência causou um efeito analgésico mais duradouro, que foi detectado até a 6ª h após a injeção da carragenina.

Naltrexona foi administrado 30 min antes do tratamento com TENS de baixa e alta frequência. O efeito analgésico da TENS de baixa frequência foi totalmente revertido da 3ª h até a 6ª h após injeção da carragenina, conforme verificado na figura 3. Entretanto, a mesma dose de naltrexona não modificou a analgesia provocada pela TENS de alta frequência (figura 4).

Após o desenvolvimento de tolerância à morfina, os animais foram tratados com TENS de baixa e alta frequência. Conforme pode-se observar na fig. 5, os valores obtidos com

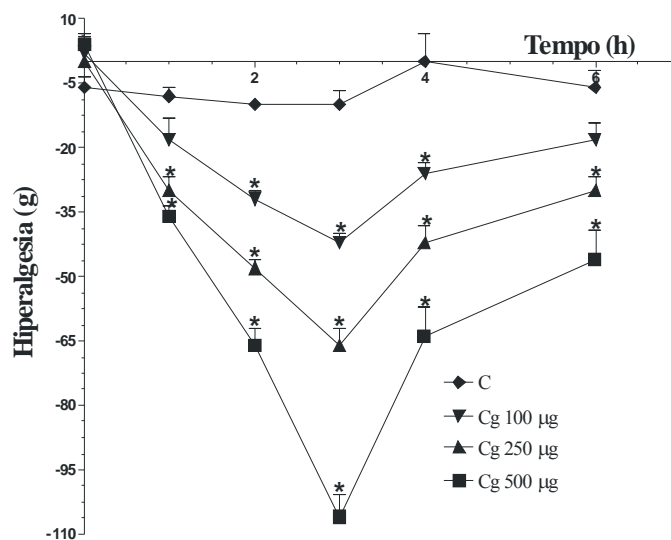


Figura 1. Curva de desenvolvimento da hiperalgesia após administração da carragenina (Cg) na pata do rato. Os resultados estão representados como a diferença entre a pata teste e controle. N = 5 animais/grupo. * indica diferença estatisticamente significativa em relação a C.

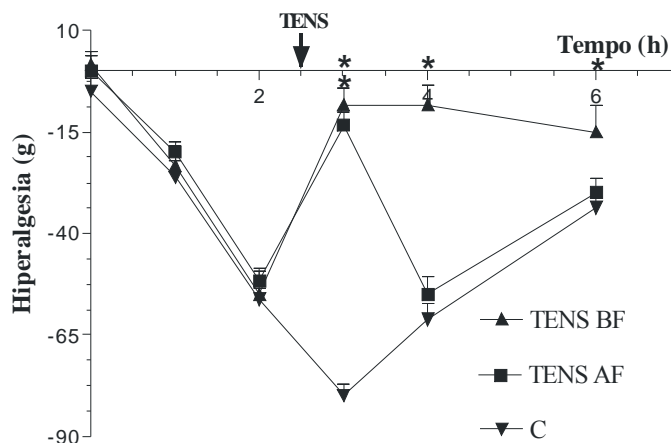


Figura 2. Efeito da baixa (BF) e alta (AF) frequência da TENS sobre a hiperalgesia da carragenina. N = 6 a 8 animais/grupo. * indica diferença estatisticamente significativa em relação a C.

a TENS de baixa frequência são semelhantes aos do grupo controle, indicando uma total ausência de atividade analgésica. Ao contrário do que se observa com a TENS de alta frequência (figura 6), mesmo após os animais tornarem-se tolerantes à morfina continuou induzindo efeito analgésico.

DISCUSSÃO

O estudo demonstrou que a TENS de baixa frequência foi menos efetivo que o TENS de alta frequência em animais tolerantes a morfina. Esses resultados estão de acordo com

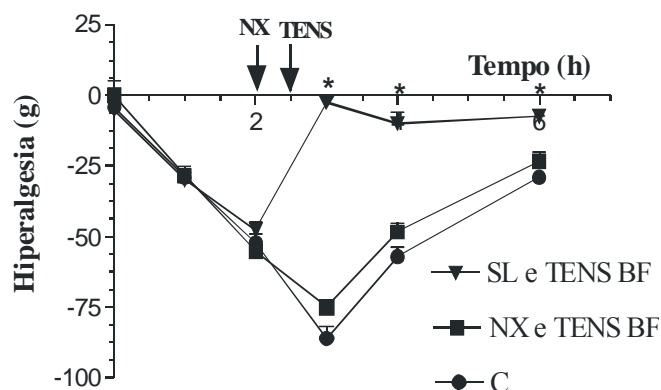


Figura 3. Efeito da naltrexona (NX) sobre a analgesia induzida pela baixa frequência (BF) da TENS. SL – salina. N = 4 a 10 animais/grupo. * indica diferença estatisticamente significativa.

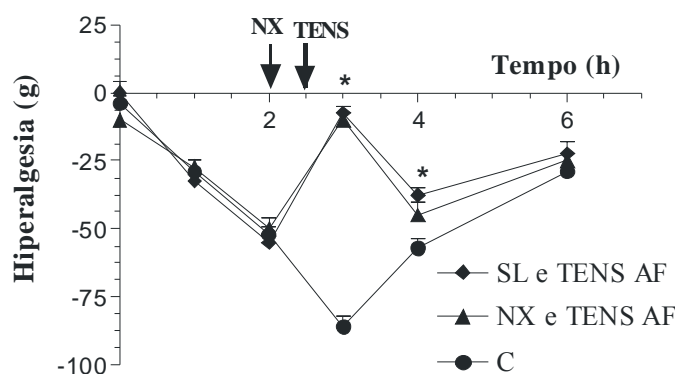


Figura 4. Efeito da naltrexona (NX) sobre a analgesia induzida pela alta frequência (AF) da TENS. SL – salina. N = 4 a 10 animais/grupo. * indica diferença estatisticamente significativa.

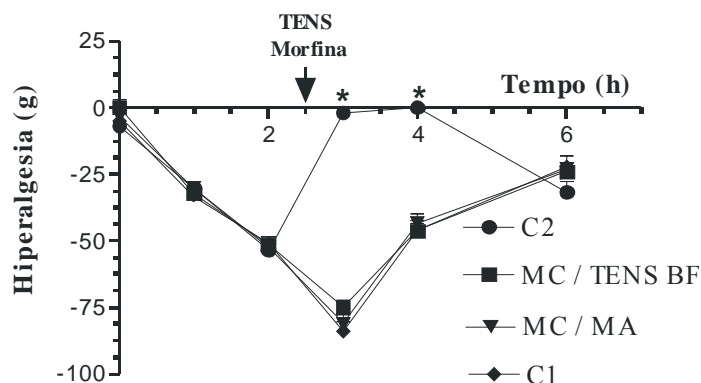


Figura 5. Efeito da TENS de baixa frequência (BF) em ratos tolerantes à morfina (MC). Morfina aguda (MA). C1 e C2 – controles, receberam salina crônica. C1 recebeu salina aguda e C2 recebeu MA às 2h e 30 min após Cg no 8º dia. N = 6 a 10 animais/grupo. * indica diferença estatisticamente significativa em relação a C2.

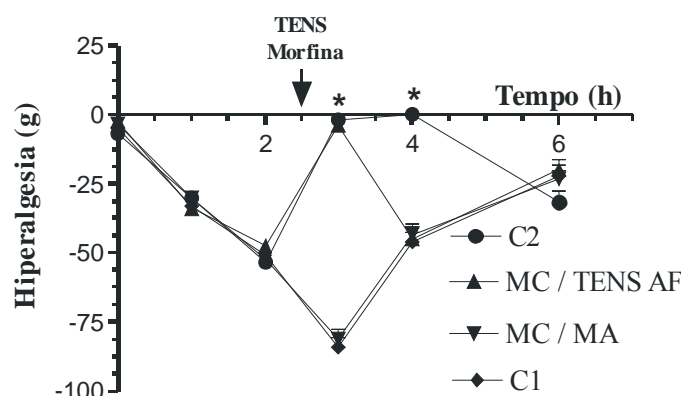


Figura 6. Efeito da TENS de alta frequência (AF) em ratos tolerantes à morfina (MC). Morfina aguda (MA). C1 e C2 – controles, receberam salina crônica. C1 recebeu salina aguda e C2 recebeu MA às 2h e 30 min após Cg no 8º dia. N = 6 a 10 animais/grupo. * indica diferença estatisticamente significativa em relação a C2.

outros estudos³, que após induzir tolerância à morfina em ratos, verificaram que a TENS de baixa frequência apresentou uma atividade analgésica bastante reduzida quando comparado ao grupo que recebeu placebo durante o tratamento crônico. Outros autores, também têm demonstrado que repetidas aplicações de TENS de baixa e alta frequência leva ao desenvolvimento de tolerância a substâncias opióides, com uma correspondente tolerância cruzada à administração de agonistas de receptores opióides μ e δ , respectivamente²². Esses resultados demonstram claramente que o efeito analgésico da TENS de baixa e alta frequência é mediado por receptor opióide dentro do sistema nervoso central.

Em nosso estudo, TENS de baixa e alta frequência inibiram em 100% a hiperalgesia da carragenina. Esses resultados confirmam trabalhos anteriores que obtiveram uma

redução próxima de 100% da hiperalgesia secundária induzida pela carragenina e kaolin³. Entretanto, devido à sensibilidade do método utilizado neste estudo, não foi possível verificar se a TENS de baixa frequência quando associada a morfina aguda potencia o seu efeito analgésico. Morfina na dose de 3 mg/Kg reduziu a hiperalgesia da carragenina quando foi avaliada a resposta ao estímulo mecânico, mas uma dose bem menor de 1 mg/Kg foi suficiente para reduzir a hiperalgesia quando medida a resposta ao estímulo térmico²³. Dessa forma, é possível que o método de avaliação mecânica utilizado em nosso estudo, não apresenta a mesma sensibilidade que o método que avalia a resposta ao estímulo térmico²⁴.

Alguns autores propõem que a estimulação elétrica liberada por TENS de baixa frequência ativa receptores opióides do tipo μ , e libera substâncias analgésicas endógenas^{3,11} promovendo dessa forma uma analgesia mais prolongada. Por outro lado, TENS de alta frequência deve agir por mecanismos diferentes, através da ativação de receptores opióides δ na medula espinhal e na região do bulbo ventral rostral¹⁰. É provável que esta modalidade de TENS ative fibras nervosas de grande diâmetro na periferia que se projetam para o corno dorsal da medula, e são capazes de ativar o mecanismo do portão espinhal e bloquear o impulso de dor ascendente²². Por outro lado, o efeito analgésico produzido pela estimulação elétrica de baixa frequência é revertido pelo naloxona, um antagonista opióide padrão, mas não o efeito analgésico induzido pela estimulação elétrica de alta frequência⁴. Através do uso de antagonistas opióides, alguns autores têm estabelecido em modelos animal, que a morfina pode induzir analgesia por ativação de receptores μ_2 localizados na região espinhal ou pela ativação de receptores μ_1 encontrados em regiões supra-espinhal. Entretanto, quando a morfina é administrada sistemicamente ela atua predominantemente sobre os receptores μ_1 ¹⁹. Dessa forma, a TENS de baixa frequência deve atuar liberando substâncias opióides dentro do sistema nervoso central.

A exposição constante do receptor μ através da administração diária de morfina em animais pode desenvolver tolerância ao efeito analgésico da morfina¹⁶ e, consequentemente ao TENS de baixa frequência, por atuar sobre o mesmo receptor e liberar substâncias opióides endógenas. Dessa forma, conforme podemos observar, nossos resultados confirmam o desenvolvimento de tolerância cruzada entre morfina e TENS de baixa frequência, mas não a TENS de alta frequência, que mesmo em animais tolerantes à morfina, continua induzindo analgesia por apresentar mecanismo diferente ao da morfina.

Os resultados apresentados neste trabalho são importantes para a clínica fisioterapêutica, uma vez que a TENS é utilizada para controlar a dor aguda e crônica em diferentes situações. Vários pacientes com doenças oncológicas ou artrite reumatóide em uso prolongado de drogas opióides, são submetidos ao tratamento com TENS. Nestas condições, os parâmetros de aplicação da TENS devem ser observados, uma vez que a TENS de baixa frequência pode ser menos efetiva que a TENS de alta frequência. Outros estudos devem ser realizados para a comprovação dos nossos resultados em seres humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Resende MA, Sabino GG, Cândido CRM, Pereira LSM, Francischi JN. Local transcutaneous electrical stimulation (TENS) effects in experimental inflammatory edema and pain. *European Journal of Pharmacology* 2004; 504: 217-22.
2. Robinson AJ. Transcutaneous electrical nerve stimulation for the control of pain in musculoskeletal disorders. *JOSPT* 1996; 24(4): 208-26.
3. Sluka KA, Judge MA, McColey MM, Reveiz PM, Taylor BM. Low frequency TENS is less effective than high frequency TENS at reducing inflammation induced hyperalgesia in morphine-tolerant rats. *Eur J Pain* 2000; 4: 185-93.
4. Sluka KA, Bailey K, Bogush J, Olson R, Ricketts A. Treatment with either high or low frequency TENS reduces the secondary hyperalgesia observed after injection of kaolin and carrageenan into knee joint. *Pain* 1998; 77: 97-102.
5. Sluka KA, Deacon M, Stibal A, Strissel S, Terpstra A. Spinal Blockade of opioid receptors prevents the analgesia produced by TENS in arthritic rats. *J Pharmacol Exp Ther* 1999; 289(2): 840-6.
6. Resende MA, Reis WGP, Pereira LSM, Ferreira W, Garcia MHL, Santoro MM, et al. Hyperalgesia and edema responses induced by rat peripheral blood mononuclear cells incubated with carrageenin. *Inflammation* 2001; 25(5): 277-85.
7. Kalra A, Urban MO, Sluka KA. Blockade of opioid receptors in rostral ventral medulla prevents antihyperalgesia produced by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *J Pharmacol Exp Ther* 2001; 298(1): 257-63.
8. Sjolund BH, Eriksson BE. The influence of naloxone on analgesia produced by peripheral conditioning stimulation. *Brain Res* 1979; 137: 295-301.
9. Fields HL, Basbaum AI. Central nervous system mechanisms of pain modulation. In: Wall PD, Melzack R, editors. *Textbook of Pain*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 1994.
10. Stamford JA. Descending control of pain. *Br J Anaesth* 1995; 75(2):217-27.
11. Gellert VF, Holtzman SG. Development and maintenance of morphine tolerance and dependence in the rat by scheduled access to morphine drinking solutions. *J Pharmacol Exp Ther* 1978; 205(3): 536-46.
12. Wong CS, Hsu MM, Chou R, Chou YY, Tung CS. Intrathecal cyclooxygenase inhibitor administration attenuates morphine antinociceptive tolerance in rats. *British Journal of Anaesthesia* 2000; 85(5): 747-51.
13. Picker MJ, Craft RM, Negus SS, Powell KR, Mattox SR, Jones SR, et al. Intermediate efficacy μ opioids: examination of their morphine-like stimulus effects and response rate-decreasing effects in morphine-tolerant rats. *J Pharmacol Exp Ther*. 1992; 263 (2): 668-81.
14. Reisine T, Pasternack G. Opioid analgesics and antagonists. In: Goodman A, Gilman HJG, Limbird LE, Molinoff PB, Raymond WR, editors. *The Pharmacological Basis of Therapeutics*. 9th ed. New York: The McGraw-Hill; 1996.
15. Randall LD, Selitto JJ. A method for measurement of analgesic activity on inflamed tissues. *Arch Int Pharmacodyn* 1957; 113: 233-49.
16. Resende MA. Efeito da possível participação de íons cálcio na tolerância ao efeito analgésico da morfina em ratos [dissertação de mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 1988.

17. Chandran P, Sluka KA. Development of opioid tolerance with repeated TENS administration. *Pain* 2003; 102: 195-201.
18. Sluka KA. Systemic morphine in combination with TENS produces an increased antihyperalgesia in rats with acute inflammation. *J Pain* 2000; 1(3): 204-11.
19. Hargreaves K, Dubner R, Brown F, Flores C, Joris J. A new and sensitive method for measuring thermal nociception in cutaneous hyperalgesia. *Pain* 1988; 32: 77-88.
20. Woolf CJ, Barrett GD, Mitchell D, Myers RA. Naloxone-reversible peripheral electroanalgesia in intact and spinal rats. *Eur J Pharmacol* 1977; 45:311-14.
21. Melzack R. Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation. *Pain* 1975; 1: 357-73.
22. Garrison DW, Foreman RD. Decreased activity of spontaneous and noxiously evoked dorsal horn cells during transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Pain* 1994; 58: 309-15.
23. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965; 150: 971-9.
24. Woolf CJ, Thompson JW. Stimulation fibre-induced analgesia: transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and vibration. In: Wall PD, Melzack R, editors. *Textbook of Pain*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 1994.

EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SOBRE O MEMBRO POSTERIOR IMOBILIZADO DE RATOS DURANTE 15 DIAS: ANÁLISES METABÓLICAS E MORFOMÉTRICAS

DURIGAN JLQ^{1,2}, CANCELLIERO KM^{1,2}, DIAS CKN^{1,2}, SILVA CA², GUIRRO RRJ² E POLACOW MLO²

¹ Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP - Brasil

² Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP - Brasil

Correspondência para: Karina Maria Cancellero, Rua Gomes Carneiro, 875, Centro, CEP 13400-530, Piracicaba, SP - Brasil, e-mail: joao_durigan@hotmail.com ou karca@terra.com.br

Recebido: 08/08/2005 – Aceito: 28/03/2006

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito da estimulação elétrica (EE) sobre o perfil metabólico e morfométrico dos músculos do membro posterior de ratos submetidos à imobilização durante 15 dias. **Método:** Ratos *Wistar* foram divididos em 3 grupos (n=5): controle, imobilizado por 15 dias e imobilizado associado à EE por 15 dias. Foram avaliados: reserva de glicogênio (RG) dos músculos sóleo (S), extensor longo dos dedos (ELD), gastrocnêmio branco (GB), gastrocnêmio vermelho (GV) e tibial anterior (TA), além do peso do sóleo, área das fibras e tecido conjuntivo do S. A análise estatística foi feita pelos testes ANOVA e Kruskal-Wallis ($p<0,05$). **Resultados:** A imobilização promoveu alterações significativas ($p<0,05$) como: redução nas RG (S: 44,73%, GB: 47,82%, GV: 46,34%, ELD: 41,66%, TA: 48,38%), no peso (7,2%) e na área das fibras (35%) do S, além do aumento da densidade do tecido conjuntivo (160%). A EE promoveu aumento significativo ($p<0,05$) nas RG de todos os músculos imobilizados (S: 90,47%, GB: 62,5%, GV: 95,45%, ELD: 76,19%, TA: 56,25%), no peso (20,94%) e na área das fibras (19,65%) do S e também promoveu redução significativa (15,38%, $p<0,05$) na densidade do tecido conjuntivo. **Conclusões:** A EE minimizou a redução das RG, preveniu a redução da área das fibras e a proliferação do tecido conjuntivo nos músculos submetidos à imobilização.

Palavras-chave: estimulação elétrica, imobilização, morfometria, metabolismo, fisioterapia.

ABSTRACT

Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Rat Hind Limbs Immobilized por 15 Days: Metabolic and Morphometric Analyses

Objective: To evaluate the effect of electrical stimulation on the metabolic and morphometric profile of rat hind limb muscles subjected to immobilization for 15 days. **Method:** Wistar rats were divided into three groups (n=5): control; immobilized for 15 days; and immobilized for 15 days with electrical stimulation. The glycogen reserves of the soleus, extensor digitorum longus (EDL), white gastrocnemius (WG), red gastrocnemius (RG) and tibialis anterior (TA) muscles were evaluated, along with the weight, fibrous area and conjunctive tissue of the soleus. The statistical analysis was performed using the Anova and Kruskal-Wallis tests ($p<0.05$). **Results:** Immobilization promoted significant alterations ($p<0.05$), such as: reductions in the glycogen reserves (soleus: 44.73%, WG: 47.82%, RG: 46.34%, EDL: 41.66%, TA: 48.38%) and in the weight (7.2%) and fibrous area (35%) of the soleus, and also increased connective tissue density (160%). Electrical stimulation promoted a significant increase ($p<0.05$) in the glycogen reserves of all the immobilized muscles: (soleus: 90.47%, WG: 62.5%, RG: 95.45%, EDL: 76.19%, TA: 56.25%) and in the weight (20.94%) and fibrous area (19.65%) of the soleus, and also promoted a significant reduction (15.38%, $p<0.05$) in connective tissue density. **Conclusion:** Electrical stimulation minimized the reduction in glycogen reserves and prevented the reduction in fibrous area and proliferation of connective tissue in the muscles subjected to immobilization.

Key words: electrical stimulation, immobilization, morphometry, metabolism, physical therapy.

INTRODUÇÃO

A hipotrofia muscular ocorre como consequência da desnervação, lesões musculoesqueléticas, imobilização articular, repouso prolongado, tratamento por glicocorticóide, septicemia, câncer e até mesmo pelo envelhecimento¹.

Desse modo, o desuso muscular promove redução na área das fibras musculares, bem como na densidade dos capilares^{2,3}. Simultaneamente, ocorre proliferação do tecido conjuntivo intramuscular tanto no perimísio quanto no endomísio, além de aumento do “turnover” do colágeno no tecido^{4,5,6}.

A homeostasia metabólica das fibras musculares também pode ser comprometida, induzindo o quadro de resistência à insulina e a um estado catabólico nos musculoesqueléticos afetados de humanos^{7,8}. Porém, ainda não está claro como o desuso muscular crônico ou a imobilização alteram a sinalização de insulina⁹.

É importante salientar que os estudos de imobilização apresentam caráter multifatorial diferindo quanto ao modelo e material utilizado para promover o desuso, tempo da imobilização, posição articular, atividade eletromiográfica e tipagem das fibras musculares analisada, e isso, consequentemente, determina os resultados¹⁰.

Segundo Qin et al.¹¹ a atrofia por desuso varia de 15% a 70%, dependendo dos animais utilizados e das fibras avaliadas. Alguns autores sugerem que a maioria das mudanças ocorre nos primeiros sete dias^{5,6,12}. Porém, outros trabalhos demonstram atrofia significativa no período de 14 dias em diferentes modelos de desuso muscular^{1,13}.

No intuito de minimizar os eventos desencadeados pelo desuso muscular, diversas técnicas têm sido utilizadas, buscando melhorar as condições homeostáticas das fibras musculares, com destaque para estimulação elétrica neuromuscular (EE)¹⁴.

Nesse contexto, foram estudados os efeitos da EE sobre a morfologia e reservas de glicogênio e a densidade de área das fibras por 15 dias em músculo sóleo denervado e foi observada redução da densidade de área do tecido conjuntivo, apontando para possível redução da fibrose, e aumento na quantidade de grânulos de glicogênio¹⁵.

A EE também promove a elevação na atividade contrátil das fibras musculares, desse modo a dinâmica de captação e metabolismo da glicose e a atividade das vias metabólicas celulares são aumentadas, uma vez que os grupos submetidos somente à EE apresentaram maiores reservas de glicogênio¹⁶.

Partindo dessas observações, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da EE sobre o perfil metabólico e morfométrico dos músculos do membro posterior de ratos submetidos à imobilização por órtese de resina acrílica durante 15 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

Ratos *Wistar* (3 a 4 meses, 250-300g) foram mantidos em condições controladas de biotério, recebendo água e ração *ad libitum* e tratados segundo recomendações do Guide for Care Use of Laboratory Animals (National Research Council, 1996). A caixa, contendo 3 animais, tinha a dimensão de 40x30cm e foi forrada com jornal, já que a serragem poderia entrar no compartimento interno da órtese, podendo provocar lesões cutâneas.

Os animais foram divididos em 3 grupos (n=5): controle (C), imobilizado durante 15 dias (I) com órtese de resina acrílica¹⁷, e imobilizado associado à EE durante 15 dias (IEE). Após anestesia com pentobarbital sódico (40 mg/Kg peso), o membro posterior esquerdo foi tricotomizado e a EE foi realizada em sessão diária de 20 minutos, por um período de 15 dias, iniciando 24 horas após a imobilização. Um eletrodo foi colocado na região inguinal e o outro no músculo tríceps sural, sendo que no membro imobilizado este segundo eletrodo foi acoplado dentro da órtese. Os parâmetros da estimulação elétrica foram: frequência de 10 Hz, T= 0,4 ms, pulso quadrático bifásico. A intensidade da corrente foi padronizada em 5.0 mA, a partir da visualização da contração muscular, sendo acrescida de 1.0 mA a cada 5 minutos, com intuito de manter o nível de contração durante todo o período de estimulação. Os eletrodos de silicone-carbono apresentavam área de 1 cm² cada.

Após o período experimental, as análises realizadas foram: conteúdo de glicogênio segundo proposta de Siu et al.¹⁸, dos músculos sóleo (S), extensor longo dos dedos (ELD), gastrocnêmio branco (GB), gastrocnêmio vermelho (GV) e tibial anterior (TA), além do peso, área das fibras e densidade do tecido conjuntivo do músculo sóleo.

Para a análise morfométrica do sóleo o segmento ventral foi fixado em solução tamponada de formol a 10% e o material foi processado em parafina obtendo-se vários cortes transversais não seriados de 7 µm de espessura, que foram corados pela Hematoxilina-Eosina (HE).

Foi utilizado um sistema de análise de imagens constituído de um software Image Pró-plus 4.0 (Media Cybernests), câmera digital (JVC) acoplada a um microscópio (Zeiss) com integração a um microcomputador. Todas as imagens foram captadas com objetiva de 10x.

Foram analisadas as áreas de 375 fibras do músculo sóleo por animal, assim escolhidos: 15 fibras por área, sendo 5 áreas por corte, num total de 5 cortes por animal. Utilizou-se de um retículo quadriculado para a escolha de 15 fibras por corte, aleatoriamente, que coincidiam com as interseções de retas.

Para a análise da densidade do tecido conjuntivo intramuscular foi utilizado o sistema de planimetria por contagem de pontos¹⁹, e a quantificação foi realizada por meio de um retículo com quadrados de 2500 µm² contendo 56

intersecções de reta. Foram contados os pontos coincidentes no endomísio e perimísio, em 5 áreas por corte, sendo 5 cortes por animal, perfazendo um total de 1400 pontos por animal.

A área relativa do tecido conjuntivo (densidade de área) foi calculada dividindo-se a soma do número de pontos coincidentes nas intersecções de reta sobre o tecido conjuntivo (endomísio e perimísio) pelo número total de pontos.

A análise estatística foi realizada inicialmente pelo teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. Para as variáveis peso muscular e glicogênio, que apresentaram distribuição normal, foi utilizado a ANOVA seguido do teste de Tukey. Para as variáveis áreas das fibras musculares e densidade do tecido conjuntivo foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, já que as mesmas não apresentaram distribuição normal. Em todos os cálculos foi fixado um nível crítico de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

As reservas de glicogênio dos músculos do membro inferior submetidos à imobilização durante 15 dias, apresentaram redução significativa ($p < 0,05$) em todos os músculos analisados: no S (44,73%), GB (47,82%), GV (46,34%), ELD (41,66%) e no TA (48,38%), conforme mostra a tabela 1. Vale destacar que, a imobilização também promoveu redução significativa de 7,2% (C: $123,5 \pm 5,28$, I: $114,6 \pm 6,42$, $p < 0,05$) do peso muscular do sóleo.

Quanto à análise morfométrica, a imobilização promoveu redução significativa ($p < 0,05$) da área das fibras do músculo sóleo em 35% (tabela 2, figura 1-B), bem como aumento significativo ($p < 0,05$) da densidade do tecido conjuntivo intramuscular em 160% em relação ao grupo controle, conforme mostra a tabela 3 (figura 1-B).

A EE promoveu aumento significativo ($p < 0,05$) nas reservas de glicogênio em todos os músculos imobilizados analisados: 90,47% no S, 62,5% no GB, 95,45% no GV, 76,19% no ELD e de 56,25% no TA, conforme mostra a tabela 1.

Com relação ao peso do músculo sóleo, a EE promoveu aumento significativo de 20,94% (I: $114,6 \pm 6,42$, IEE: $138,6 \pm 6,42$, $p < 0,05$) se comparado ao grupo imobilizado. A análise das fibras do músculo sóleo mostrou que o recurso promoveu aumento significativo de 19,65 % ($p < 0,05$), se

comparado ao grupo imobilizado (tabela 2, figura 1-C). A EE também promoveu redução de forma significativa na ordem de 15,38% ($p < 0,05$) da densidade do tecido conjuntivo se comparado com o grupo imobilizado (tabela 3, figura 1-C).

DISCUSSÃO

Clinicamente, a imobilização articular pode promover efeitos deletérios no sistema musculoesquelético, como redução da elasticidade muscular, redução da amplitude de movimento e até mesmo a contratura muscular devido à proliferação do tecido conjuntivo²⁰. Além dessas alterações, sabe-se também que o desuso pode levar a hipotrofia muscular, redução das reservas de glicogênio, creatina quinase, dos sarcômeros em série, da força e resistência à fadiga⁸.

Tem sido observado que as fibras musculares lentas (tipo I) possuem maior vulnerabilidade à atrofia do que as fibras das fibras musculares rápidas (tipo II), devido a diferenças no seu metabolismo²¹. Nesse contexto, foi observado que as enzimas oxidativas respondem por meio da diminuição da sua atividade durante a imobilização, sugerindo que as fibras musculares que possuem metabolismo predominantemente oxidativo (tipo I), foram as mais susceptíveis à atrofia muscular²².

Além da susceptibilidade à atrofia inerente ao metabolismo das fibras tipo I, outro fator que determina essa condição são as características de fibras posturais. Nesse sentido, Ploug et al.²³ relacionaram a maior susceptibilidade do sóleo à atrofia por inatividade devido ser um músculo postural e assim possuir uma atividade basal maior do que os não posturais.

Esses estudos corroboram a afirmação de Lieber, reforçando o que a literatura relata, de que os músculos considerados antigravitacionais, os uniarticulares e os que possuem maior proporção de fibras lentas são os mais vulneráveis à atrofia induzida pelo desuso muscular²⁴. Sendo assim, o músculo sóleo, predominantemente composto por fibras do tipo I, foi o escolhido para a análise morfométrica devido a sua maior susceptibilidade à atrofia inerente ao desuso.

A imobilização durante 15 dias em posição neutra, conseguiu promover, no músculo sóleo, redução significativa

Tabela 1. Média \pm dpm da concentração de glicogênio (mg/100mg) do músculo sóleo (S), gastrocnêmio branco (GB), gastrocnêmio vermelho (GV), extensor longo dos dedos (ELD) e tibial anterior (TA) dos grupos controle (C), imobilizado por 15 dias (I) e imobilizado associado à estimulação elétrica neuromuscular por 15 dias (IEE), n=5. *comparado ao C, #comparado ao grupo I, $p < 0,05$.

	S	GB	GV	ELD	TA
C	0,38 \pm 0,09	0,46 \pm 0,06	0,41 \pm 0,04	0,36 \pm 0,08	0,31 \pm 0,09
I	0,21 \pm 0,05*	0,24 \pm 0,01*	0,22 \pm 0,04*	0,21 \pm 0,07*	0,16 \pm 0,03*
IEE	0,40 \pm 0,03#	0,39 \pm 0,12#	0,43 \pm 0,11#	0,37 \pm 0,11#	0,25 \pm 0,05#

Tabela 2. Mediana da área das fibras (µm²) do músculo sóleo nos grupos controle (C), imobilizado por 15 dias (I) e imobilizado associado à estimulação elétrica neuromuscular por 15 dias (IEE), n=5. *comparado ao C, # comparado ao grupo I, p<0,05.

Grupos	1º Quartil	Mediana	3º Quartil
C	2180,23	2496,13	2878,66
I	1335,483	1624,03 *	1876,434
IEE	1561,401	1943,21*#	2386,532

Tabela 3. Mediana da densidade de área (%) do tecido conjuntivo dos grupos controle (C), imobilizado por 15 dias (I), e imobilizado associado à estimulação elétrica neuromuscular por 15 dias (IEE), n=5. *comparado ao C, # comparado ao grupo I, p<0,05.

Grupos	1º Quartil	Mediana	3º Quartil
C	7,14	8,93	10,71
I	16,07	23,21 *	28,57
IEE	14,29	19,64*#	25,00

de 7,2% do peso, 35% da área das fibras, aumento de 160% do tecido conjuntivo, além de redução das reservas de glicogênio de todos os músculos analisados, mostrando a inter-relação da atividade contrátil com a homeostasia energética e a morfologia da fibra muscular, apontando para o quadro de hipotrofia muscular.

Segundo Qin et al.¹¹ a imobilização por diferentes períodos resulta em atrofia variando de 15% a 70%, dependendo dos animais utilizados e das fibras avaliadas. Gomes et al.³, observaram redução de 43% da área da fibra do músculo sóleo imobilizado durante 3 semanas. Kannus et al.² relataram redução de 69% da área das fibras desse músculo imobilizado por meio de aparelho gessado durante 3 semanas.

Bodine et al.¹ compararam o peso do músculo gastrocnêmio de ratos em 3 modelos de desuso, a imobilização, suspensão e desnervação. Os autores observaram que após 14 dias de desuso, ocorreu redução de aproximadamente 50% do peso muscular nos animais submetidos à desnervação, 45% nos imobilizados e 30% nos ratos submetidos à suspensão.

Com relação à densidade do tecido conjuntivo, a imobilização promoveu aumento significativo de 279%. Esses

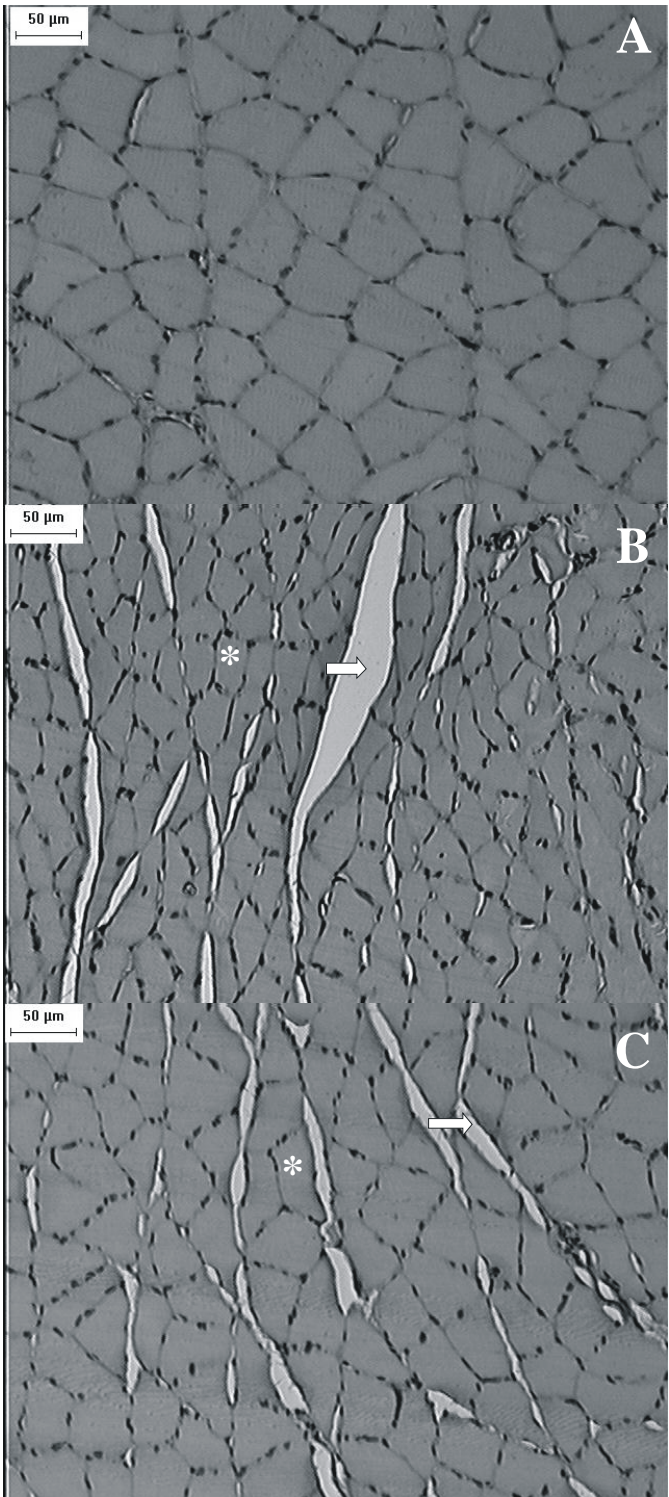


Figura 1. A - Fibras do músculo sóleo do grupo C. B - Músculo sóleo imobilizado, observar a redução da área das fibras (asterisco) e o aumento do tecido conjuntivo (seta) em relação ao grupo C. C - Músculo sóleo imobilizado e tratado com EE 15 dias, observar o aumento da área das fibras (asterisco) e redução do tecido conjuntivo (seta) em relação ao grupo I.

resultados estão de acordo com a literatura, já que para Józsa et al.²⁰, independente do modelo de desuso muscular estudado (imobilização, tenotomia ou desnervação), a quantidade de tecido conjuntivo intramuscular aumenta significativamente, variando de 50% a 700%.

Williams e Goldspink observaram que, em apenas 2 dias de imobilização na posição encurtada, o músculo sóleo apresentou aumento do tecido conjuntivo no perímio, sendo que foi mais pronunciado no 14º dia⁵. Okita et al.⁶ observaram que em 2 semanas de desuso ocorreu proliferação do tecido conjuntivo, desarranjo das fibras de colágeno no endomísio, redução do comprimento dos sarcômeros, bem como da amplitude articular no músculo sóleo de ratos imobilizado em posição encurtada de tornozelo.

Amiel et al.⁴ observaram alterações no metabolismo de colágeno nos tecidos conjuntivos densos imobilizados decorrentes da falta de forças fisiológicas atuando sobre ele, o que impede a formação de ligações cruzadas, dando origem a fibras imaturas, as quais são responsáveis pela fibrose. Também foi relatado aumento do “turnover” do colágeno no tecido conjuntivo nesta situação^{2,5}.

O desuso muscular provocado por condições de períodos longos no leito, colocação de órteses ou fixações em membros e microgravidades induzem resistência à insulina e a um estado catabólico nos musculoesqueléticos afetados de humanos⁷. Esse quadro de resistência à insulina pode explicar a redução das reservas de glicogênio inerente à imobilização em todos os músculos analisados nesse estudo.

Nesse contexto, Hirose et al.⁹ observaram em ratos que tiveram a pata esquerda imobilizada em posição neutra durante 7 dias, redução na transdução do sinal intracelular estimulado pela insulina, sugerindo déficit na ativação do IR (receptor de insulina) e nas moléculas ativadas a partir deste, incluindo a fosforilação do IRS-1 (substrato 1 do receptor de insulina) e a ativação da PI3-K (fosfatidilinositol 3-quinase), indicando que o quadro de resistência à insulina também pode ser desencadeado na imobilização.

Com relação à utilização da EE nesse trabalho, o recurso mostrou ser eficaz em minimizar o aumento da densidade de área do tecido conjuntivo, bem como a redução da área das fibras musculares do sóleo submetido à imobilização durante 15 dias. Esses resultados corroboram a afirmação de Avramidis et al.²⁵ que descreveram a importância da EE com objetivos de recuperar a força muscular, reduzir a proliferação do tecido conjuntivo intramuscular, reduzir o tempo de reabilitação e prevenir a atrofia muscular decorrente da imobilização.

Qin et al.¹¹ utilizaram EE com frequência de 50Hz aplicada diariamente por 30 minutos, 5 vezes na semana durante 3 semanas no músculo tibial anterior de coelhos e observaram que o recurso foi efetivo na prevenção da atrofia muscular minimizando a redução da área de secção transversal, fibrose intersticial e deficiência de suprimento sanguíneo. Além disso,

Polacow et al.¹⁵ também demonstraram que a EE (f: 10Hz, T: 3ms, pulsos quadráticos bifásicos, On/Off de 2:2 segundos, 20 minutos) promoveu redução da densidade de área do tecido conjuntivo nos músculos sóleo desnervados por 15 dias, apontando para possível redução da fibrose, e aumento na quantidade de grânulos de glicogênio.

Cabe ressaltar, conforme tabela 1, que a EE também promoveu elevação nas reservas de glicogênio tanto nos músculos normais quanto nos imobilizados. Resultados semelhantes foram descritos por Guirro et al.¹⁶, que a EE promoveu aumento das reservas de glicogênio nos músculos da pata posterior de ratos submetidos à desnervação por um período de 30 dias.

O aumento no conteúdo de glicogênio observado nesse trabalho em todos os músculos imobilizados se deve à maior captação de glicose pela população de GLUT4, insensível à insulina, que são externalizados, e decorre, ainda, da ativação dos sistemas enzimáticos citosólicos na glicogênese²⁶. Certamente, a EE promove elevação na atividade contrátil das fibras musculares, desse modo a dinâmica de captação e metabolismo da glicose e a atividade das vias metabólicas celulares são aumentadas^{14,16}.

Neste sentido, Etgen et al.²⁷ avaliaram o conteúdo de GLUT 4 no músculo plantar de ratos após EE crônica, e verificaram aumento de 82% em seu conteúdo. Períodos maiores de EE, 30 a 40 e 60 a 90 dias, mostraram somente tendência ao aumento no conteúdo do GLUT 4, atingindo um platô em torno de 30 a 40 dias. Um resultado importante do estudo de Hamada et al.²⁸ foi que a captação de glicose corporal em ratos é agudamente aumentada em resposta a 20 minutos de EE e este aumento perdura por pelo menos 90 minutos após a finalização da utilização do recurso.

CONCLUSÃO

A estimulação elétrica neuromuscular minimizou a redução das reservas de glicogênio nos músculos da pata posterior submetidos à imobilização durante 15 dias. Também foi observado que o recurso preveniu a redução da área das fibras, bem como da proliferação do tecido conjuntivo no músculo sóleo. Vale ressaltar a importância da intervenção fisioterapêutica durante esse período, com objetivo de minimizar as alterações musculoesqueléticas inerentes ao desuso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bodine SC, Latres E, Baumhueter S, Lai VKM, Nunez L, Clarke BA, et al. Identification of Ubiquitin Ligases Required for Skeletal Muscle Atrophy. *Science* 2001; 23: 1704-1708.
2. Kannus P, Jozsa L, Jarvinen TL, Kvist M, Vieno T, Jarvinen TA, et al. Free mobilization and low- to high-intensity exercise in immobilization-induced muscle atrophy. *J Appl Physiol*. 1998; 84(4):1418-24.

3. Gomes ARS, Coutinho EL, França CN, Polonio J, Salvini TF. Effect of one stretch a week applied to the immobilized soleus muscle on rat muscle fiber morphology. *Braz J Med Biol Res* 2004; 37: 1473-1480.
4. Amiel D, Woo SLY, Harwood FL, Akeson WH. The effect of immobilization on collagen turnover in connective tissue: a biochemical-biomechanical correlation. *Acta orthop scan* 1982; 53: 325-332.
5. Williams PE, Goldspink G. Connective tissue changes in immobilized muscle. *J Anat* 1984; 138: 343-504.
6. Okita M, Yoshimura T, Nakano J, Motomura M, Eguchi K. Effects of reduced joint mobility on sarcomere length, collagen fibril arrangement in the endomysium, and hyaluronan in rat muscle. *J Muscle Res Cell Motil* 2004; 25: 159-66.
7. Ferrando AA, Lane HW, Stuart CA, Davis-Street J, Wolfe RR. Prolonged bed rest decreases skeletal muscle and whole body protein synthesis. *Am J Physiol* 1996; 270: 627-33.
8. Reardon KA, Davis J, Kapsa RM, Choong P, Byrne E. Myostatin, insulin-like growth factor-1, and leukemia inhibitory factor are upregulated in chronic human disuse muscle atrophy. *Muscle Nerve* 2001; 24(7):893-9.
9. Hirose M, Kaneki M, Sugita H, Yasuhara S, Martyn JA. Immobilization depresses insulin signaling in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 279(6): 1235-41.
10. Durigan JLD, Cancelliero KM, Polacow MLO, Silva CA, Guirro, RRJ. Modelos de desuso muscular e estimulação elétrica neuromuscular: aspectos pertinentes à reabilitação. *Fisio Mov* 2005; 18(4): 53-62.
11. Qin L, Appell HJ, Chan KM, Maffulli N. Electrical stimulation prevents immobilization atrophy in skeletal muscle of rabbits. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 512-7.
12. Józsa L, Thoring J, Jarvinen M, Kannus P, Lehto M, Kvist M. Quantitative alterations in intramuscular connective tissue following immobilization: An experimental study in the rat calf muscles. *Exp Mol Pathol* 1988; 49: 267-278.
13. Picquet F, Falempin M. Compared effects of hindlimb unloading versus terrestrial deafferentation on muscular proprieties of the rat soleus. *Exp Neurol* 2003; 182: 186-94.
14. Silva CA, Guirro RRJ, Polacow MLO, Silva HC, Tanno AP, Rodrigues D. Efeito da metformina e estimulação elétrica sobre as reservas de glicogênio do músculo sóleo normal e denervado. *Rev Bras Fisiot* 1999; 3: 55-60.
15. Polacow MLO, Silva CA, Guirro RRJ, Campos MR, Borges JP. Estudo morfométrico do músculo sóleo denervado de ratos tratados pela associação de metformina e estimulação elétrica. *Rev Bras Fisioter* 2003; 7: 77-84.
16. Guirro RRJ, Silva CA, Forti F, Cancelliero KM. Análise do musculoesquelético desnervado tratado com metformina e/ou estimulação elétrica de baixa frequência. *Rev Bras Fisioter* 2004; 8: 21-27.
17. Silva CA, Guirro RRJ, Polacow MLO, Cancelliero KM, Durigan JLQ. Rat hindlimb joint immobilization with acrylic resin orthoses. *Braz J Med Biol Res* 2006; 39: 979-985.
18. Siu LO, Russeau JC, Taylor AW. Determination of glycogen in small tissue samples. *J Appl Physiol* 1970; 28: 234-236.
19. Mathieu O, Cruz-orive LM, Hoppeler H, Weibel ER. Measuring error and sampling variation in stereology: comparison of the efficiency of various methods for planar image analysis. *J Microsc* 1981; 121: 75-88.
20. Józsa L, Kannus P, Thoring J, Reffy A, Jarvinen M, Kvist M. The effect of tenotomy and immobilization on intramuscular connective tissue. *J Bone Joint Surg* 1990; 72: 293-7.
21. Heslinga HJ, Kronnie G, Huijijng PA. Growth and immobilization effects on sarcomeres: a comparison between gastrocnemius and soleus muscles of the adult rat. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995; 70: 49-57.
22. Appell HJ. Muscular atrophy following immobilization. *Sports Med* 1990; 7: 42-58.
23. Ploug T, Ohkuwa T, Handberg A, Vissing J, Galbo H. Effect of immobilization on glucose transport and glucose transporter expression in rat skeletal muscle. *Am J Physiol* 1995; 268: 980-986.
24. Lieber RL. Skeletal muscle structure, function, and plasticity, the physiological basis of rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, 2002.
25. Avramidis K, Strike PW, Taylor PN, Swain ID. Effectiveness of electric stimulation of the vastus medialis muscle in the rehabilitation of patients after total knee arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 1850-53.
26. Goodyear LJ, Hirshman MF, Valyou PM, Horton ES. Glucose transporter number, function, and subcellular distribution in rat skeletal muscle after exercise training. *Diabetes* 1992; 41: 1091-1099.
27. Etgen GJ, Farrar RP, Ivy JL. Effect of chronic electrical stimulation on GLUT 4 protein content in fast-twitch muscle. *Am J Physiol* 1993; 264: 816-19.
28. Hamada T, Sasaki H, Hayashi T, Moritani T, Nakao K. Enhancement of whole body glucose uptake during and after human skeletal muscle low-frequency electrical stimulation. *J Appl Physiol* 2003; 94: 2107-2112.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE UMIDIFICAÇÃO AQUOSA AQUECIDO E TROCADOR DE CALOR E DE UMIDADE NA VIA AÉREA ARTIFICIAL DE PACIENTES EM VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA

GALVÃO AM¹, GALINDO FILHO VC², MARINHO PEM², GOMES R³, FRANÇA EET², BRANDÃO DC¹, SANTOS BEM¹, SILVA LAM¹ E DORNELAS DE ANDRADE AF²

¹ Curso de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, PE - Brasil

² Departamento de Fisioterapia, UFPE, Recife, PE - Brasil

³ Hospital da Restauração; Hospital da Polícia Militar, Recife, PE - Brasil

Correspondência para: Profa. Dra. Armêle Dornelas de Andrade, Depto de Fisioterapia, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moras Rego, S/N, Cidade Universitária, Recife, PE - Brasil, email: armeledornelas@yahoo.com ou armele@ufpe.br

Recebido: 24/05/2005 – Aceito: 20/04/2006

RESUMO

Contexto: Nos pacientes recebendo suporte ventilatório invasivo através de tubos endotraqueais é essencial o uso de umidificadores. Objetivo: avaliar os níveis de temperatura (T°C) e de umidade relativa (UR) do gás administrado ao paciente em ventilação mecânica através da umidificação aquosa aquecida (UAA) e do filtro trocador de calor e de umidade (FTCU). Método: Este foi um estudo prospectivo, randomizado, onde foram estudados 20 pacientes divididos em dois grupos: um grupo usou a UAA (n=10) e o outro grupo (n=10) usou FTCU Hygrobac "S", marca Mallinckrodt®. As variáveis analisadas foram: níveis de temperatura (T) e umidade relativa (UR) do gás, volume minuto (VM), volume corrente (VC) e volume de condensação. Resultados: Verificou-se que o sistema de umidificação aquosa aquecida atingiu temperaturas mais baixas que o filtro trocador ($29,01 \pm 1,33$ °C, versus $30,14 \pm 1,24$ °C; $p < 0,001$). A umidade relativa foi maior na UAA do que no FTCU ($97,45 \pm 5,22$ %, versus $89,87 \pm 11,04$ %, $p < 0,021$). O volume de condensação do circuito do grupo usando UAA foi maior que o do grupo usando o FTCU ($p < 0,05$). Conclusão: Os resultados demonstram que ambos os sistemas, UAA e o FTCU forneceram umidades absolutas abaixo do valor recomendado, sendo que o sistema de UAA ofereceu uma umidade relativa maior, enquanto que o aquecimento do gás com o FTCU obteve um melhor desempenho.

Palavras-chave: umidificadores, trocadores de calor e de umidade, ventilação mecânica.

ABSTRACT

Comparative Study Between Heated Water Humidifiers and Hygroscopic Heat and Moisture Exchangers in Artificial Airways for Patients Undergoing Invasive Mechanical Ventilation

Background: In patients receiving invasive mechanical ventilation through endotracheal tubes, the use of humidifiers is essential. Objective: To evaluate temperature and relative humidity levels in the gas administered to patients undergoing mechanical ventilation by means of heated water humidifiers (HWH) and hygroscopic heat and moisture exchangers (HHME). Method: This was a prospective randomized study on 20 patients divided into two groups: one group using HWH (n=10) and the other using the Hygrobac "S" model of HHME, made by Mallinckrodt® (n=10). The variables analyzed were: temperature and relative humidity levels of the gas, minute volume (MV), tidal volume (V_T) and condensation volume. Results: It was found that HWH attained lower temperatures than did HHME (29.01 ± 1.33 °C versus 30.14 ± 1.24 °C; $p < 0.001$). The relative humidity was higher in HWH than in HHME ($97.45 \pm 5.22\%$ versus $89.87 \pm 11.04\%$; $p < 0.021$). The condensation volume in the ventilator circuit for the group using HWH was greater than for the HHME group ($p < 0.05$). Conclusion: The results demonstrate that both systems (HWH and HHME) supplied absolute humidity that was below recommended values, while the HWH offered higher relative humidity. On the other hand, HHME produced better performance regarding gas heating.

Key words: humidifiers, hygroscopic heat and moisture exchangers, mechanical ventilation.

INTRODUÇÃO

A respiração prolongada de gases inadequadamente condicionados através de um tubo endotraqueal pode acarretar hipotermia, espessamento das secreções, destruição do epitélio das vias aéreas e atelectasias^{1,2}. Além dessas conseqüências, a parede e o muco dos brônquios e dos bronquíolos é que sofre maior influência da umidade e da temperatura do gás^{3,4}.

Quando o paciente utiliza uma via aérea artificial é necessário que seja acrescentado ao circuito de ventilação um sistema para umidificar e aquecer o gás inalado. Segundo a *American Society for Testing and Materials* (ASTM), os umidificadores são definidos, sobretudo pelo método de exposição do gás ao vapor de água, sendo os mais usados os umidificadores de bolha aquecido ou não aquecido e os trocadores de calor e de umidade^{5,6}.

Os umidificadores de bolha possuem sistemas de liberação oronasal de oxigênio e seu objetivo é apenas aumentar o conteúdo de vapor de água fornecendo umidade absoluta entre 15 e 20 mg/L. Em decorrência do resfriamento e do menor tempo de contato, esses dispositivos se tornam menos eficientes quando o fluxo aumenta acima de 10L/min⁷.

Existem vários tipos de trocadores de calor e de umidade, dentre eles:

- Os umidificadores com condensadores simples com condutividade térmica elevada, são compostos por uma malha metálica, metal dobrado ou tubos metálicos paralelos e recapturam cerca de 50% da umidade expirada pelo paciente, com uma eficácia em torno de 50%¹.

- Os umidificadores com condensadores higroscópicos possuem uma maior eficácia por utilizar um condensador de baixa condutividade térmica (como papel, algodão ou espuma) e estão impregnados por um sal higroscópico (cloreto de cálcio ou de lítio). A baixa condutividade ajuda a reter mais calor e o sal ajuda a reter mais umidade. Esses dispositivos atingem uma eficácia de aproximadamente 70% (40mg/L expirado; 27mg/L recuperado).

- Os umidificadores hidrofóbicos utilizam um elemento que repele a água com uma grande área de superfície e baixa condutividade. A eficácia desses dispositivos é de 70%.

O Filtro trocador de calor e umidade (FTCU) ideal deve operar com uma eficácia de 70% ou mais, utilizar conexões padrão, possuir uma baixa complacência e adicionar um mínimo de peso, de espaço morto e de resistência ao fluxo de um circuito ventilatório^{8,9}.

A eficácia do trocador pode diminuir com o aumento do fluxo, da frequência e dos volumes respiratórios elevados, assim como em níveis elevados de fração inspirada de O₂⁹. Além disso, a resistência ao fluxo através do trocador também é importante. Quando ele é seco, a resistência através da maioria dos dispositivos é mínima. No entanto, em virtude da absorção da água, a resistência ao fluxo do trocador aumenta após algumas horas de uso^{10,11}. Em alguns pacientes a resistência aumentada pode não ser tolerada, especialmente

naqueles com doença respiratória que já possuem trabalho respiratório aumentado^{9,12}.

Comparados a outros dispositivos, os FTCU podem prevenir as infecções¹. Os trocadores que funcionam como barreira à entrada de microorganismo são chamados de filtros, os quais possuem condensadores de membranas com poros menores que 0.6 micrômetros de diâmetro¹³.

Ainda são poucos os estudos que avaliam os efeitos, vantagens e desvantagens entre o uso dos FTCU comparado com o sistema de umidificação aquoso aquecido. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os níveis de temperatura e umidade do gás inalado pelo paciente submetido à ventilação mecânica invasiva durante o uso da umidificação aquosa aquecida (UAA) e FTCU, correlacionando-os com parâmetros ventilatórios.

MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de um estudo prospectivo e randomizado, cuja randomização foi feita por sorteio, com uma amostra de 20 indivíduos admitidos na unidade de terapia intensiva de um hospital público composta por pacientes sem pneumopatias prévias à ventilação mecânica invasiva, acometidos por distúrbio cérebro-vascular, na faixa etária de 18-60 anos e usando via aérea artificial (tubo orotraqueal ou cânula de traqueostomia), divididos em dois grupos de 10 pacientes. Um grupo usou o UAA, marca Intermed Misty-3 (São Paulo, Brasil), e o outro grupo usou o FTCU Hygrobac "S", marca Mallinckrodt® (Tyco®).

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê Institucional de Ética em Pesquisa, nº 106/2004, conforme a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e a participação de todos os indivíduos foi realizada mediante consentimento prévio assinado pelo familiar.

Crêterios de exclusão

Foram excluídos do estudo, os pacientes com doenças atípicas ou doenças associadas com mau prognóstico (pacientes em fase terminal com falência de múltiplos órgãos), presença de instabilidade hemodinâmica e contra-indicação a uma das formas de umidificação instituída na pesquisa. As patologias encontradas no grupo da UAA ficaram assim descritas: Acidente Vascular Cerebral – 30 %, Trauma Crânio Encefálico – 20 % e Trauma Raquimedular – 20 %. No grupo que usou o FTCU as patologias foram: Trauma Crânio Encefálico – 20 %, Trauma Raquimedular - 20% e Tumor Cerebral – 20 %.

Variáveis analisadas

Foram avaliados dados antropométricos e sinais vitais: temperatura corpórea, frequência cardíaca (FC), pressão arterial média (PAM), frequência respiratória (FR) que foram aferidos através dos sensores de superfície da Dixtal® (SP-Brasil) e os parâmetros ventilatórios: volume corrente (VC),

Tabela 1. Características da mostra estudada. Pacientes que receberam o modo de umidificação aquosa aquecida (UAA) e o outro grupo usou o filtro/trocador de calor e de umidade (FTCU).

Características	Pacientes que receberam UAA (n=10)	Pacientes que receberam FTCU (n=10)	
Idade(anos)	43,6 ± 15,2	44,0 ± 19,0	NS
Peso(Kg)	70,5 ± 19,2	64,5 ± 11,6	NS
Mulheres	4	5	NS
Homens	6	5	NS
Dias de internamento	21,8 ± 7,4	18,9 ± 6,7	NS
Frequência cardíaca (bpm)	100,1 ± 21,0	111,1 ± 18,4	NS
Frequência respiratória (ipm)	19,1 ± 3,1	21,1 ± 2,3	NS
Pressão arterial média (mmHg)	88,3 ± 13,3	90,1 ± 12,0	NS
Saturação periférica (%)	94,3 ± 2,0	93,1 ± 1,1	NS

NS= Diferença não significativa entre os grupos

volume minuto (VM), frequência respiratória (FR), saturação de oxigênio (SO₂), pressão de platô da via aérea (Pplatô), modo de ventilação e fração inspirada de oxigênio (FIO₂). No que se refere ao gás inalado foram realizadas medidas referentes a umidade relativa (UR) e temperatura (T°C). A Tabela 1 mostra os dados referentes às características da amostra estudada.

Equipamentos utilizados

Os valores de UR e T foram coletados com o Termo-Higrômetro portátil digital, marca ETI®, modelo ETI 8711(Inglaterra), com faixa: 0 a 90°C e 0 a 100% UR, resolução: 0,1°C e 0,1 UR, precisão: ± 0,5°C para temperatura e ± 3% para umidade relativa na faixa de 15 a 90%.

Os pacientes foram ventilados mecanicamente com equipamentos Servo-Monterey® (Takaoka) e os parâmetros VC, VM, FR, Pplatô e FIO₂ mensurados na tela do ventilador. O VC foi instituído entre 6-10 ml/Kg, VM > 10 ml/Kg e evitou-se Pplatô > 35cmH₂O. Os sinais vitais (FR, PA, T°C) foram aferidos através dos sensores de superfície da Dixtal® (SP-Brasil).

Procedimento experimental

Os pacientes depois de admitidos na UTI foram entubados e os parâmetros da ventilação mecânica invasiva foram ajustados com o intuito de minimizar o desconforto e trabalho respiratório. Além disso, procurou-se manter uma relação entre a pressão arterial de O₂ e a fração inspirada de O₂ (PaO₂/FIO₂) maior que 285¹⁴.

O sensor de umidade relativa (UR) e T do gás foram acoplados no “Y” do circuito do ventilador, no fim dos ramos inspiratório e expiratório junto ao paciente.

As medidas foram realizadas durante 30 minutos a cada 24 horas por 5 dias consecutivos. Seis medidas foram realizadas durante esses 30 minutos e sempre na fase inspiratória. A cada registro eram avaliados a UR, T, VC, VM, FR, SO₂, FIO₂, Pplatô e FC. Além disso, foi avaliado o modo ventilatório em que se encontrava o paciente. Os modos adotados foram o modo controlado a pressão (PCV) e espontâneo (pressão de suporte-PS).

No reservatório do grupo com UAA, utilizava-se 280ml de água destilada e ao fim de 30 min. registrava-se o volume final de água no reservatório e o volume de condensação formado ao longo do circuito de ventilação. O aquecimento da placa do umidificador era de 40°C, sendo padronizada para todos. O FTCU era trocado a cada 24 horas conforme orientação do fabricante. O volume de condensação foi drenado e mensurado.

Análise estatística

Inicialmente analisou-se o tipo de distribuição das variáveis através do teste Kolmogorov-Smirnov. Para verificar as diferenças entre os dados foram usados testes paramétricos *t*-student para as variáveis UR, T do gás, VC, VM, FR e não-paramétricos de Mann-Whitney para as outras variáveis. Todos os testes foram analisados com nível de significância de 95% (p < 0.05) usando-se o software SPSS versão 8.0.

RESULTADOS

Conforme apresentado na tabela 1, os grupos estudados apresentavam-se homogêneos no que se refere a idade, peso, gênero, dias de internamento, FC, FR, PAM, e SaO₂.

Em relação à UR, esta foi maior na UAA do que no FTCU ($97,45 \pm 5,22\%$, versus $89,87 \pm 11,04\%$, $p < 0,021$), conforme evidenciado na figura 1. O UAA atingiu temperaturas mais baixas que o FTCU ($29,01 \pm 1,33\text{ }^{\circ}\text{C}$, versus $30,14 \pm 1,24\text{ }^{\circ}\text{C}$; $p < 0,001$) como é mostrado na figura 2.

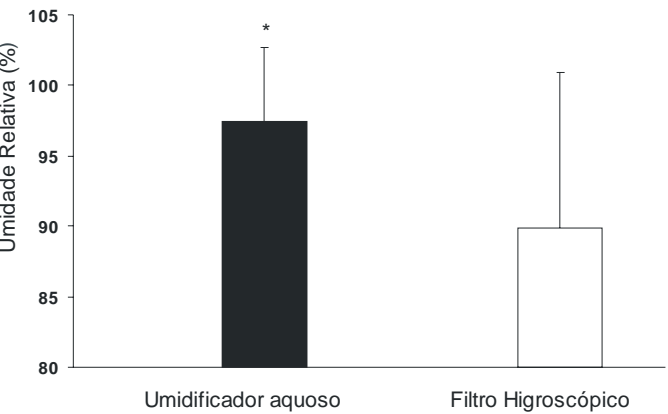


Figura 1. Valores médios (\pm DP) da umidade relativa máxima alcançada entre os sistemas de umidificação aquoso aquecido e o filtro/trocador de calor e de umidade (* $p < 0,021$).

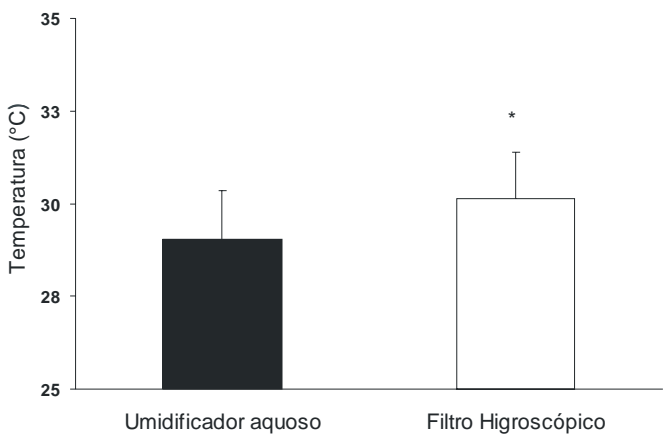


Figura 2. Valores médios (\pm DP) da Temperatura máxima (\pm) alcançada entre os sistemas de umidificação aquoso aquecido e o filtro/trocador de calor e de umidade (* $p = 0,001$).

Conforme demonstrado na tabela 2, os valores de UR e T, encontrados no nosso estudo, não foram diferentes quando mudamos os modos de ventilação de controlada a pressão, no grupo com UAA (UR, $94,7 \pm 6,7$ e T, $29,1 \pm 1,4\%$) e no grupo com FTCU (UR, $96,3 \pm 6,9$ e T, $30,2 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$), para a ventilação espontânea, no grupo com UAA (UR, $97,5 \pm 5,23$ e T, $28,6 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$) e no grupo com FTCU (UR, $89,9 \pm 11,0$ e T, $30,0 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$).

Tabela 2. Valores de umidade relativa máxima e da temperatura máxima alcançada entre os sistemas de umidificação durante modos ventilatórios.

	PCV	PS	
Sistema aquoso aquecido			
Umidade máxima (%)	$94,7 \pm 6,7$	$97,5 \pm 5,2$	NS
Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$)	$29,1 \pm 1,4$	$28,6 \pm 0,9$	NS
Filtro trocador de calor e umidade			
Umidade máxima (%)	$96,3 \pm 6,9$	$89,9 \pm 11,0$	NS
Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$)	$30,2 \pm 1,0$	$30,0 \pm 1,9$	NS

PCV – Modo ventilatório controlado a Pressão; PS – Modo ventilatório Pressão de Suporte; NS= Diferença não significativa entre os grupos.

Nos tubos dos ventiladores usados pelos pacientes com FTCU não houve a formação de condensado ao longo do circuito. No grupo com UAA o circuito acumulou em média 8,4 ml/hora. O VC foi maior no sistema aquoso aquecido do que no FTCU ($597,93 \pm 190,64\text{ ml}$, $p < 0,05$ versus $443,00 \pm 135,41\text{ ml}$, $p < 0,05$). O VM não apresentou diferença significativa entre o grupo do sistema UAA e do FTCU ($8,13 \pm 1,06\text{ l/min}$ versus $7,99 \pm 1,01\text{ l/min}$).

Em ambos os grupos não foram observadas diferenças significativas quanto à umidade ambiente da UTI ($51,56 \pm 6,8\%$ versus $52,9 \pm 7,3\%$), temperatura ambiente da UTI ($26,4 \pm 5,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ versus $25,3 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$), pressão de platô ($23,5 \pm 4,6\text{ cmH}_2\text{O}$ versus $22,5 \pm 4,6\text{ cmH}_2\text{O}$), FIO_2 ($38,3 \pm 19,1\%$ versus $29,1 \pm 5,5\%$) e temperatura corpórea ($35,6 \pm 1,19\text{ }^{\circ}\text{C}$ versus $36,1 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$).

DISCUSSÃO

Os resultados mostram que quando comparados os valores alcançados de UR e T do gás na traquéia com os valores ideais BTPS (*Body Temperature and Pressure Saturation*, 100% de UR e 37°C), observou-se que os sistemas de UAA e do FTCU não atingiram esses patamares. A UR e T do gás na UAA ficaram 3% e 21%, respectivamente, abaixo dos valores ideais e o FTCU atingiu valores de UR e T do gás 10% e 18%, respectivamente, abaixo da condição BTPS^{2, 15}.

Carter et al.¹⁶ mostraram que a UAA apresenta limitações quanto à umidade e o aquecimento do gás. Ao utilizarem uma versão nova do umidificador da Fisher & Paykel (modelo MR850), eles observaram que poderiam compensar o déficit de umidade, porém esta compensação implicava no aumento excessivo de T no gás administrado ao paciente.

Em termos de umidade absoluta, os resultados mostraram que ambos os sistemas de UAA e FTCU forneceram menos de 30 mg/l de vapor, que é o valor recomendado por padrões da American Society for Testing

and Materials^{17,18}. Ao se mover até os pulmões o gás inspirado pode atingir condições BTPS, ou seja, UR de 100% a 37°C. Esse ponto, geralmente ocorre cerca de 5 cm abaixo da Carina e é denominado de limite de saturação isotérmica. Acima do limite de saturação isotérmica, a T e a UR diminuem durante a inspiração e aumentam durante a expiração. Por outro lado, abaixo dele a T e a UR permanecem constantes³⁰. Isto mostra que dependendo do sistema de umidificação o limite de saturação isotérmica pode ser desviado para o interior dos pulmões.

Christiansen et al.¹⁹ mostraram que ao se comparar à umidade ofertada entre os FTCU e a UAA, este último produziu uma umidificação mais elevada (média de 38,4 mg/l variando de 37 a 43 mg/l), a umidificação mais baixa foi produzida pela ventilação artificial seca (média de 8,7 mg/l, variando de 6 a 11 mg/l) e o FTCU produziu uma umidade entre 24 a 36 mg/l.

Os valores de UR e T, encontrados no estudo, não foram mudados os modos de ventilação controlada para assistido-controlada ou espontânea. Além disso, não verificou-se diferença significativa com relação aos valores do VC nos dois grupos, apesar do FTCU ter mostrado valores maiores que o UAA. Entretanto, deve-se ressaltar as possíveis alterações na eficiência no aquecimento e umidade do gás administrado ao paciente em ventilação mecânica. Ainda, pode-se destacar vários estudos reportados na literatura que enfocam os efeitos deletérios de altos volumes correntes na redução da efetividade dos umidificadores e por esta razão o VC foi mantido entre 6-10 ml/Kg^{13,20,21,22,23,24}.

Nos tubos dos ventiladores usados pelos pacientes com FTCU não houve a formação de condensado ao longo do circuito. No grupo com UAA o circuito acumulou em média 8,4 ml/hora. O acúmulo de líquido no circuito além de favorecer a colonização de microorganismos, pode fazer com que os ventiladores disparados à pressão ou fluxo tenham a sensibilidade alterada. Esses achados corroboram com os resultados dos estudos de Koleff et al. e Branson et al.^{13,25}. Nesses estudos, os autores realizaram uma comparação entre os sistemas UAA e FTCU quanto à pneumonia associada à ventilação mecânica e a relação custo-benefício oferecida por cada um dos sistemas. Em ambos os estudos, os autores verificaram que o filtro apresentou um melhor desempenho. Assim, a ausência de condensação ao longo do tubo reduzindo os meios propícios para proliferações de agentes (que podem ser responsáveis pelas infecções respiratórias comumente encontradas nos pacientes em uso de ventilação mecânica) pode ser considerado como um aspecto positivo para indicação dos filtros. No entanto, ainda há muitas controvérsias no que se refere ao papel dos filtros e ao combate das infecções respiratórias^{5,12,15,26}. Alguns FTCU possuem poros menores que 0,6 micrômetros, sendo chamados de filtros bacterianos e virais. Alguns patógenos possuem dimensões maiores, por isso esses trocadores além de exercerem a função de trocador

de calor e de umidade também atuam como filtros biológicos. Porém, muitas controvérsias têm sido provocadas com essa denominação de “filtros bacterianos”. Em recente publicação, Demers²⁷ questiona a eficácia destes dispositivos e ainda ressalta a possibilidade dos mesmos representarem riscos quanto à contaminação e colonização por microorganismo. Em recente estudo multicêntrico Franco-Canadense observou-se que as atualizações sobre o tema umidificação ainda são escassas por parte dos profissionais que atuam em Terapia Intensiva²⁸.

Um estudo experimental com porcos ventilados mecanicamente e submetidos ao uso dos FTCU e UAA demonstrou alteração na viscosidade da secreção, no transporte mucociliar e na quantidade de secreção, além de evidenciar que o FTCU mantém uma maior quantidade de água na via aérea do animal²⁹.

Os resultados não permitem inferir sobre este aspecto das infecções respiratórias e sua correlação com os umidificadores utilizados uma vez que não era o objetivo deste estudo e que a metodologia adotada não permitia este enfoque. Novos estudos são necessários envolvendo estudos bacteriológicos dos filtros e as repercussões clínicas nos pacientes.

Outro aspecto importante é a necessidade de maior detalhamento nos manuais dos equipamentos disponíveis na unidade de terapia intensiva. Observou-se que nos manuais dos UAA que acompanham os equipamentos de ventilação mecânica, não foram encontradas informações técnicas suficientes sobre o tipo de solução ideal para a umidificação, o nível da coluna líquida, a UR e UA alcançadas em condições dinâmicas e sobre quais as formas de compensação e monitorização da umidade devem ser oferecidas ao paciente. Esta observação deverá servir de alerta para que as indústrias elaborem manuais mais detalhados que permitam o uso correto destes dispositivos.

Uma limitação do estudo consistiu no fato dos FTCU da marca estudada, fornecerem temperaturas máximas de até 40°C, podendo gerar limitações para que as condições BTPS fossem alcançadas.

Muitas dúvidas ainda persistem quanto à forma mais fisiológica de umidificar o paciente em ventilação mecânica e sobre qual a técnica cujos benefícios são maiores que os seus riscos e complicações, o que evidencia a necessidade de novos estudos envolvendo amostras maiores, diferentes tipos de patologias, estudo bacteriológico dos filtros e das secreções dos pacientes.

Em conclusão, os achados sugerem que ambos os sistemas estudados fornecem valores de UR e T abaixo do valor recomendado. O UAA ofereceu uma maior UR em relação ao FTCU. Em termos de aquecimento do gás o FTCU obteve um melhor desempenho. A ausência de condensação na tubulação do ventilador com o uso do FTCU é um aspecto importante a ser considerado. Assim, a aplicação de um FTCU é um método alternativo de fornecer a umidificação aos pacientes que estão em ventilação mecânica invasiva.

Agradecimentos: A empresa Tyco Healthcare / Mallinckrodt, na pessoa da Dra. Sandra Maria de Oliveira Maia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Scalanlan CL, Wilkins RL, Stoller JK. Fundamentos da terapia respiratório de EGAN. 7^{ed}. Ed. Manole, 2000; 31: 683-703.
- Shelley MP, Lloyd GM, Park GR. A review of the mechanisms and the methods of humidification of inspired gas. *Int Care Med* 1988; 14: 1-9.
- Chatburn RL, Primiano FP. A rationale for humidity therapy. *Respir Care* 1987; 32: 249-253.
- Vitacca M, Clini E, Foglio K, Scalvini S, Marangoni S, Quadri A, et al. Hygroscopic condenser humidifiers in chronically tracheostomized patients who breathe spontaneously. *Eur Respir J* 1994; 7: 2026-2032.
- Chalon J, Loew D, Malbranche J. Effects of dry air and subsequent humidification on tracheobronchial ciliated epithelium; *Anesthesiology* 1972; 37: 338-334.
- American Society For Testing And Materials., Standard specification for humidification for medical use(F1690), Conshohocken, Pa: ASTM; 1996. p.1-17.
- Rhame FS, Streifel A, McComb C, Boyle M. Bubbling humidifiers produce microaerosols which can carry bacterial; *Infect Control* 1986; 7: 403-407.
- International Organization For Standardization. Heat and moisture exchangers for use in humidifying respired gases in humans. (ISO 9360), Geneva: International Organization for Standardization; 1992. p. 90-92.
- Shelly MP. Inspired gas conditioning *Respir Care* 1992; 37: 1070-1080.
- Branson RD, Davis K. Evaluation of 21 passive humidifiers according to ISO 9360 standard: moisture output, deadspace, and flow resistance. *Respir Care* 1996; 41: 736-734.
- Ploysongsang Y, Branson D, Rashkin MC. Effect of flowrate and duration of use on the pressure drop across six artificial nose. *Respir Care* 1989; 34: 902-907.
- Iotti GA, Olivei MC, Braschi A. Mechanical effects of heat-moisture exchangers in ventilated patients. *Crit. Care* 1999; 3: 77-82.
- Kollef MH, Shapiro SD, Boyd V, Silver P, Von Harz B, Trovillion E, et al. A randomized clinical trial comparing an extended-use hygroscopic condenser humidifier with heated-water humidification in mechanically ventilated patients. *Chest* 1998; 113: 759-767.
- Sganga G, Siegel JH, Coleman B, Giovannini I, Boldrini G, Pittiruti M. The Physiologic Meaning of the Respiratory Index in Various Types of Critical Illness. *Circ Shock* 1985; 17: 179-193.
- Goldberg ME, Epstein R, Rosenblum F, Larijani GE, Marr A, Lessin J, et al. Do heated humidifiers and heat and moisture exchangers prevent temperature drop during lower abdominal surgery? *J Clin Anesth* 1992; 4: 16-20.
- Carter BG, Kemp T, Mynard J, Hochmann M, Osborne A. Compensating for the effect of inlet gas temperature on heated humidifier performance. *Anaesth Int Care* 2003; 31: 54-57.
- Dreyfuss D, Djedaini K, Gros I, Mier L, Le Bourdelles G, Cohen Y, et al. Mechanical ventilation with heated humidifiers or heat and moisture exchangers: effects on patient colonization and incidence of nosocomial pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 4: 986-992.
- Richard D, Branson Rrt. Humidification for Patients with Artificial Airways. *Respir Care* 1999; 44(6): 630-641.
- Christiansen S, Renzing K, Hirche H, Reidemeister JC. Measurements of inspired air humidity as provided by different humidifiers. *Anesthesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie* 1998; 33: 300-305.
- Lellouche F, Taille S, Maggiore SM, Qader S, L'her E, Deye N, et al. Influence of Ambient and Ventilator Output Temperatures on Performance of Heated-wire Humidifiers. *Am. J. Respir Crit Care Med* 2004; 27: 196-210.
- Nishida T, Nishimura M, Fujino Y, Mashimo T. Performance of heated humidifiers with a heated wire according to ventilatory settings. *J Aerosol Med* 2001; 14: 43-51.
- Peterson BD. Heated humidifiers. Structure and function. *Respir Care Clin N Am* 1998; 4: 243-259.
- Vitacca M, Clini E, Porta R, Ambrosino N. Breathing pattern and respiratory mechanics in chronically tracheostomized patients with chronic obstructive pulmonary disease breathing spontaneously through a hygroscopic condenser humidifier. *Respiration* 1997; 64: 263-267.
- Subayi L, Chergui K, Beydon L. Heat and moisture exchanging filters for conditioning of inspired gases in adult anesthesia and resuscitation. *Ann F Anesth Reanim* 1998; 17: 699-708.
- Branson RD, Davis K Jr, Campbell RS, Johnson DJ, Porembka DT. Humidification in the intensive care unit. Prospective study of a new protocol utilizing heated humidification and a hygroscopic condenser humidifier. *Chest* 1993; 104: 1800-1805.
- Fink JB, Krause SA, Barrett L, Schaaff D, Alex CG. Extending ventilator circuit change interval beyond two days reduces the likelihood of ventilator associated pneumonia (VAP). *Chest* 1998; 113: 406-411.
- Demers RR. Bacterial/viral filtration - Let the breather beware. *Chest* 2001; 120: 1377-1389.
- Ricard JD, Cook D, Griffith L, Brochard L, Dreyfuss D. Physicians' attitude to use heat and moisture exchangers or heated humidifiers: a Franco-Canadian survey. *Int Care Med* 2002; 28: 719-725.
- Eckerbom B, Lindholm CE, Mannting F. Mucociliary Transport with and Without the Use of A Heat and Moisture Exchanger - An Animal Study, *Acta Anaesth Scand* 1991; 35: 297-301.
- Scalanlan CL, Wilkins RL, Stoller JK. Fundamentos de Terapia respiratória de Egan. 7^{ed}. Ed. Manole; 2000; 31: 683-703.

TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO CULTURAL DO WORC: UM QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA PARA ALTERAÇÕES DO MANGUITO ROTADOR

LOPES AD^{1,2,3}, STADNIKY SP^{1,2,3}, MASIERO D^{1,3}, CARRERA EF^{2,3}, CICONELLI RM⁴ E GRIFFIN S⁵

¹ Centro de Reabilitação, Lar Escola São Francisco, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo – Unifesp, São Paulo, SP - Brasil

² Grupo de Ombro e Cotovelo, Unifesp, São Paulo, SP - Brasil

³ Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Unifesp, São Paulo, SP - Brasil

⁴ Disciplina de Reumatologia, Unifesp, São Paulo, SP - Brasil

⁵ Kirkley Research Group, Fowler Kennedy Sport Medicine Clinic, University of Western Ontario, London, Ontario - Canada

Correspondência para: Andréa Diniz Lopes, Rua Dr. Diogo de Faria, 539 apto 25, Vila Clementino, CEP 04037-001, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: adinizlopes@uol.com.br

Recebido: 07/11/2005 – Aceito: 02/05/2006

RESUMO

Objetivo: Realizar a tradução e a adaptação cultural do questionário WORC (*The Western Ontario Rotator Cuff Index*) para a língua portuguesa para ulterior validação no Brasil. **Métodos:** O protocolo aplicado consistiu em: 1) Preparação, 2) Tradução, 3) Tradução de volta à língua original (retro-tradução), 4) Interrogatório Cognitivo e 5) Relato de Informações. Ao serem concluídas as etapas de tradução e retro-tradução, as versões foram enviadas para os autores do WORC original, que as aprovaram para continuação do estudo. A versão em Português foi aplicada a 35 pacientes com disfunções do manguito rotador para verificar o nível de compreensão do instrumento. A idade média foi 57 anos (DP=13), 63% eram do sexo feminino e 74% tinham nível de escolaridade de primeiro grau incompleto. A versão brasileira final do WORC foi definida após se conseguir menos que 15% de “não compreensão” em cada item. Para análise das variáveis, foi utilizada estatística descritiva. **Resultados:** Realizaram-se mudanças e substituições de termos e expressões para obter equivalência cultural do WORC. Alteraram-se também os termos “não compreendidos” pelos pacientes de acordo com as sugestões feitas por eles. **Conclusão:** Após a tradução e adaptação cultural do questionário, foi concluída a versão em Português do WORC que está em processo de validação para ser utilizada no Brasil.

Palavras-chave: qualidade de vida, questionários, tradução (produto), manguito rotador.

ABSTRACT

Translation and Cultural Adaptation of WORC: a Quality-of-Life Questionnaire for Rotator Cuff Disorders

Objective: To accomplish the translation of WORC (*The Western Ontario Rotator Cuff Index*) into Portuguese and its cultural adaptation, for future validation in Brazil. **Method:** The protocol applied consisted of: 1) Preparation; 2) Forward translation; 3) Back translation; 4) Cognitive Debriefing; and 5) Information report. After concluding the forward and back-translations, the versions were sent to the authors of the original questionnaire, who gave their approval for the study to be continued. The Portuguese version was applied to 35 patients with rotator cuff dysfunctions to verify the level of understanding of the instrument. The mean age of these patients was 57 years (SD = 13); 63% were female and 74% had not completed elementary school. The final Brazilian version of WORC was defined after achieving a “no comprehension” rate of less than 15% for each item. Descriptive statistics were used to analyze the variables. **Results:** Some terms and expressions were changed or replaced to obtain cultural equivalence for WORC. The terms that were incomprehensible to the patients were changed in accordance with their own suggestions. **Conclusion:** After the translation and cultural adaptation of the questionnaire, the final Portuguese version of WORC was concluded and it is now undergoing validation for use in Brazil.

Key words: quality of life, questionnaires, translation (product), rotator cuff.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm ocorrido mudanças na abordagem das afecções musculoesqueléticas. No passado, avaliavam-se as mudanças clínicas através do exame físico e exames complementares. Atualmente, desfechos como qualidade de vida têm sido enfatizados por possibilitarem a análise da situação de saúde e o impacto da doença na vida do indivíduo e por fornecer informações para avaliar efetividade de diferentes tratamentos. Para tanto foram desenvolvidas medidas de avaliação que abordam essa variável, já que o exame físico é um indicador insuficiente para avaliação de aspectos funcionais, sociais e emocionais¹⁻⁴.

Com o aumento do interesse em se mensurar qualidade de vida, vários instrumentos ou questionários foram propostos⁴, sendo que a maioria deles foi desenvolvida na língua inglesa. Esses instrumentos podem ser usados tanto na prática clínica quanto em pesquisa. Entretanto, a multiplicidade dos mesmos dificulta a escolha apropriada frente a uma determinada população¹.

Para utilização de medidas de avaliação em saúde desenvolvidas e utilizadas em outro idioma é necessário realizar a equivalência transcultural, sendo desnecessário criar e validar outro instrumento que avalie a condição de interesse. Esse processo consiste em realizar a tradução, adaptação cultural e validação do instrumento proposto. As etapas de tradução e adaptação cultural permitem ajustar o instrumento ao novo idioma, população, contexto e cultura. A fase de validação consiste em verificar se o novo instrumento manteve as características da versão original. As propriedades psicométricas mais comumente analisadas nessa fase são validade, reprodutibilidade e sensibilidade a mudanças. Todo esse processo é relevante para que o instrumento seja culturalmente aceito no país em questão e equivalente à versão original⁵⁻⁹.

As disfunções do ombro são causas importantes de morbidade e incapacidade¹⁰. Das afecções do ombro, têm-se as desordens do manguito rotador como as mais comuns^{1,11}, sendo responsáveis por até 70% dos episódios de dor no ombro¹⁰. Portanto, estudos têm sido propostos para avaliar o impacto dessa doença na qualidade de vida dos indivíduos e a efetividade de diferentes tratamentos¹².

Os instrumentos de avaliação das afecções do ombro estão majoritariamente disponíveis em Inglês. Entre eles, o DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand scale*), o ASES (*American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form*), o SRQ (*Shoulder Rating Questionnaire*), o UCLA Shoulder Score e o SPADI (*Shoulder Pain and Disability Index*)^{13,14}. Entretanto, nenhum instrumento específico para pacientes com alterações do manguito rotador havia sido desenvolvido seguindo um rigor metodológico adequado de validação¹⁵. Os instrumentos DASH¹⁶ (avalia sintomas e função nas afecções dos membros superiores) e *Athletic Shoulder Outcome Rating Scale*¹⁷ (escala específica

para afecções do ombro em atletas) possuem versões traduzidas e validadas para o Português de acordo com os critérios recomendados^{5,6}.

O WORC (*The Western Ontario Rotator Cuff Index*) é um questionário de qualidade de vida desenvolvido na língua inglesa. O estudo de suas propriedades psicométricas mostrou moderada a forte correlação com os instrumentos DASH, UCLA e ASES, enquanto na avaliação da reprodutibilidade, o índice de correlação intraclasse foi considerado excelente¹⁵. Foi criado e validado para ser aplicado a pacientes com alterações do manguito rotador, incluindo tanto a síndrome do impacto quanto as lesões e rupturas do manguito. Sendo um instrumento específico, engloba aspectos de qualidade de vida relevantes para essa doença. Contém 21 questões, abrangendo cinco domínios: 1) sintomas físicos, 2) trabalho, 3) esportes e recreação, 4) estilo de vida e 5) estado emocional¹⁵.

O formato de resposta às questões do WORC é através de Escala Visual Analógica (EVA). Todas as questões têm o mesmo valor ponderal. Portanto, cada item tem a possibilidade de ser pontuado de 0 a 100 na EVA e o resultado final pode variar de 0 a 2100. O total de 0 implica em nenhuma redução na qualidade de vida e 2100 é a pior pontuação. É possível obter o total de cada domínio separadamente. O resultado final pode ser convertido para percentagem de acordo com uma fórmula proposta pelos autores da versão original.

Apesar do WORC ter sido publicado recentemente, já existem traduções e validações em desenvolvimento em Francês e Alemão¹⁴.

O objetivo deste estudo foi realizar a tradução e adaptação cultural do questionário WORC para o Português do Brasil, com vistas a sua ulterior validação neste país.

MÉTODOS

Participantes

Participaram do estudo 35 pacientes, que tinham diagnóstico clínico de desordem do manguito rotador, de níveis escolar, socioeconômico e cultural variados e que estavam em tratamento fisioterapêutico. A idade média foi 57 anos (DP = 13 anos) e 63% eram do sexo feminino. Quanto ao nível de escolaridade, 74% tinham primeiro grau incompleto, 6% primeiro grau completo, 14% segundo grau completo e 6% terceiro grau completo.

Foram excluídos do trabalho indivíduos com alterações cognitivas, doenças neurológicas e reumáticas ou outras afecções específicas da articulação do ombro.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e foi obtida autorização dos autores do WORC original via correio eletrônico para utilização do mesmo.

Procedimentos

As traduções para o Português e o processo de adaptação cultural do WORC foram realizados de acordo com

o protocolo específico de equivalência lingüística sugerido e enviado pelos autores da versão original do WORC. Esse protocolo segue os critérios definidos pelo *MAPI Research Institute*¹⁸ e segundo Aquadro et al.¹⁹. Inclui cinco fases: preparação, tradução, tradução de volta à língua original (retro-tradução), interrogatório cognitivo e relato das informações.

O processo de equivalência lingüística iniciou-se através do contato com os autores do WORC original para definições de seus conceitos e autorização para utilização do mesmo (fase de preparação).

O WORC foi traduzido inicialmente por dois tradutores juramentados independentes que tinham como língua mãe o Português. Sendo assim, obtiveram-se duas versões diferentes do questionário: “VA1” e “VA2”. Após essa etapa, foi realizado um encontro com ambos os tradutores e o pesquisador principal, os quais definiram uma versão consensual “VB” em Português.

A “VB” foi entregue a um terceiro tradutor juramentado, o qual tinha como língua mãe o Inglês, fluência na língua Portuguesa e que não conhecia o questionário original. O questionário foi então traduzido de volta para o Inglês (retro-tradução). A versão original, a “VB” e a retro-tradução foram comparadas durante um encontro entre o último tradutor e o pesquisador principal, que estabeleceram uma versão consensual em Português “VC”.

As traduções foram enviadas para os autores da versão original, que as analisaram e aprovaram de acordo com os critérios do *MAPI Research Institute*¹⁸ para manter a originalidade do questionário, reconhecê-lo como versão oficial da língua alvo e evitar a proliferação de versões desautorizadas.

Após ser analisada e aceita a “VC”, foi realizado o teste de clareza, compreensão e aceitabilidade com cinco indivíduos. Essa fase foi denominada como primeira fase do Interrogatório Cognitivo.

O pesquisador principal leu em voz alta os itens do instrumento para esses indivíduos. Estes tinham que: 1) responder se compreenderam (sim ou não), 2) comentar o que entenderam de cada item lido e 3) sugerir alterações caso existisse algum item “não compreendido”. De acordo com os resultados desse teste, a tradução foi modificada e atualizada, para estabelecimento da versão “VD”.

A versão “VD” foi então aplicada a outros 15 pacientes numa segunda fase do Interrogatório Cognitivo para refinar o teste de clareza e compreensão do instrumento, sendo que os itens com 15% ou mais de “não compreensão” foram reformulados. Após essa etapa, o questionário foi aplicado a outros 15 pacientes com o mesmo propósito, numa terceira fase do Interrogatório Cognitivo. Finalmente, a versão brasileira do WORC foi definida.

Junto ao questionário, foram coletados alguns dados individuais como idade, sexo e grau de escolaridade. Ademais, cada fase do processo de equivalência lingüística foi documentada, detalhando os problemas encontrados e as soluções sugeridas e adotadas durante o processo.

A Estatística usada no estudo foi descritiva.

RESULTADOS

Na fase de tradução realizaram-se algumas alterações durante o encontro entre os dois tradutores e o pesquisador

Tabela 1. Modificações na fase de tradução.

Item do questionário-Termo	“VA1” e “VA2”	Modificação para versão consensual “VB”
10- Push-ups	VA1- Flexões VA2- Força	Flexão de Braços
11- Yard	VA1 e VA2- Quintal	Áreas externas da casa
13- Uninvolved arm	VA1- Braço sadio VA2- Braço não afetado	Braço não afetado
13- Injured arm	VA1- Braço prejudicado VA2- Braço machucado	Braço machucado
17- “Roughhousing or horsing around”	VA1- Rolar no chão ou brincar de cavalinho VA2- Brincar de rolar no chão ou de cavalinho	Carregar alguém no ombro ou brincar de “cavalinho”
20- “Down in the dumps”, depressed	VA1- “na fossa”, deprimido VA2- Deprimido	Deprimido, triste

VA1: versão em Português referente ao primeiro tradutor. **VA2:** versão em Português referente ao segundo tradutor. **VB:** versão consensual em Português definida ao final da fase de tradução.

principal. Foram discutidos todos os itens das versões “VA1” e “VA2” para formulação da versão consensual “VB” (Tabela 1).

No encontro entre o tradutor da fase de retro-tradução e o pesquisador principal foram avaliadas e comparadas a versão original, a “VB” e a retro-tradução para definir a “VC”. Nessa etapa, foram feitas alterações em estruturas gramaticais de alguns itens para adquirir equivalência entre as palavras, entre os idiomas e adaptações de contexto cultural (Tabela 2).

Essas versões foram enviadas por correio eletrônico para os autores da versão original do WORC, que sugeriram algumas alterações (Tabela 3).

Os itens “não compreendidos” e alterados nas fases de interrogatório cognitivo estão incluídos nas Tabelas 4 e 5.

Após o resultado desse teste, foi definida a versão final brasileira do WORC.

DISCUSSÃO

Guillemin⁵ e Guillemim, Bombardier e Beaton⁶, propõem um procedimento padronizado para tradução e adaptação cultural de instrumentos. Esse procedimento tem sido seguido e citado em vários estudos e os critérios são reconhecidos internacionalmente. Porém, esse processo muitas vezes é de difícil realização dependendo da população estudada. A complexidade das etapas, a longa duração e alto custo são os principais pontos questionados^{20,21}. O procedimento de tradução e adaptação cultural do WORC para o Português seguiu o protocolo sintetizado sugerido e enviado pelos autores

Tabela 2. Fase de retro-tradução. Modificações na “VB” para definição da “VC”.

“VB”. Item do questionário - Termo	“VC”. Item do questionário - Termo
6- Quanto desconforto você sente no pescoço por causa do seu ombro?	6- Quanto desconforto você sente nos músculos do pescoço por causa do seu ombro?
11- Passar o rastelo	11- Varrer

VB: Versão consensual em Português da fase de tradução. **VC:** Versão definida em Português após análise das versões original, da VB e da retro-tradução.

Tabela 3. Fase de retro-tradução. Sugestões dos autores do WORC original.

Retro-tradução. Item do questionário - Termo	Sugestão
5- <i>How much popping, creaking do you feel in your shoulder?</i>	- <i>Popping</i> : substituir por outro termo ou manter apenas <i>creaking</i> . - Mudar o formato da frase para: “ <i>How much are you bothered by clicking, grinding or crunching in your shoulder?</i> ”
17- <i>Carrying someone on your shoulder or playing “piggy back” with children.</i>	Qualquer termo que signifique brincar/rolar no chão com qualquer pessoa.
21- <i>Restless</i>	<i>Worried</i>
<i>Pontuaction</i>	<i>Scoring</i>

Tabela 4. Primeira fase do interrogatório cognitivo.

Item - Termo “não compreendido”	Modificação sugerida pelos pacientes
1- Aguda	1- Forte
4- Rigidez	4- Rigidez, dureza
4- Período de inatividade	4- Repouso
5- Estalido, rangido, crepitação	5- Estala, range, crepita
7- Nível de desempenho físico	7- Nível de condição física
9- Receio	9- Medo
10- Exercícios vigorosos	10- Exercícios pesados
14- Nível	14- Altura
13- Compensar	13- Substituir
13- Braço não afetado	13- Braço bom

Tabela 5. Segunda e terceira fases do interrogatório cognitivo.

Segunda Fase		Terceira Fase	
Item -Termo “não compreendido”		Item -Termo “não compreendido”	
	Pacientes (%)		Pacientes (%)
1- dor aguda	13	1- dor aguda	13
2- dor constante	13	2- dor constante	7
4- rigidez, “dureza”	60	3- fraqueza	7
5- crepita	60	5- crepita	7
7- desempenho físico	13	19- frustração	7
12- Acima do nível da cabeça	7		

Itens com mais de 15% de “não compreensão” na segunda fase foram reformulados na terceira fase do interrogatório cognitivo.

da versão original^{18,19}. Todas as versões em desenvolvimento do WORC em outras línguas utilizam esse mesmo protocolo. Na tradução e adaptação cultural do WOMAC (*Western Ontario and McMaster Universities*) para a língua portuguesa, foram utilizados o processo tradicional de tradução e adaptação cultural e um processo simplificado. Nos seus resultados não foram encontradas diferenças importantes entre as formas

e conteúdos das versões originadas pelo processo tradicional e pelo simplificado²⁰.

Na fase de tradução do WORC para língua portuguesa foram observadas duas expressões pertencentes à questão 17 (“*roughhousing*” e “*horsing around*”) que não possuíam equivalência idiomática no Brasil. Na versão consensual “VB” foi traduzida como “carregar alguém no ombro ou brincar

de cavalinho”. Enviado à autora da versão original, esta sugeriu que fosse alterado para qualquer tipo de brincadeira pesada que sobrecarregue o ombro. Entretanto, ficou definido e aceito como “brincar, rolar no chão”, mantendo o significado do contexto da questão.

Alguns itens do WORC não obtiveram equivalência conceitual ao serem traduzidos novamente para a língua original na fase de retro-tradução. Na questão 1, o termo “*sharp pain*”, foi traduzido como “*dor aguda*”. Na fase de interrogatório cognitivo, um dos pacientes sugeriu que o termo fosse trocado para “*dor forte*”. Entretanto, o termo forte, apesar de ser encontrado como sinônimo de agudo no dicionário, não pareceu adequado. Finalmente, foi mantido o termo “*dor aguda*”.

Na questão 5, a retro-tradução ficou como “*How much popping, creaking do you feel in your shoulder?*” (Quanto estalido, rangido e crepitação você sente no seu ombro?). Entretanto, a questão enfatizava o quanto o paciente se incomodava com estalido, rangido ou crepitação, incluindo não só os sintomas, mas também os sons. Portanto, na definição da “VC” o item foi modificado para “Quanto você se sente incomodado quando seu ombro estala, range ou crepita?”.

Alguns outros termos foram alterados no processo de definição da “VC”. O termo “passar o rastelo” foi substituído por “varrer” para obter equivalência experimental. Dessa forma o contexto da questão não foi alterado e o ato de varrer é mais abrangente para a cultura do Brasil. Da mesma forma, na tradução e adaptação cultural do DASH para a língua portuguesa, foram substituídos os termos “jogar *frisbee*” ou “bater” (baseball) para “pescar” ou “jogar peteca”¹⁶. No processo de equivalência cultural do KDQOL-SF, o termo “passar aspirador de pó”, foi substituído por “varrer o chão”⁴.

Alguns termos foram modificados na fase de Interrogatório Cognitivo, como “estalido, rangido e crepitação”, que foram melhor compreendidos na forma verbal “estala, range e crepita”. Já “rigidez” necessitou da adição do termo “dureza” para facilitar o entendimento do item. Entretanto, foi modificado novamente na segunda fase de Interrogatório Cognitivo para “Quanto você sente seu ombro endurecido ou travado?”, já que os termos “rigidez” e “dureza” permaneceram incompreensíveis.

O questionário WORC foi aplicado nos pacientes e depois analisado e alterado para obtenção da adaptação cultural de acordo com as sugestões feitas por eles. Alguns autores sugerem que essa fase seja composta por um comitê de profissionais da saúde, para realizar uma revisão detalhada do questionário e substituir itens inapropriados para a cultura^{8,21}. Guillemin⁵ sugere que nessa fase exista tanto um comitê de revisão quanto a aplicação em pacientes (pré-teste), embora cite que não está claramente estabelecido na literatura

se todas essas fases são essenciais. Apesar de existirem variações metodológicas para o processo de tradução e adaptação cultural de questionários de qualidade de vida, o processo básico padronizado deve ser mantido com as fases de tradução, retro-tradução e adaptação cultural²¹.

As respostas de cada questão do WORC têm o formato de escala visual analógica (EVA). Não houve dificuldade de compreensão para respondê-las de acordo com o significado de progressão do sintoma representado por ela, pois as instruções do questionário explicam claramente como utilizar esse tipo de escala. Durante a fase de adaptação cultural do WOMAC para a versão brasileira, foram comparadas as aplicações do questionário sob a forma de escala de Likert e com a EVA. Embora houvesse melhor compreensão utilizando a escala de Likert, diferenças significantes entre as duas não foram encontradas²⁰. Na validação do WOMAC original, as respostas de cada questão também foram obtidas através das duas escalas. Os resultados mostraram que todos os domínios do questionário tinham reprodutibilidade adequada em ambas escalas e não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os dois tipos²². Segundo Guyatt, Bombardier e Tugwell²³ não há evidências que uma seja melhor que a outra.

Com a utilização do WORC no presente estudo, não houve grandes dificuldades para a tradução e a adaptação cultural. O uso de critérios pré-estabelecidos, a troca de informações e a colaboração dos autores da versão original facilitaram o referido processo.

É importante que todas as etapas do processo de tradução, adaptação cultural e validação de questionários sejam relatadas para que seja possível escolher instrumentos apropriados e adequadamente testados. Do contrário, poderiam levar a resultados tendenciosos ou errados com falhas desde a escolha inapropriada de um questionário até a utilização de questionários sem valor científico ou a utilização inadequada dos mesmos⁴.

Após a definição da versão final do questionário para língua alvo, é importante a aplicação do mesmo numa amostra significativa para avaliação das propriedades psicométricas (validade, reprodutibilidade e sensibilidade a mudanças). Estas, avaliadas e aprovadas estatisticamente, irão determinar o quanto o questionário é útil para o seu propósito original²⁴. A versão brasileira do WORC encontra-se em processo de avaliação das propriedades psicométricas, após a finalização do processo o questionário estará disponível para ser utilizado no Brasil.

CONCLUSÃO

Após a tradução e adaptação cultural do questionário, obteve-se a versão brasileira do WORC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Skutek M, Fremerey RW, Zeichen J, Bosch U. Outcome analysis following open rotator cuff repair. Early effectiveness validated using four different shoulder assessment scales. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120 (7-8):432-36.
2. Berlim MT, Fleck MPA. Qualidade de vida: um novo conceito para pesquisa e prática em psiquiatria. *Rev Bras Psiquiatr* 2003; 25 (4):249-52.
3. Mendes MF, Balsimelli S, Stagehaus G, Tilbery CP. Validação de escala de determinação funcional da qualidade de vida na esclerose múltipla para a língua portuguesa. *Arq Neuropsiquiatr* 2004; 62 (1):108-13.
4. Duarte PS, Miyasaki MCOS, Ciconelli RM, Sesso R. Tradução e adaptação cultural do instrumento de avaliação de qualidade de vida para pacientes renais crônicos (KDQOL-SF). *Rev Assoc Med Bras* 2003; 49 (4):375-81.
5. Guillemin F. Cross-cultural adaptation and validation of health measures. *Scand J Rheumatol* 1995; 24 (2):61-3.
6. Guillemin F, Bombardier C, Beaton D. Cross-cultural adaptation of health-related quality of life measures: literature review and proposed guidelines. *J Clin Epidemiol* 1993; 46 (12):1417-32.
7. Cantarelli FB, Simões MFJ, Oliveira LM, Ferraz MB, Szejnfeld VL. Qualidade de vida em pacientes com fraturas por osteoporose: adaptação cultural, reprodutibilidade e validação do "Osteoporosis Assessment Questionnaire-OPAQ". *Rev Bras Reumatol* 1999; 39 (1):9-18.
8. Herdman M, Rushby JF, Badia X. Equivalence and translation and adaptation of health-related quality of life questionnaires. *Qual Life Res* 1997; 6 (3):237-47.
9. Teixeira-Salmela LF, Magalhaes Lde C, Souza AC, Lima Mde C, Lima RC, Goulart F. Adaptation of the Nottingham Health Profile: a simple measure to assess quality of life. *Cad Saude Publica* 2004; 20 (4):905-14.
10. Ostor AJK, Richards CA, Prevost AT, Hazleman BL, Speed CA. Interrater reproducibility of clinical tests for rotator cuff lesions. *Ann Rheum Dis* 2004; 63 (10):1288-92.
11. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2003; 18 (5):369-79.
12. Ejnisman B, Andreoli CV, Soares BGO, Fallopa F, Peccin MS, Abdalla RJ, et al. Interventions for tears of the rotator cuff in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2004; (1):CD002758.
13. Bot SDM, Terwee CB, Windt DAWM van der, Bouter LM, Dekker J, Vet HCW de. Clinimetric evaluation of shoulder disability questionnaires: a systematic review of the literature. *Ann Rheum Dis* 2004; 63 (4):335-41.
14. Kirkley A, Griffin S, Dainty K. Scoring systems for the functional assessment of the shoulder. *Arthroscopy* 2003; 19 (10):1109-20.
15. Kirkley A, Alvarez C, Griffin S. The development and evaluation of a disease-specific quality-of-life questionnaire for disorders of the rotator cuff: The Western Ontario Rotator Cuff Index. *Clin J Sport Med* 2003; 13 (2):84-92.
16. Orfale AG, Araújo PMP, Ferraz MB, Natour J. Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire. *Braz J Med Biol Res* 2005; 38 (2):293-302.
17. Leme L. Tradução, Adaptação e Validação da Escala "Athletic Shoulder Outcome Rating Scale" para Língua Portuguesa [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 2005.
18. Acquadro C, Conway K, Giroudet C, Mear I. Linguistic Validation Manual for Patient Reported Outcomes(PRO) Instruments. Lyon (France): MAPI Research Trust; 2004. Available from: URL: http://www.mapi-research.fr/i_02_manu.htm.
19. Aquadro C, Jambon B, Ellis D, Marquis P. Language and Translation Issues. In: Spilker B, ed. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996. P.575-85.
20. Fernandes MI. Tradução e validação do questionário de qualidade de vida específico para osteoartrose WOMAC (Western Ontario McMaster Universities) para a língua portuguesa. [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 2003. Available from: URL:<http://www.biblioteca.epm.br/>.
21. Falcão DM, Ciconelli RM, Ferraz MB. Translation and cultural adaptation of quality of life questionnaire: an evaluation of methodology. *J Rheumatol* 2003; 30 (2):379-85.
22. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 1988; 15 (12):1833-40.
23. Guyatt GH, Bombardier C, Tugwell PX. Measuring disease-specific quality of life in clinical trials. *CMAJ* 1986; 134 (8):889-95.
24. Ebrahim S. Clinical and public health perspectives and applications of health-related quality of life measurement. *Soc Sci Med* 1995; 41 (10):1383-94.

DEPRESSÃO E QUALIDADE DE VIDA EM PACIENTES COM FIBROMIALGIA

SANTOS AMB¹, ASSUMPCÃO A¹, MATSUTANI LA², PEREIRA CAB³, LAGE LV⁴ E MARQUES AP¹

¹ Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, SP - Brasil

² Departamento de Fisioterapia, Centro Universitário FIEO, Osasco, SP - Brasil

³ Instituto de Matemática e Estatística, USP, São Paulo, SP - Brasil

⁴ Disciplina de Reumatologia, Faculdade de Medicina, USP, São Paulo, SP - Brasil

Correspondência para: Amélia Pasqual Marques, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, CEP 05360-160, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: pasqual@usp.br

Recebido: 28/11/2005 – Aceito: 07/06/2006

RESUMO

Contexto: Fibromialgia é uma síndrome reumática caracterizada por dor musculoesquelética difusa e crônica, e sítios dolorosos específicos à palpação (tender points). Frequentemente é associada à fadiga generalizada, distúrbios do sono, rigidez matinal, dispnéia, ansiedade, alterações no humor que podem evoluir para um quadro de depressão. Sendo assim, afeta negativamente a qualidade de vida das pessoas. No entanto, ainda não se sabe o poder de discriminação dos instrumentos de avaliação da depressão e qualidade de vida. O objetivo desse estudo foi avaliar a depressão e a qualidade de vida de pacientes com fibromialgia e avaliar o poder de discriminação de instrumentos relacionados a esses aspectos. Método: Para avaliar a qualidade de vida foram utilizados dois instrumentos: um específico, o Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ) e outro genérico, o Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Healthy Survey (SF-36); para avaliar a depressão, a Escala de Depressão de Beck (BDS). Participaram do estudo 40 mulheres sendo 20 com fibromialgia – Grupo teste e 20 saudáveis – Grupo controle. Os três protocolos foram aplicados aos indivíduos dos dois grupos em uma única sessão de avaliação. Toda a análise estatística foi realizada utilizando-se o teste “t” Student, com significância $\alpha = 0,05$. Resultados: Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e teste em todos os questionários ($p < 0,05$). Os três questionários têm bom poder discriminatório para diferenciar os dois grupos, porém o FIQ é o que tem maior poder de discriminação e o BDS o menor. Conclusão: O grupo de pacientes com fibromialgia tem pior qualidade de vida quando comparado com o grupo controle. Comparando os três questionários todos são eficientes não somente para avaliar a qualidade de vida mas também para avaliar a depressão. Entretanto, como o FIQ é um instrumento específico é o que melhor discrimina o grupo teste do grupo controle, fato este mostrado através dos valores estatisticamente significantes mais altos.

Palavras-chave: fibromialgia, depressão, qualidade de vida.

ABSTRACT

Depression and Quality of Life Among Patients with Fibromyalgia

Background: Fibromyalgia is a rheumatic syndrome characterized by widespread chronic musculoskeletal pain and specific palpable tender points. It is often associated with generalized fatigue, sleep disturbances, morning stiffness, dyspnea, anxiety and mood disturbances that may evolve into depression. Thus, such individuals' quality of life is negatively affected. However, the discriminating power of quality-of-life and depression assessment instruments is still unknown. Objective: To assess depression and quality of life among patients with fibromyalgia, and the discriminating power of such instruments. Method: Quality of life was assessed by one specific instrument, the *Fibromyalgia Impact Questionnaire* (FIQ), and another generic one, the *Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Health Survey* (SF-36). The Beck Depression Scale (BDS) was used to assess depression. Forty women participated: 20 with fibromyalgia (test group) and 20 healthy women (control group). The three protocols were applied to all individuals in both groups in a single evaluation session. All statistical analyses were performed using Student's t-test, with $\alpha = 0.05$. Results: Statistically significant differences between test and control groups were found via all questionnaires ($p < 0.05$). The three questionnaires had good discriminatory power for differentiating between the two

groups, but FIQ had the greatest and BDS least. Conclusion: Patients with fibromyalgia presented poor quality of life, compared with the control group. Comparing the three questionnaires, they were all efficient for both quality-of-life and depression assessments. However, since FIQ is a specific instrument, this gave the best discrimination between test and control groups, and this was shown through higher, statistically significant values.

Key words: fibromyalgia. depression, quality of life.

INTRODUÇÃO

Fibromialgia é uma síndrome reumática que ocorre, predominantemente, em mulheres com idade entre 40 e 55 anos, caracterizada por dor musculoesquelética difusa e crônica e sítios dolorosos específicos à palpação (*tender points*). Frequentemente é associada à fadiga generalizada, distúrbios do sono, rigidez matinal, dispnéia, ansiedade e alterações de humor, que podem evoluir para um quadro de depressão^{1,2,3,4}. Sendo assim, o paciente fibromiálgico apresenta dificuldade em trabalhar normalmente, interferindo negativamente no desempenho de outras atividades diárias e, conseqüentemente, na qualidade de vida^{5,6}.

A depressão é um sintoma importante sendo apontada como um dos sintomas mais frequentes em pacientes fibromiálgicos¹. Vários estudos têm utilizado a Escala de Depressão de Beck⁷ para avaliar efeitos de tratamento^{8,9,10,11}. Este questionário consiste de 21 grupos de quatro afirmações. Em cada grupo o sujeito deve escolher uma ou mais afirmações que melhor descrevem como ele se sentiu na última semana. A pontuação máxima é de 63 pontos e os altos escores indicam níveis severos de depressão. Segundo Meyer¹² um escore acima de 16 indica possível depressão. Burckhardt¹³ usou diferentes instrumentos para avaliar a depressão em pacientes com fibromialgia e concluiu que a Escala de Depressão de Beck era o instrumento mais sensível para avaliá-la. Gowans⁸ usou vários instrumentos, entre eles a Escala de Beck, para avaliar a eficácia de um programa de exercícios e concluiu que o exercício físico pode melhorar o humor e a função física em indivíduos com fibromialgia.

A avaliação da qualidade de vida através de questionários tem sido reconhecida como uma importante área do conhecimento científico no campo da saúde. Isto porque os conceitos de saúde e qualidade de vida se interpoem – considerados como satisfação e bem-estar nos âmbitos físico, psíquico, socioeconômico e cultural – e a prioridade nos tratamentos de quaisquer doenças ou síndromes tem sido cada vez mais, a busca pela saúde, em seu âmbito mais abrangente, e a melhora da qualidade de vida. Neste sentido o uso de questionários de qualidade de vida permite uma avaliação mais objetiva desta combinação de fatores subjetivos. Na prática clínica, eles podem identificar os âmbitos mais influenciados por determinada síndrome e avaliar a efetividade de uma intervenção e da análise de custo-utilidade do tratamento¹⁴.

Estes instrumentos podem ser específicos ou genéricos. Os instrumentos específicos são capazes de avaliar, de forma particular, determinados aspectos da qualidade de vida,

próprios de uma população com uma determinada doença. Em 1991, Burckhardt et al.¹⁵ propuseram e testaram um instrumento para avaliação da qualidade de vida específico para Fibromialgia, o *Fibromyalgia Impact Questionnaire* (FIQ). Este questionário é específico para a fibromialgia e envolve questões relacionadas à capacidade funcional, situação profissional, distúrbios psicológicos e sintomas físicos. Em grande parte das questões o maior escore indica maior impacto da fibromialgia na qualidade de vida. Desde então tem sido utilizado em situações clínicas e de pesquisa^{8,9,13,16,17,18,19}.

White et al.⁶, utilizaram o FIQ e relatam que a Fibromialgia causa um impacto negativo na qualidade de vida de pacientes em idade produtiva de trabalho. Isso porque, além da dor, os sintomas de fadiga e fraqueza subjetiva causam perda da função levando à incapacidade para o trabalho e, conseqüentemente, à queda da renda familiar refletindo na qualidade de vida dessas pessoas.

Já os instrumentos genéricos foram desenvolvidos com o objetivo de estudar a qualidade de vida de indivíduos com qualquer patologia, ou mesmo de indivíduos saudáveis. Muito utilizado, o *Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Health Survey* (SF-36)²⁰, é um instrumento genérico e multidimensional de avaliação da qualidade de vida que engloba oito aspectos: capacidade funcional (10 itens), aspectos físicos (4 itens), dor (2 itens), estado geral de saúde (5 itens), vitalidade (4 itens), aspectos sociais (2 itens), aspectos emocionais (3 itens), saúde mental (5 itens) e mais uma questão de avaliação comparativa entre as condições de saúde atual e de um ano atrás. Cada componente varia de zero a cem, sendo zero o pior escore e, cem o melhor. Foi validado e traduzido para o português por Ciconelli²¹ que concluiu que este instrumento traduzido e adaptado à cultura brasileira é de fácil e rápida administração. O SF-36 tem sido utilizado como medida genérica de avaliação da qualidade de vida em condições como artrite reumatóide e osteoartrite²², além da análise do impacto na qualidade de vida em pacientes com fibromialgia¹⁶. Além disso, já foi utilizado para avaliar a qualidade de vida após intervenções medicamentosas¹⁷ e de um programa de exercícios¹⁸.

Neste sentido, é fundamental encontrar formas efetivas de avaliação dos sintomas da fibromialgia, e do impacto na qualidade de vida, uma vez que uma avaliação correta e completa pode contribuir para propor diferentes formas de abordagem a estes pacientes.

O objetivo desse estudo foi avaliar a depressão e a qualidade de vida de pacientes com fibromialgia e identificar

qual dos instrumentos utilizados (FIQ, SF-35 e BDS) tem maior poder de discriminação entre sujeitos com e sem fibromialgia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram do estudo 40 indivíduos, divididos em dois grupos:

1. Grupo Teste (GT) com 20 pacientes com diagnóstico de fibromialgia originários do Ambulatório de Reumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), classificados segundo os critérios do Colégio Americano de Reumatologia². Todos os pacientes estavam sob acompanhamento médico, com tratamento medicamentoso individualizado, e foram encaminhados ao serviço de Fisioterapia. Foram incluídos na amostra os que preenchiam os critérios de inclusão, até que se completasse o número predefinido de 20 sujeitos.

2. Grupo Controle (GC) com 20 sujeitos não fibromiálgicos, sem diagnóstico de patologias nos sistema musculoesquelético e neurológico ou queixas incapacitantes nestes sistemas. Estes sujeitos foram selecionados por conveniência, respeitando os critérios de inclusão.

Os sujeitos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios:

- a. Idade entre 35 e 60 anos;
- b. Nível cognitivo adequado para entender os procedimentos e orientações dadas;
- c. Assinar o Termo de Consentimento Pós-Informação, no momento que consente em participar do estudo. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética do HCFMUSP.

Não houve perda amostral em nenhum dos grupos.

Instrumentos: A avaliação dos sujeitos foi realizada utilizando-se a ficha de avaliação da Fisioterapia no ambulatório de Fibromialgia do HCFMUSP, constando dados pessoais e anamnese e os instrumentos Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ), Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Health Survey – SF-36 e Escala de depressão de Beck (BDS).

Local: Serviço de Fisioterapia do Ambulatório de Fibromialgia do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

Procedimento: Todos os pacientes encaminhados à Fisioterapia foram entrevistados. A avaliação foi realizada na primeira sessão, previamente a qualquer intervenção fisioterapêutica e sob acompanhamento médico. Os indivíduos foram entrevistados obtendo-se dados pessoais e clínicos. As medidas de qualidade de vida foram obtidas com a aplicação do Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ)¹⁵ e do Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Health Survey (SF-36)²⁰, versão validada para a língua portuguesa por Ciconelli²¹. Os dados da depressão foram obtidos com escala de depressão

de Beck (BDS)⁷, traduzida e validada em português por Gorenstein e Andrade²³.

Dada a dificuldade de leitura dos pacientes, optou-se pela avaliação na forma de leitura conjunta realizada sempre pelo mesmo examinador. Este procedimento também foi adotado no grupo controle.

Análise estatística

Para a comparação dos dois grupos, foi usado o teste t-Student para duas amostras independentes e o teste de homogeneidade com a estatística Qui-quadrado de Pearson, com correção de Yates quando necessário. Para o estudo de associação entre os resultados dos instrumentos utilizou-se a estatística t*-Student para testar a existência de correlações.

Para uma melhor comparação e possíveis composições, realizou-se a normalização dos resultados obtidos com os três questionários, FIQ, SF-36 e BDS. O objetivo foi o de que todos os índices variassem dentro dos mesmos limites, no caso entre 0 e 10. Para o cálculo do FIQ dividiu-se a variável Capacidade Funcional por 3 para que seu máximo fosse 10 como nas outras variáveis do FIQ. A medida final do FIQ é obtida pela média dos valores obtidos pelas oito variáveis relevantes. O índice assim obtido, NFIQ, é um número no intervalo de 0 a 10. Para o SF-36, dividiu-se a média das variáveis componentes do SF por 10. Dessa forma, também o índice obtido a partir deste questionário NSF36 assume valores entre 0 e 10. O índice, NBDS, obtido a partir do BDS corresponde ao valor original do BDS multiplicado por 10 e dividido por 63 que, conseqüentemente, também varia entre 0 e 10.

A partir dos três índices acima descritos construiu-se um Índice de Qualidade de Vida (IQL) do qual se espera que altos valores indiquem boa qualidade de vida enquanto baixos valores indicam qualidade de vida prejudicada. Como os altos valores do FIQ e BDS indicam baixa qualidade de vida, estes compõem o denominador do índice. Por outro lado, o SF-36 está na direção inversa, quanto maior melhor e, portanto, foi definido como numerador do índice. A definição do IQL, utilizando-se os índices normalizados, é dada pela seguinte equação:

$$IQL = (NSF-36) \div (NFIQ + NBDS + 1)$$

Acrescentou-se o valor 1 no denominador para impedir uma possível divisão por zero.

Toda a análise estatística foi realizada com nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

A análise dos dados demográficos (Tabela 1) não evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os

grupos, mostrando que eram homogêneos em relação à idade, sexo e IMC. A exceção foi a altura, que apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,02$), com médias 1,56 cm no GC e 1,61 cm no GT, fato que, no entanto, não alterou a relação entre peso e altura do IMC. Em relação ao nível de escolaridade somente 10% do grupo teste e 45% do grupo controle tinham nível universitário. Todos os participantes eram do sexo feminino.

De forma geral, grupo teste e grupo controle são estatisticamente distintos quanto à qualidade de vida e depressão, avaliados respectivamente pelo FIQ, SF-36 e Escala de Beck.

Os resultados obtidos pela aplicação do questionário específico, FIQ, evidenciou diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e o teste (valor $p < 0,05$), para todos os seus itens, com exceção do item faltas no trabalho. Todos os itens estão listados na Tabela 2.

Tabela 1. Dados demográficos dos participantes.

	Grupo teste (GT)	Grupo controle (GC)	
	Média (D.P)	Média (D.P)	p^*
Idade	47,6 (7,23)	49,7 (5,04)	$>0,05$
Peso (Kg)	67,86 (9,44)	69,12 (14,12)	$>0,05$
Altura (m)	1,56 (0,07)	1,61 (0,06)	$<0,05$
IMC (Kg/m²)	27,87(3,93)	26,66 (5,33)	$>0,05$
Nível de escolaridade:			
1° incompleto	40%	5%	
1° completo	5%	10%	
2° incompleto	5%	5%	
2° completo	30%	35%	
universitário	10%	45%	
sem estudo	10%	0%	
Sexo feminino	100%	100%	

* p (Td \leq t) bi-caudal

Tabela 2. Dados obtidos com o “Fibromyalgia Impact Questionnaire” (FIQ).

Variáveis	Grupo Teste (GT)	Grupo Controle (GC)	GC x GT
	Média (D.P)	Média (D.P)	p^*
1)Capacidade funcional	13,30 (4,95)	4,00 (5,73)	$<0,01$
2) Sentir-se bem	1,05 (1,09)	6,05 (1,66)	$<0,01$
3)Faltas no trabalho	0,15 (0,67)	0,00 (0,0)	0,32
4) Habilidade de trabalhar	6,75 (2,81)	1,69 (3,02)	$<0,01$
5) Dor	7,75 (1,87)	1,98 (3,30)	$<0,01$
6) Fadiga	8,09 (2,40)	3,47 (3,61)	$<0,01$
7) Sono	8,19 (1,86)	2,95 (3,68)	$<0,01$
8) Rigidez matinal	8,22 (1,53)	2,28 (3,66)	$<0,01$
9)Ansiedade	8,63 (1,40)	4,26 (3,98)	$<0,01$
10)Depressão	6,48 (3,08)	2,58 (3,00)	$<0,01$

* p (Td \leq t) bi-caudal

Com relação à avaliação genérica do SF-36, os grupos apresentaram, em todos os itens, diferenças estatisticamente significantes (valor $p < 0,05$). Os resultados estão listados na Tabela 3.

Relativamente à depressão, avaliada pela escala de depressão de Beck, novamente os dois grupos apresentam diferença estatisticamente significativa (valor $p < 0,05$). As médias (desvios padrão) dos grupos controle e teste foram, respectivamente, 9,5 (6,44) e 17,75 (11,23).

tem valor 8 e do grupo controle 3 enquanto para o SF-36 os valores encontram-se entre 8 e 4 e entre 4 e 2 para o BDS.

A Figura 2 mostra o gráfico de percentis do índice da qualidade de vida (IQL) dos grupos teste e controle. Esta figura ilustra a diferença da qualidade de vida existente entre o grupo teste e o grupo controle, lembrando que valores altos indicam boa qualidade de vida. Por exemplo, no percentil 80% o grupo teste tem valor próximo de zero e o controle próximo de quatro.

Tabela 3. Dados obtidos com “M.O.S. Short-form 36-item”(SF-36).

Variáveis	Grupo Teste(GT)	Grupo Controle(GC)	GC x GT
	Média (D.P)	Média (D.P)	p*
1) Capacidade funcional	36,75 (22,55)	81,75 (20,27)	<0,001
2) Aspecto físico	10,00 (27,38)	75,00 (38,04)	<0,001
3) Dor	30,75 (15,30)	68,30 (27,07)	<0,001
4) Estado geral de saúde	43,10 (19,97)	81,85 (14,99)	<0,001
5) Vitalidade	26,00 (20,74)	62,50 (23,59)	<0,001
6) Aspecto social	51,25 (34,14)	80,62 (23,81)	<0,001
7) Aspecto emocional	41,66 (45,72)	69,99 (40,32)	<0,05
8) Saúde mental	47,20 (28,48)	69,20 (21,32)	<0,01

* p (Td ≤ t) bi-caudal

Tabela 4. Dados obtidos com o “Escala de Depressão de Beck” (BDS).

	Grupo Teste (GT)	Grupo Controle (GC)	p*
	Média (D.P)	Média (D.P)	
BDS	17,75 (11,23)	9,5 (6,44)	<0,001

* p (Td ≤ t) bi-caudal

Poder discriminatório dos questionários

O índice de qualidade de vida (IQL) foi construído para melhor visualizar o poder discriminatório dos instrumentos utilizados. Valores altos indicam boa qualidade de vida e baixos, qualidade de vida prejudicada.

O gráfico dos percentis da Figura 1 ilustra o poder discriminatório dos três instrumentos utilizados. Todos se mostraram eficazes para a determinação do grupo que o indivíduo pertence. Esta qualidade é ilustrada pelas curvas de percentis devido às respectivas diferenças visuais entre as curvas correspondentes. Fica evidente pelas curvas que o FIQ é um instrumento com maior poder discriminatório do que o SF-36 que, por sua vez, tem maior poder do que o BDS. Por exemplo, no percentil 60% o FIQ do grupo teste

DISCUSSÃO

O impacto negativo que a fibromialgia causa na qualidade de vida de indivíduos, tem sido relatado por muitos estudos^{5,6,25}. O FIQ é um instrumento que tem sido usado em vários estudos clínicos para avaliar a função física e o impacto da fibromialgia na qualidade de vida de pacientes^{15,19} e para medir a eficácia de intervenções terapêuticas^{10,13,18}, dentre elas a fisioterapia^{8,9,11}. Neste estudo, observa-se que o FIQ é o instrumento que melhor discrimina pacientes fibromiálgicos de indivíduos saudáveis, mostrando piores índices de qualidade de vida quando comparado com o grupo não fibromiálgico.

O SF-36 é outro questionário que avalia a qualidade de vida, porém menos específico que o FIQ. Ele avalia de modo genérico, considerando capacidade funcional, aspecto físico, dor, estado geral de saúde, vitalidade e características sociais e emocionais além de saúde mental. Os dados obtidos com este instrumento também mostram que a qualidade de vida dos fibromiálgicos é bem inferior aos indivíduos saudáveis e os domínios mais comprometidos foram o aspecto físico, a dor, a vitalidade e a capacidade funcional, em ordem decrescente. Já os domínios menos comprometidos foram o aspecto social e a saúde mental.

Estes resultados podem ser comparados aos obtidos em outros estudos que sugerem que indivíduos com doenças crônicas, entre elas a fibromialgia, têm pior qualidade de vida do que a população saudável^{16,17,19,25}.

O BDS, um dos instrumentos utilizados para avaliar a depressão, já foi utilizado em vários estudos para avaliar efeitos de tratamento^{8,9,10,11,25}. No presente estudo, embora os valores sejam estatisticamente significantes, este instrumento foi o

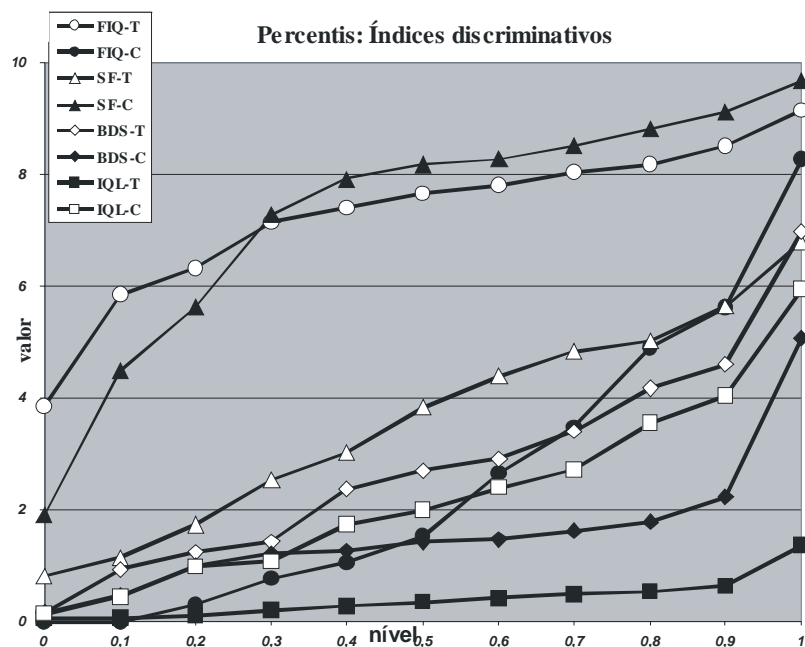


Figura 1. Representados os percentis que mostram o poder discriminatório de todos os índices. FIQ-T= FIQ teste; FIQ-C= FIQ controle SF-T= SF-36 teste; SF-C = SF-36 controle, BDS-T= BDS teste; BDS-C= BDS controle; IQL-T= índice de qualidade de vida Teste; IQL-C=índice de qualidade de vida Controle.

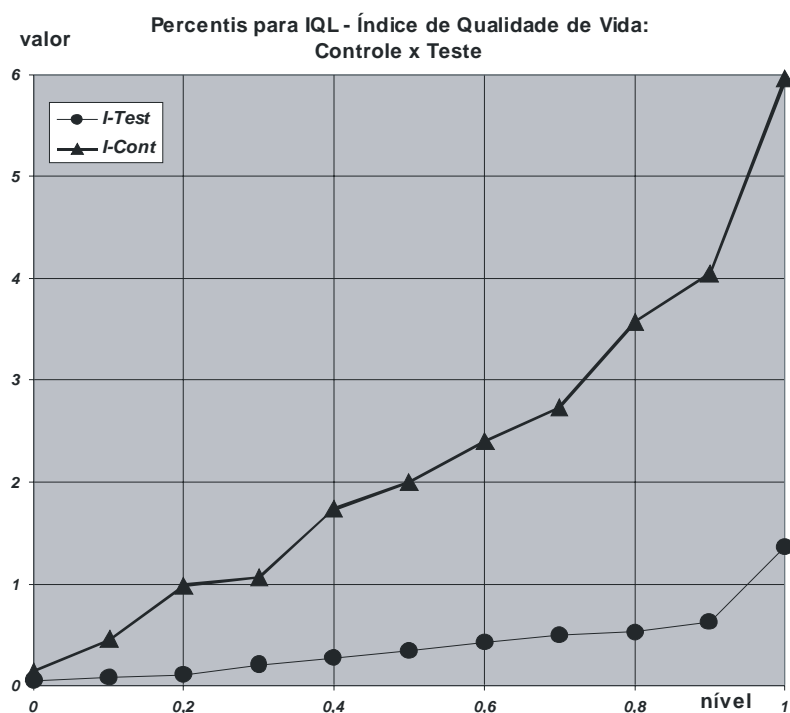


Figura 2. Gráfico de Percentis do Índice de Qualidade de Vida (IQL). Legenda: I-Test= índice teste e I-cont= Índice controle.

que menos discriminou o grupo teste do grupo controle, provavelmente pelo fato de a depressão ser considerada um sintoma secundário na fibromialgia².

É importante observar que mesmo o grupo controle apresenta um valor diferente de zero nesta medida (Tabela 4), sugerindo que um valor esperado nulo em um estudo terapêutico não deve ser a hipótese principal quando se utiliza este instrumento como medida de depressão. Gorenstein e Andrade²³ afirmam que valores do BDS acima de 16 já indicam possível depressão. Dessa forma, é possível verificar que os pacientes com fibromialgia deste estudo apresentam este traço de depressão, aspecto este que também pode ser constatado nos resultados obtidos, de forma mais objetiva, no item depressão do FIQ com valores 6,48 e 2,58 para os grupos teste e controle respectivamente.

Como vimos, este estudo mostra que os três questionários são capazes de distinguir indivíduos com fibromialgia de saudáveis. O FIQ é o mais eficiente para caracterizar a fibromialgia, seguido pelo SF-36 e o BDS (Figura 1), o que era esperado uma vez que, este questionário foi especialmente construído para avaliar esta população. Resultados semelhantes foram relatados por Marques²⁴.

Os resultados aqui obtidos confirmam a eficácia destes instrumentos para avaliar a qualidade de vida e depressão em indivíduos com fibromialgia, dando margem para sua utilização na prática clínica a fim de identificar as necessidades dos pacientes e avaliar a efetividade da intervenção.

CONCLUSÃO

O grupo de pacientes com fibromialgia tem pior qualidade de vida e níveis mais altos de depressão quando comparado com o grupo controle. Isto sugere que pode haver relação entre fibromialgia e depressão e que este pode ser considerado um sintoma secundário da fibromialgia.

Comparando os três questionários – FIQ, SF-36 e BDS – é possível concluir que todos são eficientes para avaliar a qualidade de vida e a depressão. Entretanto, como o FIQ é um instrumento específico, dos três é o que melhor discrimina o grupo teste do grupo controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gaskin ME, Greene AF, Robinson ME, Geisser ME. Negative affect and the experience of chronic pain. *Journal of Psychosomatic Research* 1992; 36 (8):707-13.
2. Wolfe F, Smythe HAA, Yunus MB, Bennett AM, Bombardier CE, Goldenberg DL. The American College of Rheumatology. Criteria for the classification of fibromyalgia: Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum* 1990; 33(2): 160-72.
3. Weiss DJ, Kreck TE, Albert RK. Dyspnea resulting from fibromyalgia. *Chest* 1998; 113(1):246-9.
4. Matsutani LA, Marques AP, Carvalho CRF. Correlation between dyspnea and pain in fibromyalgic patients. *Proceedings of the 9th Annual Congress of the European Respiratory Society*; 1999 October 9-13; Madrid; Spain; 1999.
5. Martinez JE, Atra E, Ferraz MB, Silva PSB. Fibromialgia: aspectos clínicos e socioeconômicos. *Rev. Bras Reumatol* 1992; 32: 225-30.
6. White KP, Speenchley M, Harth M, Ostbye T. Comparing self-reported function and work disability in 100 community cases of fibromyalgia syndrome versus controls in London, Ontario. *Arthritis and Rheumatism* 1999; 42(1): 76-83.
7. Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry* 1961; jun 4: 561-71.
8. Gowans SE, Dehueck A, Voss S, Silaj A, Abbey SE. Six-month and one-year follow up of 23 weeks of aerobic exercise for individuals with fibromyalgia. *Arthritis Rheum.* 2004;51(6):890-8.
9. Redondo JR, Justo CM, Moraleda FV, Velayos YG, Puche JJ, Zubero JR. Long-term efficacy of therapy in patients with fibromyalgia: a physical exercise-based program and a cognitive-behavioral approach. *Arthritis Rheum.* 2004 Apr 15;51(2):184-92.
10. Evcik D, Kizilay B, Gokçen E. The effects of balneotherapy on fibromyalgia patients. *Rheumatol. Int.*, 2002; 22 (2): 56-9.
11. Rooks DS, Silverman CB, Kantrowitz FG. The effects of progressive strength training and aerobic exercise on muscle strength and cardiovascular fitness in women with fibromyalgia: a pilot study. *Arthritis Rheum.* 2002;47(1):22-8.
12. Meyer BB, Lemley KJ. Utilizing exercise to affect the symptomology of fibromyalgia: a pilot study. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(10): 1691-7.
13. Burckhardt CS, Mannerkorpi K, Hedenberg L, Bjelle A. A randomized, controlled clinical trial of education and physical training for women with fibromyalgia. *J Rheumatol* 1994; 21(4):714-20.
14. Carr AJ, Thompson PW, Kirwan JR. Quality of life measures. *Br J Rheumatol* 1996; 35(3):275-81.
15. Burckhardt CS, Clark SR, Bennett RM. The Fibromyalgia Impact Questionnaire: Development and Validation. *J Rheumatol* 1991; 18(5): 728-33.
16. Pagano T, Matsutani LA, Ferreira EA, Marques AP, Pereira CA. Assessment of anxiety and quality of life in fibromyalgia patients. *Sao Paulo Med J* 2004; 122(6):252-8.
17. Bennett RM, Schein J, Kosinski MR, Hewitt DJ, Jordan DM, Rosenthal NR. Impact of fibromyalgia pain on health-related quality of life before and after treatment with tramadol/acetaminophen. *Arthritis Rheum* 2005; 53(4):519-27.
18. Valim V, Oliveira L, Suda A, Silva L, de Assis M, Barros Neto T, et al. Aerobic fitness effects in fibromyalgia. *J Rheumatol* 2003;30(5):1060-9.
19. Tikiz C, Muezzinoglu T, Pirildar T, Taskn EO, Frat A, Tuzun C. Sexual dysfunction in female subjects with fibromyalgia. *J Urol* 2005;174(2):620-3.
20. Ware JE, Sherborne CD. The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 30(6): 473-83.

21. Ciconelli RM. Tradução para o português e validação do questionário genérico de avaliação da qualidade de vida "Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36)" [Tese de Doutorado]. Universidade Federal de São Paulo; 1997.
22. Dias RC. Impacto de um protocolo de Fisioterapia sobre a qualidade de vida de idosos com osteoartrite de joelhos. [Tese de Doutorado]. São Paulo:Universidade Federal de São Paulo; 1999.
23. Gorenstein C, Andrade L. Validation of a portuguese version of the Beck depression inventory and state-trait anxiety inventory in brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res* 1996; 29 (4): 453-7.
24. Marques AP. Qualidade de vida de indivíduos com fibromialgia: poder de discriminação dos instrumentos de avaliação. [Tese de livre docência]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2004.
25. Schlenk EA, Erlen JA, Dunbar-Jacob J, et al. Health-related quality of life in chronic disorders: a comparison across studies using the MOS SF-36. *Qual Life Res.* 1998;7(1):57-65.

CONTROLE DE MOVIMENTOS VOLUNTÁRIOS NO MEMBRO SUPERIOR NÃO PLÉGICO DE PORTADORES DE PARALISIA CEREBRAL HEMIPLÉGICA ESPÁSTICA

BARELA AMF¹ E ALMEIDA GL²

¹Laboratório para Estudos do Movimento, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP - Brasil

²Curso de Fisioterapia, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP - Brasil

Correspondência para: Ana Maria Forti Barela, Laboratório para Estudos do Movimento, Depto de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP, Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro, SP - Brasil,
e-mail: ambarela@gmail.com

Recebido: 05/12/2005 – Aceito: 22/05/2006

RESUMO

Objetivo: Analisar os movimentos de flexão do ombro e do cotovelo do hemicorpo não plégico de portadores de paralisia cerebral (PC) hemiplégica espástica e do hemicorpo mais utilizado de indivíduos sem comprometimento motor e/ou neurológico (normais). **Métodos:** Seis portadores de PC ($18,2 \pm 3,7$ anos) e seis indivíduos normais ($18,5 \pm 3,3$ anos) participaram deste estudo. Marcadores ativos foram afixados nos centros articulares do ombro, cotovelo e punho para aquisição de dados cinemáticos e eletrodos de superfície foram afixados nos ventres musculares do deltóide anterior, deltóide posterior, bíceps braquial e tríceps braquial para aquisição da atividade eletromiográfica (EMG) muscular. Os participantes tiveram que flexionar o ombro na tarefa de flexão do ombro e o cotovelo na tarefa de flexão do cotovelo o mais rápido possível em direção a um alvo que estava posicionado em três distâncias angulares diferentes (25° , 50° e 75°). **Resultados:** Todos os participantes realizaram as duas tarefas motoras e os dois grupos movimentaram predominantemente o ombro para realizar a tarefa de flexão de ombro. Porém, para realizar a tarefa de flexão de cotovelo, os portadores de PC movimentaram o cotovelo e o ombro, enquanto que os indivíduos normais movimentaram predominantemente o cotovelo. **Conclusão:** Diferentemente dos indivíduos normais, os portadores de PC hemiplégica espástica não controlaram os movimentos mais distais da mesma forma que os movimentos proximais. Portanto, o hemicorpo não plégico não deve ser considerado normal e, mais importante, ao se propor um programa de intervenção para os portadores de PC, os dois hemicorpos devem ser considerados.

Palavras-chave: controle motor, cinemática, cinética, eletromiografia, estratégia insensível à velocidade.

ABSTRACT

Control of Voluntary Movements in the Non-Affected Upper Limb of Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy Patients

Objective: To analyze shoulder and elbow flexion movements in the non-affected side of the body in spastic hemiplegic cerebral palsy (CP) patients and in the side of the body used more often in normal individuals (without motor and/or neurological impairment). **Method:** Six CP patients (18.2 ± 3.7 years old) and six normal individuals (18.5 ± 3.3 years old) participated in this study. Active markers were affixed to the shoulder, elbow and wrist joint centers in order to acquire kinematic data, and surface electrodes were affixed to the muscle belly of the anterior deltoid, posterior deltoid, biceps brachii, and triceps brachii in order to acquire muscle electromyographic data. All participants were asked to flex their shoulder joint in a shoulder flexion task and their elbow joint in an elbow flexion task, as fast as possible, towards a target that was positioned at three different angular distances (25° , 50° and 75°). **Results:** All participants accomplished both motor tasks and both groups predominantly moved the shoulder to perform the shoulder flexion task. However, to perform the elbow flexion task, the CP patients moved their elbow and shoulder, while the normal individuals predominantly moved the elbow. **Conclusion:** Differing from normal individuals, spastic hemiplegic CP patients did not control distal movements in the same way as done for proximal movements. Therefore, the non-affected side of the body should not be considered normal and, most importantly, both the affected and non-affected sides of the body must be taken in account in any intervention program.

Key words: motor control, kinematics, kinetics, electromyography, speed-insensitivity strategy.

INTRODUÇÃO

Na maioria dos estudos sobre portadores de paralisia cerebral (PC) hemiplégica, a atenção é voltada para o hemicorpo plégico. Em muitos casos, é comum a comparação entre o hemicorpo plégico e o não plégico, ao invés de se comparar os portadores de PC com indivíduos sem comprometimento neurológico e/ou motor. No entanto, pode ser observado clinicamente que portadores de PC hemiplégica apresentam déficits motores acentuados no hemicorpo não plégico^{1,2}. Uma vez que o hemicorpo não plégico é utilizado na maioria das tarefas que envolvem apenas um lado do corpo, seria interessante examinar atentamente como portadores de PC hemiplégica controlam os movimentos desse hemicorpo.

Uma possibilidade para se investigar os mecanismos de controle motor do hemicorpo não plégico de portadores de PC hemiplégica seria por meio de movimentos uniarticulares que, apesar de simples, poderiam auxiliar no entendimento de como os movimentos são controlados pelo sistema nervoso. Os movimentos uniarticulares podem ser entendidos como movimentos em uma articulação que não são acompanhados por movimentos de amplitudes comparáveis em outras articulações³. Sendo assim, para realizar um movimento de flexão de cotovelo, por exemplo, pode ocorrer uma pequena movimentação na articulação do ombro e mesmo assim o movimento é considerado uniarticular. Os movimentos uniarticulares podem ser descritos com base em variáveis cinéticas e cinemáticas, que descrevem suas características mecânicas, e com base em variáveis eletromiográficas, que descrevem os padrões de atividade muscular, por exemplo. As características mecânicas dos movimentos uniarticulares podem ser observadas em movimentos de diferentes amplitudes e velocidades^{4,5}, sendo que existem correlações entre as características mecânicas e os padrões de atividade muscular.

Um pressuposto teórico, denominado “hipótese da estratégia dual”, que pode ser utilizado para investigar movimentos uniarticulares, foi proposto por Gottlieb *et al*⁶. De acordo com esse pressuposto, os movimentos são controlados por duas estratégias diferentes: a primeira estratégia, “estratégia insensível à velocidade”, se refere aos movimentos que podem ser realizados o mais rápido possível^{5,6}, e a segunda estratégia, “estratégia sensível à velocidade”, se refere aos movimentos em que a velocidade é explicitamente controlada pelo executante^{4,6}. O pressuposto da hipótese da estratégia dual foi utilizado para verificar vários aspectos de controle motor em indivíduos sem qualquer comprometimento motor e/ou neurológico⁷, em portadores da Síndrome de Down⁸, em portadores de PC⁹, entre outros, e foi escolhido para investigar movimentos uniarticulares de portadores de PC hemiplégica espástica no presente estudo.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi de analisar os movimentos das articulações do ombro e do cotovelo do hemicorpo não plégico de portadores de PC e do hemicorpo

mais utilizado de indivíduos sem comprometimento motor e/ou neurológico durante a execução das tarefas de flexão de ombro e de flexão de cotovelo. Mais especificamente, variáveis cinemáticas, cinéticas e eletromiográficas foram analisadas com base no pressuposto da hipótese da estratégia dual⁶.

MÉTODOS

Participantes

Seis portadores de PC hemiplégica espástica (que desse ponto em diante serão tratados como portadores de PC), com idade entre 15 e 24 anos ($18,2 \pm 3,7$ anos) e seis indivíduos sem qualquer comprometimento motor e/ou neurológico (que desse ponto em diante serão tratados como indivíduos normais), com idade entre 15 e 23 anos ($18,5 \pm 3,3$ anos), participaram do presente estudo. Para participar, os portadores de PC tinham que ser capazes de entender as informações referentes às tarefas motoras e de realizá-las com o hemicorpo não plégico, e cada indivíduo normal tinha que apresentar a idade aproximada e o gênero correspondente a cada um dos portadores de PC. Todos os participantes (no caso dos menores de idade, seus responsáveis legais) assinaram um termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas/UNICAMP (parecer nº 213/99).

Procedimentos

Os participantes tiveram que realizar duas tarefas motoras, uma de flexão de ombro e uma de flexão de cotovelo em direção a um alvo que estava disposto em três distâncias angulares diferentes, sendo ambas no plano sagital e enquanto permaneciam sentados confortavelmente em uma cadeira com o tronco ereto. O alvo foi posicionado de modo que as amplitudes de movimento de cada uma das articulações fossem 25°, 50° e 75°, respectivamente, a partir de uma da posição inicial, em que o braço permanecia ao longo do tronco e da lateral da cadeira. Para realização das tarefas, os participantes usaram uma tala de lona e com fechos de velcro para imobilizar o movimento do punho, uma vez que o movimento dessa articulação não foi investigado neste estudo. Uma ponteira de madeira (40 X 0,5 cm, comprimento e diâmetro, respectivamente) foi afixada nessa tala, de modo que os alvos fossem tocados por ela.

Para aquisição dos dados cinemáticos durante a execução das tarefas, marcadores ativos, que emitem sinais infravermelhos, foram afixados nos centros articulares do ombro, cotovelo e punho. Esses dados foram adquiridos por um sistema optoeletrônico (Optotrak 3020, NDI), com frequência de amostragem de 200 Hz. Para aquisição dos dados eletromiográficos, eletrodos de superfície foram afixados no ventre muscular do bíceps braquial, tríceps braquial, deltóide anterior e deltóide posterior, no sentido das fibras musculares. A região muscular em que cada eletrodo foi afixado foi limpa com

algodão embebido em álcool. Esses dados foram adquiridos por um sistema de coleta e análise de dados eletromiográficos (EMGworks, DELSYS), com uma frequência de amostragem de 1000 Hz. Por fim, os dados cinemáticos e os eletromiográficos foram sincronizados por meio de um sistema de sincronização (Oda II, Optotrak Data Acquisition Unit).

Cada participante realizou um bloco de 11 repetições em cada distância angular e em cada uma das tarefas, o que totalizou 66 repetições. A ordem de cada bloco foi aleatória, e só teve início após algumas tentativas práticas para familiarização com a tarefa. No decorrer das aquisições, houve intervalo entre os blocos de repetições e, quando necessário, entre as repetições. Os dados de cada repetição foram adquiridos durante dois segundos e após esse tempo, os participantes retornavam à posição inicial.

Todos os participantes foram instruídos a realizar cada tarefa o mais rápido possível após um comando dado pelo experimentador, e para flexionar somente a articulação da tarefa selecionada: articulação do ombro para a tarefa de flexão do ombro, articulação do cotovelo para a tarefa de flexão do cotovelo. Os portadores de PC realizaram as tarefas com o braço não plégico e os indivíduos normais as realizaram com o braço direito, uma vez que era o braço mais utilizado por eles.

Após a aquisição de todas as repetições, uma aquisição de contração voluntária máxima isométrica (CVMI) durante três segundos foi realizada para cada músculo investigado. Esses dados foram utilizados para normalizar os dados eletromiográficos. Na sequência, massa corporal e comprimento dos segmentos braço e antebraço do hemicorpo investigado foram verificados para cada participante.

Análise dos dados

Uma descrição mais detalhada dessa análise foi apresentada anteriormente¹⁰. Em termos gerais, a análise de todos os dados foi feita com a utilização do programa Matlab 4.2 (Mathworks Inc.). A primeira repetição de cada bloco foi eliminada e as demais foram analisadas. Com base nos dados cinemáticos, o deslocamento angular de cada articulação para cada tarefa foi calculado a partir das coordenadas obtidas dos marcadores ativos posicionados nos centros articulares. A velocidade e a aceleração angulares dessas articulações foram calculadas a partir do deslocamento angular. Ainda, a amplitude de movimento articular (ADM), que correspondeu à diferença dos ângulos articulares entre as posições final e inicial, e o valor máximo da velocidade angular foram calculados.

Os parâmetros inerciais (massa, distância proximal do centro de massa e momentos de inércia do centro de massa dos segmentos braço e antebraço) foram estimados a partir das medidas referentes à massa corporal e ao comprimento dos dois segmentos corporais dos participantes (para maiores detalhes, ver Winter¹¹). O torque muscular das articulações

do ombro e do cotovelo foi calculado a partir dos dados cinemáticos e dos parâmetros inerciais e, a partir desse torque, os impulsos de aceleração e desaceleração foram calculados como a área da curva do torque muscular pelo tempo durante as fases positivas e negativas, respectivamente.

Os dados eletromiográficos foram filtrados com o filtro Butterworth de 4ª ordem e com um filtro passa-banda de 20-400 Hz. Esses dados também foram retificados e filtrados novamente com um filtro de passa-baixa de 5 Hz para se obter o envoltório linear. Três pontos de referência foram identificados visualmente nesse envoltório, em que o primeiro ponto correspondeu ao início da atividade eletromiográfica (EMG) da musculatura agonista, o segundo ponto correspondeu ao final da atividade EMG da musculatura agonista e o terceiro ponto correspondeu ao início da atividade EMG da musculatura antagonista. A atividade EMG das musculaturas agonistas (bíceps braquial e deltóide anterior) foram integradas a partir do primeiro ponto de referência e durante 30 milissegundos para obtenção da intensidade de ativação da musculatura agonista (Q_{30}), e do primeiro ao segundo ponto de referência para obtenção da quantidade de atividade muscular agonista (Q_{ag}). A diferença temporal entre o primeiro e o terceiro evento consistiu da latência antagonista (L_{ant}). Finalmente, os dados eletromiográficos foram normalizados pela CVMI para possibilitar a comparação entre os participantes e as amplitudes de movimento das tarefas.

Análise estatística

Para comparar os fatores grupos (PC e N) e distâncias angulares (25°, 50° e 75°), cinco MANOVAs e três ANOVAs foram realizadas para cada tarefa (flexão do ombro e flexão do cotovelo), sendo que o fator distância foi tratado como medida repetida. As variáveis dependentes para a tarefa de flexão do ombro foram ADM do ombro e velocidade máxima do ombro para a primeira MANOVA; impulso de aceleração e impulso de desaceleração do ombro e do cotovelo para a segunda e a terceira MANOVAs, respectivamente; Q_{30} e Q_{ag} dos músculos bíceps braquial e deltóide anterior para a quarta e a quinta MANOVAs, respectivamente; ADM do cotovelo para a primeira ANOVA; L_{ant} entre os músculos bíceps braquial e tríceps braquial e entre os músculos deltóide anterior e deltóide posterior para a segunda e terceira ANOVAs, respectivamente. As mesmas variáveis dependentes foram analisadas para a tarefa de flexão do cotovelo, exceto a velocidade máxima que foi a do cotovelo ao invés do ombro. Quando os fatores indicaram diferenças nas análises multivariadas, análises univariadas foram empregadas e indicaram diferença para distância angular e para interação entre grupo e distância angular, testes *post hoc* de Tukey para comparações pareadas¹² foram utilizados. Em todas as análises, o nível de significância foi mantido em 0,05 e o programa SPSS 10.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para a análise estatística.

RESULTADOS

Todos os participantes foram capazes de realizar as tarefas de flexão do ombro e de flexão do cotovelo em direção ao alvo nas três distâncias angulares (25°, 50° e 75°). A seguir, os resultados encontrados no presente estudo são apresentados separadamente para cada tarefa.

Tarefa de flexão do ombro

A Figura 1 ilustra os deslocamentos e as velocidades angulares, os torques musculares e os padrões de atividade EMG muscular referentes ao ombro (porção esquerda) e ao cotovelo (porção direita) durante a tarefa de flexão do ombro. Qualitativamente, e em termos gerais, as trajetórias cinemáticas do ombro (deslocamento e velocidade angulares) aumentaram conforme o aumento da distância angular dos alvos. A velocidade do ombro apresentou formato de sino, com pico único (velocidade máxima), e pareceu ser menor para os portadores de PC do que para os indivíduos normais. O padrão do torque muscular do ombro foi caracterizado por um impulso de aceleração e um de desaceleração e parece ter aumentado com o aumento da distância angular para o portador de PC e para o indivíduo normal. Com relação ao padrão EMG do músculo deltóide anterior, a intensidade de ativação foi constante e a quantidade de atividade EMG

aumentou com o aumento da distância angular para os dois indivíduos. Apesar de a instrução ter sido para movimentar o ombro nessa tarefa, os indivíduos não foram capazes de manter o cotovelo imóvel, como pode ser observado na Figura 1 (porção direita).

A Tabela 1 apresenta os valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis analisadas. A ADM do ombro e a velocidade máxima aumentaram com o aumento da distância angular para os dois grupos, e a ADM do cotovelo não apresentou qualquer diferença entre os grupos e entre as distâncias angulares. Enquanto que o impulso de aceleração do ombro e do cotovelo aumentou com o aumento da distância angular para os dois grupos, o impulso de desaceleração do ombro não foi diferente entre as distâncias angulares e do cotovelo foi diferente somente entre as distâncias angulares de 25° e 75°.

Em termos de atividade EMG dos músculos investigados, Q_{30} do deltóide anterior e do bíceps braquial foi a mesma nas três distâncias angulares, e Q_{ag} do deltóide anterior aumentou com o aumento da distância angular, enquanto que do bíceps braquial não foi diferente entre as distâncias. Por fim, os portadores de PC apresentaram L_{ant} entre os músculos deltóide anterior e deltóide posterior menor que os indivíduos normais, enquanto que entre os músculos bíceps braquial e tríceps braquial não apresentaram diferença (Tabela 1).

Tabela 1. Média (\pm desvio padrão) das variáveis amplitude de movimento do ombro e do cotovelo, velocidade máxima do ombro, impulsos de aceleração e de desaceleração do ombro e do cotovelo, intensidade de ativação e quantidade de atividade muscular do deltóide anterior e do bíceps braquial, e latência antagonista entre os músculos deltóide anterior e deltóide posterior, e bíceps braquial e tríceps braquial durante a tarefa de flexão de ombro dos portadores de PC e dos indivíduos normais nas três distâncias angulares (25°, 50° e 75°).

	PC			NORMAL		
	25°	50°	75°	25°	50°	75°
Amplitude de movimento (°)						
Ombro	18 \pm 6	39 \pm 6	64 \pm 4	21 \pm 4	42 \pm 8	61 \pm 7
Cotovelo	7 \pm 7	9 \pm 4	10 \pm 6	5 \pm 5	9 \pm 9	8 \pm 6
Velocidade (°/s)						
Ombro	107 \pm 43	181 \pm 25	264 \pm 33	132 \pm 51	216 \pm 60	286 \pm 69
Impulso de aceleração (N·m·s)						
Ombro	155 \pm 66	287 \pm 75	526 \pm 81	190 \pm 45	424 \pm 125	695 \pm 207
Cotovelo	72 \pm 36	129 \pm 43	241 \pm 55	77 \pm 16	177 \pm 51	296 \pm 89
Impulso de desaceleração (N·m·s)						
Ombro	58 \pm 28	46 \pm 17	31 \pm 25	79 \pm 29	80 \pm 22	67 \pm 28
Cotovelo	15 \pm 10	8 \pm 4	8 \pm 5	20 \pm 9	11 \pm 6	10 \pm 8
Intensidade de ativação						
Deltóide anterior	0,15 \pm 0,1	0,17 \pm 0,1	0,18 \pm 0,1	0,15 \pm 0,0	0,18 \pm 0,1	0,21 \pm 0,1
Bíceps braquial	0,10 \pm 0,1	0,10 \pm 0,1	0,12 \pm 0,1	0,12 \pm 0,0	0,13 \pm 0,0	0,14 \pm 0,0
Quantidade de atividade						
Deltóide anterior	0,35 \pm 0,1	0,52 \pm 0,2	0,67 \pm 0,2	0,34 \pm 0,1	0,52 \pm 0,2	0,68 \pm 0,1
Bíceps braquial	0,21 \pm 0,1	0,30 \pm 0,2	0,41 \pm 0,4	0,37 \pm 0,2	0,48 \pm 0,2	0,50 \pm 0,2
Latência antagonista (ms)						
Delt. anterior-Del. posterior	73 \pm 20	85 \pm 22	97 \pm 28	60 \pm 6	67 \pm 11	77 \pm 11
Bíceps-Tríceps	61 \pm 17	68 \pm 20	73 \pm 18	67 \pm 20	62 \pm 19	72 \pm 12

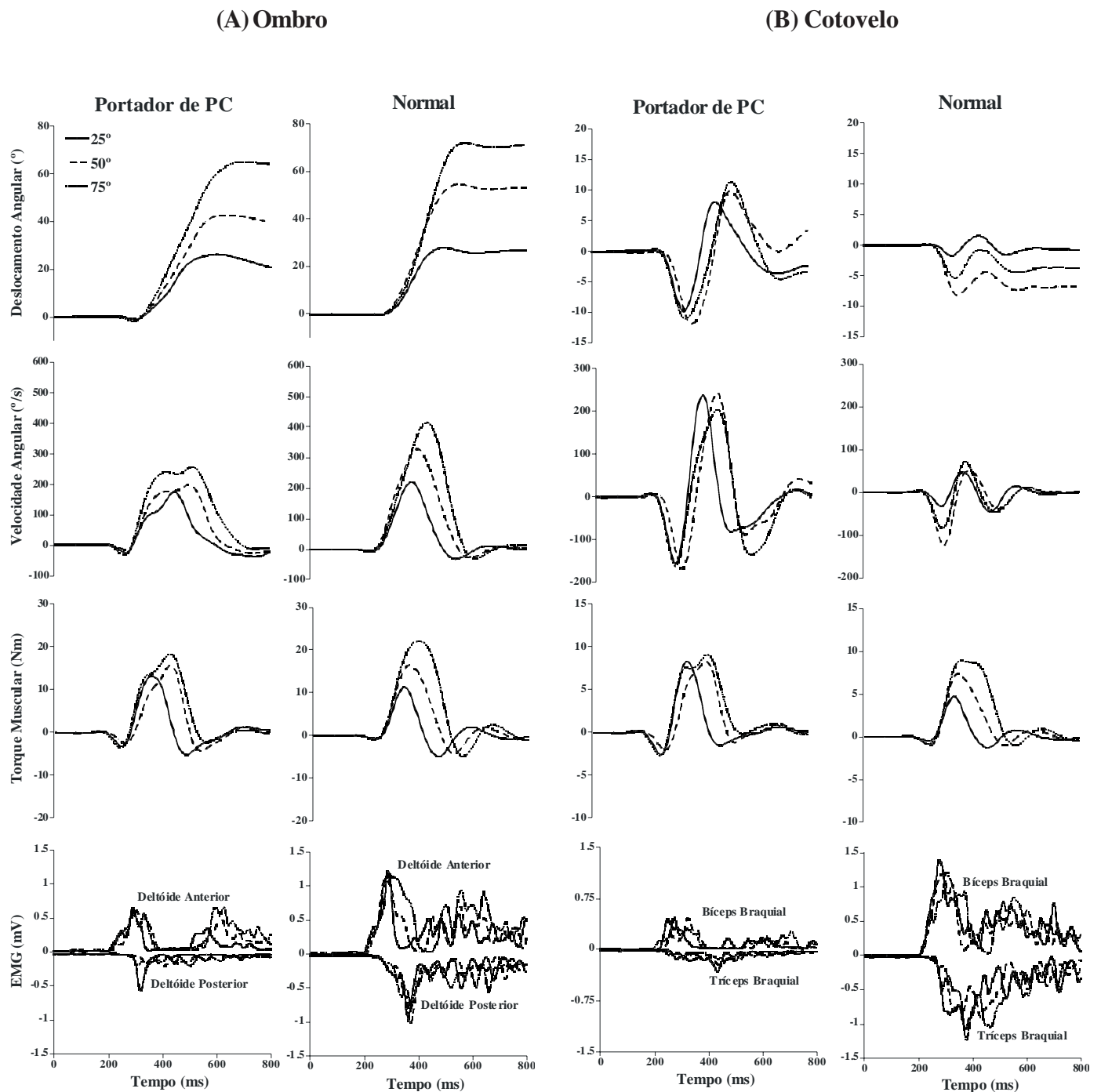


Figura 1. Deslocamento angular (em graus), velocidade angular (em graus por segundo) e torque muscular (em Newton-metros) do ombro (A) e do cotovelo (B), e atividade eletromiográfica (EMG) (em milivolts) dos músculos deltóide anterior e deltóide posterior (A), e bíceps braquial e tríceps braquial (B) na tarefa de flexão do ombro. Esses dados são referentes a uma repetição para cada distância angular (25°, linha contínua; 50°, linha tracejada; e 75°, linha pontilhada), realizada por um portador de paralisia cerebral hemiplégica espástica (portador de PC) e um indivíduo sem comprometimento motor e/ou neurológico (Normal).

Tarefa de flexão do cotovelo

A Figura 2 ilustra os deslocamentos e as velocidades angulares, os torques musculares e os padrões de atividade EMG muscular referentes ao cotovelo (porção esquerda) e ao ombro (porção direita) durante a tarefa de flexão do

cotovelo. Resultados qualitativos similares ao ombro na tarefa de flexão do ombro foram observados para o cotovelo na tarefa de flexão do cotovelo. Porém, nessa tarefa, um aspecto que pode ser observado nitidamente é que o portador de PC apresentou deslocamento angular do ombro maior que o

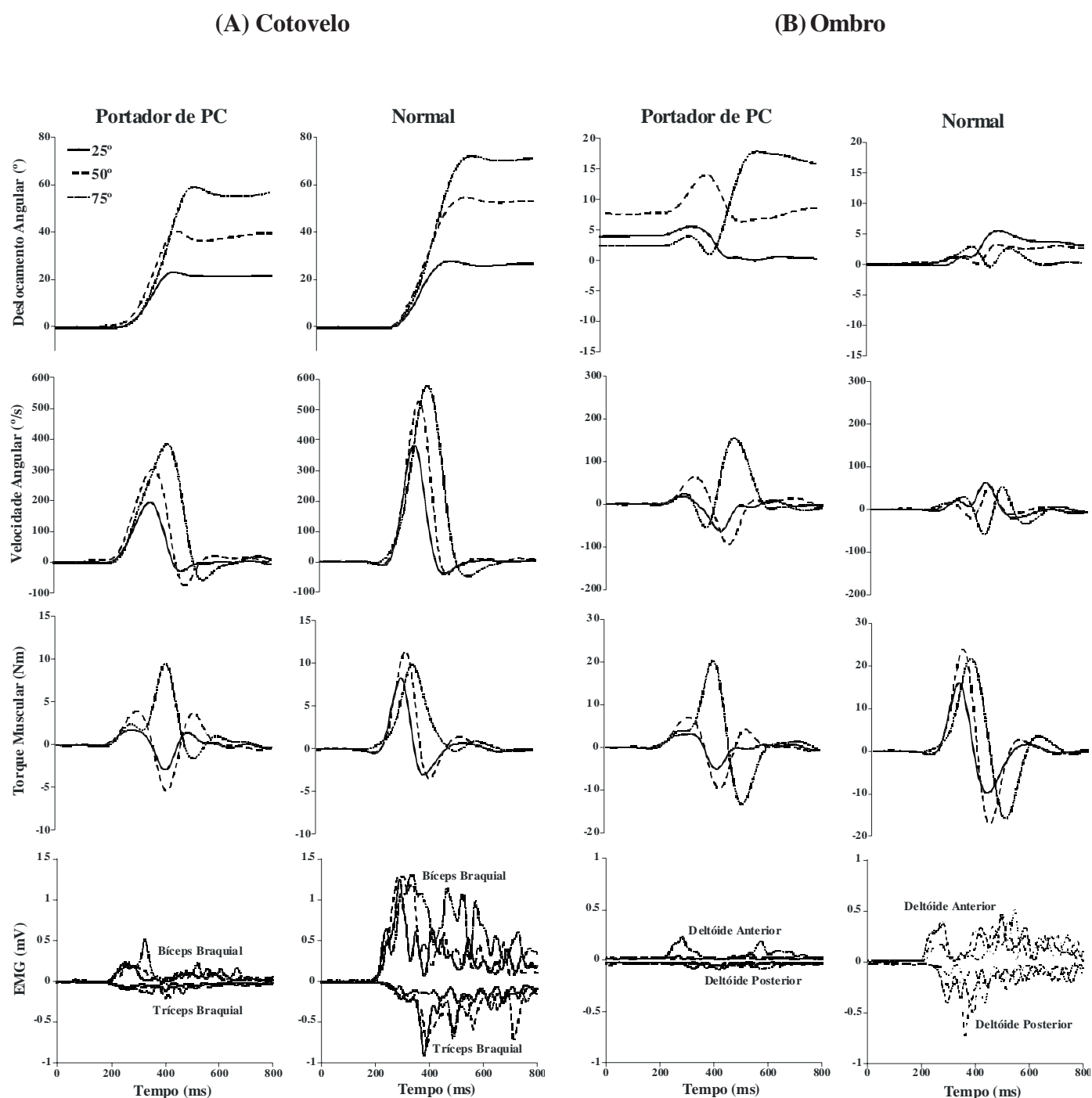


Figura 2. Deslocamento angular (em graus), velocidade angular (em graus por segundo) e torque muscular (em Newton-metros) do cotovelo (A) e do ombro (B), e atividade eletromiográfica (EMG) (em milivolts) dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial (A), e deltóide anterior e deltóide posterior (B) na tarefa de flexão do cotovelo. Esses dados são referentes a uma repetição para cada distância angular (25°, linha contínua; 50°, linha tracejada; e 75°, linha pontilhada), realizada por um portador de paralisia cerebral hemiplégica espástica (portador de PC) e um indivíduo sem comprometimento motor e/ou neurológico (Normal).

indivíduo normal nas distâncias angulares de 50° e 75°. O indivíduo normal, por sua vez, parece ter estendido o ombro no início do movimento (Figura 2, porção direita).

A Tabela 2 apresenta os valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis analisadas. A ADM do cotovelo e a velocidade

máxima dessa articulação foram menores para os portadores de PC do que para os indivíduos normais e ambas aumentaram com o aumento da distância angular. Com relação à ADM do ombro, os portadores de PC apresentaram ADM dessa articulação maior que os indivíduos normais na distância

angular de 75°. Ainda, os portadores de PC apresentaram impulso de aceleração do cotovelo menor que os indivíduos normais, e esse impulso aumentou com o aumento da distância angular. O impulso de desaceleração do cotovelo, por outro lado, não apresentou diferença entre as distâncias angulares para os dois grupos. Finalmente, apenas o impulso de aceleração do ombro que aumentou com o aumento da distância angular para os dois grupos, enquanto que nenhuma diferença foi encontrada para o impulso de desaceleração dessa articulação nessa tarefa (Tabela 2).

DISCUSSÃO

O objetivo geral deste estudo foi analisar os movimentos articulares do ombro e do cotovelo em portadores de PC (hemicorpo não plégico) e em indivíduos normais (hemicorpo direito) durante a execução das tarefas de flexão do ombro e do cotovelo. É importante salientar que foi solicitado a todos os participantes que movimentassem somente a articulação do ombro para tarefa de flexão de ombro e a do cotovelo para a tarefa de flexão do cotovelo.

Tabela 2. Média (\pm desvio padrão) das variáveis amplitude de movimento do cotovelo e do ombro, velocidade máxima do cotovelo, impulsos de aceleração e de desaceleração do cotovelo e do ombro, intensidade de ativação e quantidade de atividade muscular do bíceps braquial e do deltóide anterior, e latência antagonista entre os músculos bíceps braquial e tríceps braquial, e deltóide anterior e deltóide posterior durante a tarefa de flexão de cotovelo dos portadores de PC e dos indivíduos normais nas três distâncias angulares (25°, 50° e 75°).

	PC			NORMAL		
	25°	50°	75°	25°	50°	75°
Amplitude de movimento (°)						
Cotovelo	21 \pm 8	36 \pm 9	50 \pm 8	37 \pm 4	57 \pm 3	74 \pm 4
Ombro	8 \pm 6	15 \pm 9	23 \pm 9	4 \pm 3	4 \pm 3	5 \pm 2
Velocidade (°/s)						
Cotovelo	184 \pm 84	245 \pm 56	294 \pm 58	320 \pm 109	440 \pm 136	476 \pm 110
Impulso de aceleração (N·m·s)						
Cotovelo	60 \pm 17	104 \pm 28	257 \pm 80	125 \pm 48	203 \pm 79	257 \pm 80
Ombro	129 \pm 29	222 \pm 57	342 \pm 39	256 \pm 93	421 \pm 159	492 \pm 153
Impulso de desaceleração (N·m·s)						
Cotovelo	29 \pm 18	23 \pm 15	13 \pm 8	46 \pm 33	29 \pm 11	19 \pm 10
Ombro	85 \pm 31	99 \pm 51	107 \pm 56	153 \pm 64	171 \pm 92	137 \pm 84
Intensidade de ativação						
Bíceps braquial	0,08 \pm 0,1	0,09 \pm 0,1	0,10 \pm 0,1	0,10 \pm 0,0	0,14 \pm 0,0	0,11 \pm 0,0
Deltóide anterior	0,09 \pm 0,0	0,09 \pm 0,0	0,09 \pm 0,0	0,08 \pm 0,0	0,10 \pm 0,0	0,09 \pm 0,0
Quantidade de atividade						
Bíceps braquial	0,19 \pm 0,1	0,25 \pm 0,1	0,30 \pm 0,1	0,40 \pm 0,1	0,55 \pm 0,2	0,56 \pm 0,2
Deltóide anterior	0,19 \pm 0,1	0,24 \pm 0,1	0,23 \pm 0,1	0,14 \pm 0,1	0,16 \pm 0,0	0,14 \pm 0,0
Latência antagonista (ms)						
Bíceps-Tríceps	43 \pm 10	49 \pm 17	48 \pm 10	48 \pm 3	65 \pm 12	68 \pm 15
Delt. anterior-Del. posterior	73 \pm 39	67 \pm 17	64 \pm 9	38 \pm 21	30 \pm 23	45 \pm 30

Em se tratando da atividade EMG muscular, Q_{30} do bíceps braquial e do deltóide anterior foi a mesma entre os grupos e as distâncias angulares. Entretanto, enquanto que os portadores de PC apresentaram Q_{ag} do bíceps braquial menor que os indivíduos normais, nenhuma diferença foi encontrada para o músculo deltóide anterior. Por fim, os portadores de PC apresentaram L_{ant} entre os músculos bíceps braquial e tríceps braquial menor que os indivíduos normais, e apresentaram L_{ant} entre os músculos deltóide anterior e deltóide posterior maior que os indivíduos normais.

Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com o pressuposto teórico da hipótese da estratégia dual⁶ para a maioria das variáveis investigadas. Sendo assim, os participantes dos dois grupos recrutaram inicialmente o mesmo número de unidades motoras para realizar as duas tarefas motoras, e geraram uma quantidade de atividade dos músculos deltóide anterior e bíceps braquial maior para as distâncias angulares maiores para realizar as tarefas de flexão de ombro e de cotovelo, respectivamente, conforme estudo anterior¹³. Porém, enquanto que os portadores de PC modularam a

quantidade de atividade muscular com o aumento da distância angular assim como os indivíduos normais, a quantidade média dessa atividade foi menor para realizar a tarefa de flexão do cotovelo. Ainda, a ADM das articulações do ombro (tarefa de flexão do ombro) e do cotovelo (tarefa de flexão do cotovelo) e a velocidade máxima foram maiores para as distâncias angulares maiores. Contudo, mais uma vez, os portadores de PC apresentaram valores menores para essas variáveis para realizar a tarefa de flexão do cotovelo.

Os resultados desse estudo não apontaram diferença no controle dos movimentos voluntários entre o hemicorpo não plégico dos portadores de PC hemiplégica espástica e os indivíduos normais para realizar a tarefa de flexão do ombro. Porém, o mesmo não é verdadeiro quando realizaram a tarefa de flexão do cotovelo. Para realizar essa tarefa, os portadores de PC utilizaram uma estratégia diferente de controle dos movimentos da dos indivíduos normais. O grande deslocamento na articulação do ombro durante a realização da tarefa de flexão de cotovelo pode indicar uma diminuição na capacidade de controlar movimentos mais distais, como sugerido por Gordon et al.¹.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados deste estudo, pode-se concluir que o hemicorpo não plégico de portadores de PC hemiplégica espástica não deve ser considerado normal¹⁴ ou intacto¹⁵, uma vez que os movimento nas partes mais distais foram controlados diferentemente das partes proximais, o que não ocorreu com indivíduos normais. Esse fato foi constatado no presente estudo e confirma estudos anteriores sobre o hemicorpo não plégico de portadores de PC hemiplégica espástica^{1,2}. Finalmente, pode-se sugerir que ao propor qualquer tratamento ou intervenção para os portadores de PC, é importante considerar não apenas o hemicorpo plégico dessa população. Pelo contrário, os dois hemicorpos devem ser considerados, uma vez que esses indivíduos não apresentam as mesmas características em termos de controle motor como as verificadas em indivíduos normais.

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de Mestrado, Programa de Demanda Social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gordon AM, Charles J, Duff SV. Fingertip forces during object manipulation in children with hemiplegic cerebral palsy. II: bilateral coordination. *Dev Med Child Neurol* 1999; 41(3): 176-85.
2. Brown JV, Schumacher U, Rohlmann A, Ettlinger G, Schmidt C, Skreczek W. Aimed movements to visual target in hemiplegic and normal children: is the "good" hand of children with infantile hemiplegia also normal? *Neuropsychologia* 1989; 27: 283-302.
3. Latash ML. Control of human movement Champaign(IL): Human Kinetics; 1993.
4. Corcos DM, Gottlieb GL, Agarwal GC. Organizing principles for single-joint movements. II. A speed-sensitive strategy. *J Neurophysiol* 1989; 62(2): 358-68.
5. Gottlieb GL, Corcos DM, Agarwal GC. Organizing principles for single-joint movements. I. A speed-insensitive strategy. *J Neurophysiol* 1989; 62(2): 342-57.
6. Gottlieb GL, Corcos D, Agarwal GC. Strategies for the control of voluntary movements with one mechanical degree of freedom. *Behav Brain Sci* 1989; 12: 189-250.
7. Khan MA, Garry MI, Franks IM. The effect of target size and inertial load on the control of rapid aiming movements. A test of speed-sensitive and speed-insensitive strategies. *Exp Brain Res* 1999; 124(2): 151-8.
8. Almeida GL, Corcos DM, Latash ML. Practice and transfer effects during fast single-joint elbow movements in individuals with Down syndrome. *Phys Ther* 1994; 74(11): 1000-12.
9. Almeida GL, Campbell SK, Girolami GL, Penn RD, Corcos DM. Multidimensional assessment of motor function in a child with cerebral palsy following intrathecal administration of baclofen. *Phys Ther* 1997; 77(7): 751-64.
10. Barela AMF. Controle de movimentos voluntários em portadores de paralisia cerebral hemiplégica espástica [Dissertação de Mestrado]. Rio Claro(SP): Universidade Estadual Paulista; 2000.
11. Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. 2nd ed. New York(NY): John Wiley & Sons; 1990.
12. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. Applied statistics for the behavioral sciences. 3rd ed. Boston(MA): Houghton Mifflin; 1994.
13. Almeida GL, Hong DA, Corcos D, Gottlieb GL. Organizing principles for voluntary movement: extending single-joint rules. *J Neurophysiol* 1995; 74(4): 1374-81.
14. Brown JK, van Rensburg F, Walsh G, Lakie M, Wright GW. A neurological study of hand function of hemiplegic children. *Dev Med Child Neurol* 1987; 29(3): 287-304.
15. Nezu A, Kimura S, Takeshita S, Tanaka M. Functional recovery in hemiplegic cerebral palsy: ipsilateral electromyographic responses to focal transcranial magnetic stimulation. *Brain Dev* 1999; 21(3): 162-5.

DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE IDOSOS SAUDÁVEIS: COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS

POZZI LG¹, MELO RC¹, QUITÉRIO RJ^{1,2}, MILAN LA³, DINIZ CAR³, DIAS TCM³, OLIVEIRA L¹,
SILVA E² E CATAI AM¹

¹ Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, SP - Brasil

² Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP - Brasil

³ Departamento de Estatística, UFSCar, São Carlos, SP - Brasil

Correspondência para: Luis Gustavo Pozzi, Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico (NUPEF), Dep. de Fisioterapia, UFSCar, Via Washington Luís, km 235, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP - Brasil

Recebido: 09/02/2006 – Aceito: 01/06/2006

RESUMO

Objetivo: Determinar o limiar de anaerbiose (LA) pelo método ventilatório (visual gráfico), pelos modelos matemáticos, Heteroscedástico e Hinkley, aplicados aos conjuntos de dados de frequência cardíaca (FC), RMS do sinal mioelétrico (*Root Mean Square*) e VCO_2 e comparar o LA obtido pelos três métodos. **Metodologia:** Foram estudados 9 idosos ativos ($61,4 \pm 1,8$ anos) durante teste de exercício físico dinâmico contínuo do tipo rampa, em cicloergômetro, com incrementos de potência variando de 10 a 15 Watts/min. Foram coletados os dados de FC batimento a batimento, eletromiografia de superfície do músculo vasto lateral e variáveis ventilatórias respiração a respiração. Após a aplicação dos modelos matemáticos e identificados os pontos de quebra de comportamento, foram registrados neste momento os valores de potência, VO_2 e FC, comparados e correlacionados aos obtidos pelo método visual gráfico (padrão ouro). Foi utilizado o teste de *Friedman* para comparações múltiplas e o teste de correlação de *Spearman* (nível de significância de 5%). **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significantes, em relação ao padrão ouro, entre os valores de potência, VO_2 e FC, no momento do LA identificado pelos diferentes modelos. Foram encontradas correlações significantes entre os valores de FC identificados pelos modelos matemáticos entre os valores de VO_2 quando identificados pela frequência cardíaca e de potência somente quando identificada pelo modelo de Hinkley aplicado aos dados de RMS do sinal mioelétrico. **Conclusões:** No grupo estudado, os modelos matemáticos mostraram-se adequados na determinação não-invasiva do LA, sendo que ambos ajustaram-se melhor aos dados de FC, seguido pela VCO_2 e RMS.

Palavras-chave: limiar de anaerbiose, modelos matemáticos, idosos.

ABSTRACT

Determination of Anaerobic Threshold in Healthy Elderly People: Comparison Between Different Methods

Objective: To determine the anaerobic threshold by the graphic visual ventilatory method and the Hinkley and heteroscedastic mathematical models, applied to heart rate, myoelectric root mean square (RMS) signal and VCO_2 datasets, and to compare the anaerobic threshold obtained by the three methods. **Method:** Nine active elderly subjects were studied (aged 61.4 ± 1.8 years) during a ramp-load continuous dynamic physical exercise test on a cycle ergometer, with power ranging from 10 to 15 Watts/min. Beat-to-beat heart rate data, electromyographic data from the surface of the vastus lateralis muscle, and breath-to-breath ventilatory data were collected. After applying mathematical models and identifying the behavioral shift points, these power levels, heart rates and VO_2 values were noted and these were compared and correlated with those obtained by the graphic visual model (gold standard). The Friedman test for multiple comparisons and the Spearman correlation test were utilized (significance level: 5%). **Results:** No significant differences were found in relation to the gold standard, between the power levels, VO_2 values and heart rates at the anaerobic threshold identified by the different models. Significant correlations were found between the heart rates identified by the mathematical models, between the VO_2 values identified by the heart rates, and between power rates only when identified by the Hinkley model applied to myoelectric RMS signal data. **Conclusion:** In this study group, the mathematical models were shown to be adequate for non-invasively determining the anaerobic threshold. Both models worked

best on the heart rate data, followed by VCO_2 and RMS.

Key words: anaerobic threshold, mathematical models, elderly people.

INTRODUÇÃO

O limiar de anaerobiose (LA) tem sido definido como a intensidade de exercício físico na qual a produção de energia pelo metabolismo anaeróbio predomina em relação ao metabolismo aeróbio, refletindo um aumento na concentração de lactato sanguíneo e na razão lactato/piruvato no músculo ou sangue arterial¹.

Este parâmetro tem sido utilizado na determinação da capacidade física de um indivíduo e prescrição de treinamento físico¹, podendo variar em função do grau de treinamento físico² e também da idade, onde ocorre uma diminuição progressiva da capacidade física, tanto por processos fisiológicos como por fatores secundários como o sedentarismo³.

A possibilidade de se inferir o limiar de anaerobiose por diferentes metodologias como: o método ventilatório^{1,3,4,5,6}, pela resposta da frequência cardíaca (FC)^{6,7,8,9,10} ou pela eletromiografia de superfície (EMGs)^{6,11,12,13}, permitiu a obtenção de resultados satisfatórios quanto à avaliação da capacidade funcional e prescrição de atividade física.

A aplicação de modelos matemáticos para o estudo das respostas de variáveis cardiorrespiratórias e musculares tem sido amplamente utilizada. Assim, Lucía et al.¹¹, verificaram que a aplicação de um modelo matemático de regressão linear multissegmentar, aplicado aos valores de RMS do sinal mioelétrico de ciclistas de elite obtidos em teste de esforço do tipo rampa, foi um método eficaz na identificação do limiar de anaerobiose, bem como do ponto de compensação respiratória.

Crescêncio⁵, ao avaliar o comportamento das variáveis ventilatórias de indivíduos adultos saudáveis, utilizando os modelos visual gráfico, automático (realizado pelo próprio sistema de análise de medidas respiratórias e metabólicas), bissegmentados linear-linear e linear-quadrático para identificar o LA, mostrou a aplicabilidade destes modelos matemáticos.

Trabalhos prévios realizados em nosso laboratório utilizando o modelo matemático de Hinkley aplicado aos dados de VCO_2 , FC e RMS do sinal mioelétrico em jovens ativos¹³ e indivíduos de meia-idade sedentários⁶ e hipertensos¹⁴ com objetivo de se identificar o LA e correlacioná-lo com o modelo padrão ouro (visual), mostraram que o modelo apresentou-se sensível na detecção deste parâmetro.

No entanto, a avaliação do limiar de anaerobiose por modelos matemáticos em idosos, como os propostos no presente trabalho, ainda não foi realizada. Considerando-se o número crescente da proporção de indivíduos nesta faixa etária e alterações que ocorrem nos vários sistemas associadas ao processo de envelhecimento, em conjunto com os fatores de risco de doenças cardiovasculares, o enfoque atual quanto

à realização de exercícios prescrito de forma adequada como meio preventivo de doenças crônico-degenerativas, justifica a realização desta investigação.

Baseando-se em trabalhos anteriores^{6,13,14}, hipotetiza-se que o modelo matemático de Hinkley aplicado aos dados das variáveis estudadas seja eficiente na detecção do LA de um grupo de idosos saudáveis. No entanto, além do modelo de Hinkley, será aplicado o modelo matemático Heteroscedástico e, questiona-se se este também seria eficiente nesta detecção.

Assim, os objetivos deste estudo foram determinar o limiar de anaerobiose (LA) pelo método ventilatório (visual gráfico - padrão ouro), pelos modelos matemáticos de Hinkley e Heteroscedástico, aplicados aos dados de frequência cardíaca, RMS do sinal mioelétrico e produção de dióxido de carbono, obtidos durante o protocolo de exercício físico dinâmico contínuo do tipo rampa; comparar o LA identificado pelos três métodos e, correlacionar os valores de potência, frequência cardíaca e consumo de oxigênio no momento do LA identificados pelos modelos matemáticos, com os valores das mesmas variáveis identificados pelo método visual.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na presente investigação foram selecionados 13 homens idosos saudáveis, com padrão de vida ativo, dos quais 9 participaram do estudo, com idade média de $61,4 \pm 1,78$ anos, massa corporal de $73 \pm 10,8$ kg, altura de $1,72 \pm 0,08$ m e IMC de $25,26 \pm 1,36$. Estes realizavam atividade física regular (corrida, natação, ciclismo e caminhada) em média há 15 anos, 4 dias por semana e com 60 minutos de duração por sessão (em mediana). Previamente à participação, todos voluntários assinaram um termo de consentimento pós-informado e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, parecer de número 225/2005.

Os voluntários foram submetidos às seguintes avaliações previamente à aplicação do protocolo experimental: anamnese; exame físico e postural; eletrocardiografia (ECG) convencional de 12 derivações em repouso na posição supina e registro nas derivações MC5, DII e V2 modificadas e aferição de pressão arterial nas posições: repouso supino, sentado e em hiperventilação, exames laboratoriais do perfil lipídico: colesterol total e frações (HDL, LDL, VLDL) e triglicérides; bem como, hemograma completo, glicemia de jejum, ácido úrico, creatinina e uréia. Realizaram também, dois testes de esforço físico em cicloergômetro (*Corival Ergometer 400*) até a exaustão: a) protocolo I – Inicialmente foi realizado um teste de esforço físico dinâmico em degraus contínuos (TEFDD-c – protocolo I), por um médico cardiologista e

acompanhado pelo pesquisador, com o propósito de avaliar a capacidade funcional dos voluntários e observar as respostas clínicas e funcionais do sistema cardiovascular, bem como, determinar as variações dos incrementos de potência para o protocolo II. Inicialmente, realizou-se um leve aquecimento, com potência de 4 Watts (W) por um período de 2 minutos e carga inicial de 25W por 3 minutos. Posteriormente, foram impostos incrementos de 25W a cada 3 minutos, até que o voluntário apresentasse exaustão física ou sinais e sintomas limitantes e/ou atingisse a FC máxima prevista em relação à idade. Anormalidades durante este teste foram também consideradas como critério de exclusão do estudo. b) protocolo II – consistiu num teste de protocolo do tipo em rampa. Este protocolo foi realizado com o objetivo de determinar a capacidade aeróbia funcional e o limiar de anaerobiose ventilatório. Durante este, foram captados e registrados os dados de frequência cardíaca, variáveis ventilatórias e metabólicas e atividade muscular.

Aquisição das variáveis do estudo

Os sinais eletrocardiográficos foram captados por um monitor cardíaco de 1 canal (ECAFIX TC500) e processados por meio de um conversor analógico digital (PCI7030/640E, National Instruments), que constitui uma interface entre o monitor cardíaco e o microcomputador (*Pentium III 550 MHz*). Os dados de FC e iR-R, batimento a batimento, foram armazenados no microcomputador. A captação e o processamento dos dados foram feitos por meio de um software específico para a captação de ECG e cálculo dos iR-R em milissegundos¹⁵.

As variáveis ventilatórias e metabólicas foram obtidas por meio de um sistema computadorizado de análise ergoespirométrica (CPX; *Medical Graphics, St Paul, Minnesota, USA*) que dispõe de um microcomputador (*Pentium III MHz*), com uma placa analógico/digital configurada para permitir uma amostragem de 250 valores por segundo por canal (*Service Manual MedGraphics*); o software utilizado para a captação das variáveis ventilatórias e metabólicas foi o *Breeze Suit 5.3.007*, que possibilita o armazenamento, processamento e emissão gráfica e relatórios das referidas variáveis em vários formatos.

A eletromiografia de superfície (EMGs) foi obtida a partir de um eletromiógrafo Lynx (Tecnologia Eletrônica Ltda.) e um programa de aquisição de sinais (AqDados 5). Para o procedimento, foram utilizados eletrodos de prata/cloreto de prata, com diâmetro de 1cm e distância de 2cm intereletrodos, de centro a centro, acoplados por meio de terminais específicos a um dispositivo diferencial ativo simples adaptado, responsável pela diferenciação entre os dois pólos dos eletrodos. Estes foram fixados no ventre muscular do músculo vasto lateral, mais especificamente no terço distal da medida entre a crista ilíaca ântero-superior e o rebordo lateral patelar do membro a ser avaliado¹⁶, sendo que, o eletrodo terra foi fixado ao punho do voluntário. Os sinais da EMGs foram processados por

um sistema que possui um filtro digital passa banda com frequências de corte de 20 Hz para as baixas frequências e 500 Hz para as altas frequências. A frequência de amostragem do conversor analógico-digital utilizada foi de 2000 Hz, com faixa de tensão de entrada do sinal no canal analógico de -10 a +10 milivolts. Para a análise do RMS (*Root Mean Square*) do sinal mioelétrico, foram desconsiderados os trechos de repouso do sinal, ou seja, valores de RMS inferiores a 30 microvolts. Este procedimento foi realizado para que o cálculo do RMS fosse feito apenas em relação às contrações musculares.

Métodos de análise para determinação do limiar de anaerobiose

Método visual gráfico, ventilatório (padrão ouro)

A análise quantitativa foi realizada inicialmente num gráfico contendo o comportamento das variáveis VCO_2 e VO_2 , em relação ao intervalo de tempo selecionado para a análise. O analisador movia o cursor até o ponto em que resposta da VCO_2 se elevasse desproporcionalmente ao aumento do VO_2 (perda do paralelismo entre estas variáveis)⁵. Este método de determinação do LAV foi considerado o padrão ouro do presente estudo, e foi utilizado na comparação com as demais metodologias.

Para a determinação do limiar de anaerobiose ventilatório (LAV), foi selecionado o intervalo dos dados do teste em rampa onde se observava o início da resposta das variáveis ventilatórias ao incremento de potência até o momento do ponto de compensação respiratória (aumento desproporcional da ventilação em relação à produção de gás carbônico - PCR) ou então, até o final do exercício (quando não se atingia o PCR). Foi calculada a média dos valores obtidos de três determinações do LA independentes.

Método do modelo matemático de Hinkley (H) e modelo matemático Heteroscedástico (R)

Estes modelos foram aplicados às variáveis frequência cardíaca, RMS do sinal mioelétrico e produção de gás carbônico. São modelos de regressão linear que determinam o ponto de mudança de uma série de dados pelo método da máxima verossimilhança. Para se obter um ajuste adequado, é necessário que as respostas das variáveis escolhidas apresentem apenas uma mudança de inclinação entre as retas, resultante dos respectivos comportamentos. Desta maneira, o mesmo intervalo selecionado para o padrão ouro foi adotado para os valores das variáveis FC, RMS e VCO_2 .

Para análise estatística de significância dos dados foi utilizado o teste não-paramétrico de Friedman para medidas repetidas seguido de técnicas de comparações múltiplas com teste *post-hoc* de Dunn, que informa em que nível se deu a significância entre os dados. Foi aplicado ainda o teste de correlação de Spearman. O nível de significância estabelecido para todos os testes foi de 5%.

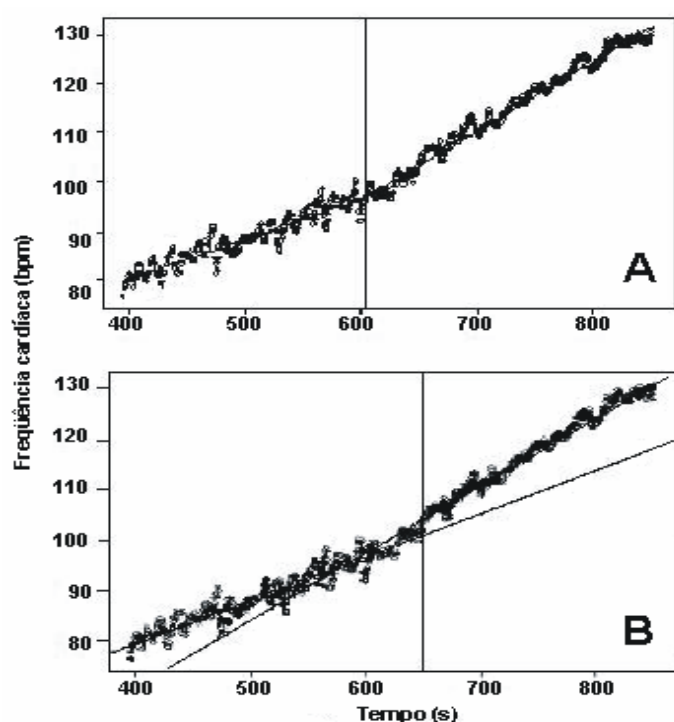


Figura 1. Ilustração da análise dos modelos matemáticos (Hinkley em A e Heteroscedástico em B) aplicados aos dados de frequência cardíaca, batimento a batimento, de um dos voluntários estudados. A reta vertical determina o ponto de mudança do comportamento da frequência cardíaca. O tempo na parte inferior do gráfico, determinado por esta reta, foi considerado o tempo de ocorrência do limiar de anaerobiose.

RESULTADOS

Os valores medianos de potência, FC e VO_2 no pico do esforço foram 149 W, 144 bpm e 25,58ml/kg/min, respectivamente. Na tabela 1 estão apresentados os valores de potência, FC e VO_2 , identificados pelos modelos visual gráfico e matemáticos de Hinkley e Heteroscedástico.

Na avaliação da adequação dos modelos matemáticos aplicados aos dados de FC para a determinação do LA, o presente estudo mostra que os modelos R e H apresentam

correlação em relação ao padrão ouro quando comparados os valores de FC ($r = 0,81$, $p = 0,006$; $r = 0,79$, $p = 0,01$) e VO_2 ($r = 0,68$ e $0,68$, $p = 0,042$, para ambos), respectivamente. Quando aplicados aos valores de VCO_2 , houve significância quando comparados os valores de FC em relação ao padrão ouro ($r = 0,92$, $p = 0,002$, para o modelo R; $r = 0,76$, $p = 0,015$, para o modelo H). Já quando aplicados aos dados de RMS, somente o modelo H apresentou correlação em relação ao padrão ouro, quando comparados os valores de potência ($r = 0,68$, $p = 0,041$).

DISCUSSÃO

No presente estudo, os modelos matemáticos foram aplicados aos valores de FC, RMS e VCO_2 , obtidos durante o teste de esforço físico dinâmico contínuo do tipo rampa, com o objetivo de identificar o ponto de mudança no padrão de comportamento destas séries de dados.

Conconi et al.¹⁷, apresentaram um trabalho propondo avaliar a perda da linearidade da FC em função da potência durante protocolo de exercício incremental, como indicador não-invasivo do LA, comparativamente à coleta de lactato sanguíneo. Estes autores utilizaram o método visual de determinação do LA e mesmo encontrando relação entre o ponto de deflexão da FC, em função da potência, com o LA, este estudo tem sido questionado, frente a dificuldades encontradas na reprodutibilidade deste modelo em alguns voluntários¹⁸. Por outro lado, autores, também usando o método visual, mas comparativamente ao método ventilatório, observaram que a quebra da linearidade da FC coincide com o ponto de compensação respiratória⁸. Ainda, nos resultados de Vachon, Basset e Clarke¹⁹, utilizando uma equação polinomial de terceira ordem para identificar o ponto de quebra da FC em homens treinados ($30,8 \pm 5,9$ anos), durante teste de esforço físico incremental, em esteira, encontrou um comportamento linear desta variável durante todas as velocidades impostas. Também em esteira ergométrica, Lucía et al.²⁰, aplicando um algoritmo de regressão linear, encontraram quebra da linearidade da FC em apenas 31% dos idosos treinados estudados (62 ± 1 anos). Com o mesmo método,

Tabela 1. Valores de potência, FC e VO_2 no limiar de anaerobiose identificado pelos modelos visual gráfico e matemáticos de Hinkley e Heteroscedástico, aplicados às variáveis FC, RMS e VCO_2 . Nível de significância de $p < 0,05$.

	HETEROSCEDÁSTICO				HINKLEY		
	Visual	FC	RMS	VCO_2	FC	RMS	VCO_2
Potência	71	82	85*	80	77	78	67*
FC	99	105	105	105	101	104	99
VO_2	12,6	13,7	14,4*	12,25	12,5	12,6	10,35*

Lucía et al.²¹, avaliou o comportamento da FC de homens ciclistas profissionais (26 ± 1 anos), durante protocolo de esforço físico dinâmico em degraus contínuos (25W/min), mostrou que o ponto de deflexão da FC em função da potência ocorreu em torno de 88% da máxima, em 56% dos voluntários.

Os resultados encontrados no presente estudo diferem dos citados acima, podendo estas diferenças estar relacionadas ao protocolo de exercício utilizado, ao grupo estudado e à metodologia de análise empregada.

No estudo de Hoffman et al.⁹ e Bunc et al.¹⁰, foi aplicado um modelo matemático de ajuste linear aos dados de FC coletados durante o teste de exercício físico dinâmico incremental, que detectava o ponto onde a resposta da FC perdia a linearidade em relação ao aumento de potência. Os autores referem que este ponto de quebra foi fortemente correlacionado com o LA determinado pela metodologia de concentração de lactato sanguíneo. Apesar de no presente estudo a metodologia de referência ter sido a análise visual gráfica do comportamento das variáveis ventilatórias e metabólicas e com amostra diferente, os resultados estão de acordo com os observados por esses dois estudos, em relação à utilização de algoritmos matemáticos para a identificação do LA, quando comparados com metodologias tradicionais.

Durante o exercício incremental proposto, o comportamento da VCO_2 , foi similar ao da FC. A VCO_2 aumentou linearmente com incremento de potência, FC e VO_2 e, numa certa intensidade, ocorre um aumento desproporcional dos valores encontrados, concomitante a um aumento adicional da VE, que pode ser explicado pela liberação adicional de CO_2 (cerca de 2,5 vezes) resultante da dissociação do ácido carbônico, formado a partir do tamponamento do lactato pelo bicarbonato sanguíneo¹.

Dessa forma, os resultados encontrados mostram que a mudança no padrão do comportamento da FC e VCO_2 , durante exercício físico dinâmico progressivo, pode ocorrer em instantes próximos às mudanças do comportamento ventilatório e metabólico, sugerindo que a metodologia pode ser utilizada na determinação do LA, uma vez que os ajustes providos pelo sistema cardiorrespiratório são mediados conjuntamente.

No presente estudo, a resposta da atividade do músculo vasto lateral, avaliada a partir do índice RMS em função do tempo, durante exercício físico dinâmico incremental em cicloergômetro, mostra um aumento linear da amplitude da EMGs até uma certa potência, a partir da qual observou-se uma perda desse comportamento. Esses dados são concordantes com outros estudos^{22,23}. A mudança do padrão de resposta da EMGs deve-se provavelmente a uma associação entre o aumento no recrutamento e na frequência de disparo das unidades motoras das fibras musculares de contração rápida. Associação esta que pode estar relacionada ao esgotamento progressivo das fibras musculares oxidativas, de contração lenta, em intensidades elevadas de exercício, sendo

necessário um recrutamento adicional das fibras glicolíticas, de contração rápida, para a manutenção do trabalho exigido²⁵. Fibras glicolíticas são menos eficientes e menos econômicas, contribuindo para o acúmulo de lactato sanguíneo¹².

Nos resultados encontrados por Lucía et al.²⁰, avaliando ciclistas profissionais durante exercício físico em carga constante correspondente a 80% do $VO_{2\text{ máx}}$, o crescente aumento dos valores das variáveis FC, VCO_2 , VE, VE/VCO_2 e VE/VO_2 , não foi acompanhado do aumento do RMS do sinal mioelétrico, sugerindo que, em atletas treinados, o aumento dos valores das variáveis ventilatórias e metabólicas, associados ao LA, não parece estar relacionado à concomitante mudança no padrão de recrutamento das fibras musculares.

Hug et al.²⁴ avaliaram a resposta de oito grandes músculos de perna e coxa de ciclistas profissionais durante teste de esforço incremental (26W/min a partir de 100W). Os pontos de quebra do comportamento do RMS do sinal mioelétrico ocorreram em 100% dos voluntários para o músculo vasto lateral e em 50% para a porção lateral do gastrocnêmio, enquanto a avaliação dos músculos vasto lateral e bíceps da coxa permitem a determinação de dois pontos de quebra no comportamento do RMS, um abaixo do LA e outro coincidente com o ponto de compensação respiratória (PCR). Lucía et al.¹¹, aplicando um protocolo incremental, também encontraram dois pontos de quebra no RMS e que ocorreram em 52% (abaixo do LA) e 86% (similar ao PCR) da potência máxima, respectivamente.

Tal fato pôde ser explicado pelo fato da ocorrência do LA ser resultado do início do desequilíbrio entre a produção e utilização de lactato por todos os músculos envolvidos na atividade física, os quais produzem lactato em diferentes tempos. O limiar da EMG de um único músculo pode ser detectado, mas ao se utilizar o método de análise de gases expirados isto não é possível, tendo em vista que estes parâmetros obtidos refletem as respostas metabólicas de todos os músculos envolvidos.

Embora não havendo diferença significativa entre os valores de LA identificados, as correlações entre os valores de potência, FC e VO_2 no LA obtidas pela aplicação dos modelos matemáticos aos dados de RMS foram inferiores àquelas onde foram utilizados os dados FC e VCO_2 . Sakabe⁶ e Marães¹³, avaliando homens saudáveis meia-idade sedentários e jovens ativos, respectivamente, os valores de LA identificados pelo modelo de Hinkley não foram estatisticamente diferentes do valor obtido pelo padrão ouro e foram encontradas boas correlações entre as variáveis potências, FC e VO_2 no LA, identificado pelas variáveis FC, RMS e VCO_2 . No entanto os menores valores de correlação foram encontrados na aplicação do modelo aos dados de RMS. Os nossos dados são concordantes aos de Sakabe⁶ e Marães¹³, no que se refere aos menores valores de correlação na aplicação dos modelos matemáticos H e R aos dados de RMS, em relação aos identificados pelo padrão ouro.

CONCLUSÕES

Dessa forma, no presente estudo, por meio de ambos os modelos matemáticos foi possível identificar valores de LA semelhantes aos identificados pelo método padrão ouro, sendo que os modelos ajustaram-se melhor e igualmente, aos dados de FC. Ressalta-se a importância do presente trabalho por avaliar a aplicação de modelos matemáticos na identificação do limiar de anaerobiose de idosos, o que possibilitará uma prescrição de atividade física segura e adequada, a partir de uma ferramenta de baixo custo e de fácil obtenção, a frequência cardíaca.

Apoio: Capes, CNPq, FAPESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wasserman K, Hansen JE, Sue D, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing & interpretation: including pathophysiology and clinical applications. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
2. Chacon-Mikahil MPT, Forti VAM, Catai AM, Szrajter JS, Golfetti R, Martins LEB, et al. Cardiorespiratory adaptations induced by aerobic training in middle-aged men: the importance of a decrease in sympathetic stimulation for the contribution of dynamic exercise tachycardia. *Braz J Med Biol Res* 1998; 31(5): 705-712.
3. Catai AM, Chacon-Mikahil MPT, Martinelli FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R, et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res* 2002; 35 (6): 741-752.
4. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986; 60(6): 2020-2027.
5. Crescêncio JC. Determinação do limiar de anaerobiose ventilatório no exercício físico dinâmico em indivíduos saudáveis. Comparação entre métodos obtidos por análise visual e modelos matemáticos [dissertação]. Ribeirão Preto (SP): Universidade de São Paulo.; 2002.
6. Sakabe DI. Quantificação do limiar de anaerobiose durante exercício físico dinâmico: análise da resposta de variáveis cardiorrespiratórias e musculares [dissertação]. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos.; 2004.
7. Marães VRFS, Silva E, Catai AM, Novais LD, Moura MAS, Oliveira L, et al. Identification of anaerobic threshold using heart rate response during dynamic exercise. *Braz J Med Biol Res* 2005; 38: 731-735.
8. Ribeiro JP, Fielding A, Hughes V, Black H, Bochesse MA, Knutten HG. Heart rate break point may coincide with the anaerobic threshold and not the aerobic threshold. *Int J Sports Med* 1985; 6 (4): 220-224.
9. Hoffman P, Bunc V, Leitner H, Pokan R, Gaisl G. Heart rate threshold related to lactate turn point and steady-state exercise on a cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol* 1994; 69: 132-139.
10. Bunc V, Hoffman P, Leitner H, Gaisl G. Verification of heart rate threshold. *Eur J Appl Physiol* 1995; 70: 263-369.
11. Lucía A, Sánchez O, Carvajal A, Chicharro JL. Analysis of the aerobic-anaerobic transition in the elite cyclists during incremental exercise with the use of electromyography. *Br J Sports Med* 1999; 33: 178-185.
12. Bearden SE, Mofatt RJ. Leg electromyography and the VO₂-power relationship during bicycle ergometry. *Med Sci Sports Exer* 2001; 33 (7): 1241-1245.
13. Marães VRFS. Determinação do limiar de anaerobiose a partir da análise da frequência cardíaca, da eletromiografia de superfície e das variáveis ventilatórias e metabólicas durante exercício físico dinâmico [tese]. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos.; 2004.
14. Pessoti ER. Determinação do limiar de anaerobiose a partir da resposta da frequência cardíaca, da atividade mioelétrica, do consumo de oxigênio ao exercício físico dinâmico de homens de meia idade saudáveis e de hipertensos [dissertação]. Piracicaba (SP): Universidade Metodista de Piracicaba.; 2005.
15. Silva E, Catai AM, Trevelin LC, Guimarães JO, Silva Jr. LP, Silva LMP, et al. Design of a computerized system to evaluate the cardiac function during dynamic exercise. *Annals of World Congress of Medical Physics and Biomedical Engineering*; 1994. p. 409.
16. Freriks B, Hermens HJ. SENIAM 9. European Recommendations for Surface Electromyography, ISBN: 90-75452-14-4 (CD-ROM). Roessing Research and Development, 1999.
17. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive fieldtest in runners. *J Appl Physiol* 1982; 52: 869-873.
18. Oselik O, Kelestimur H. Effects of acute hypoxia on the determination of anaerobic threshold using the heart rate-work rate relationships during incremental exercise tests. *Physiol Res* 2004; 53: 45-51.
19. Vachon JA, Basset DR Jr, Clarke S. Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running. *J Appl Physiol* 1999; 87(1): 452-459.
20. Lucía A, Carvajal A, Pérez M, Boraita A, Serratos L, Chicharro JL. Heart rate response during incremental exercise in master runners. *Jap J Physiol* 2000; 50: 155-158.
21. Lucía A, Hoyos J, Santalla A, Pérez M, Carvajal A, Chicharro JL. Lactic acidosis, potassium, and the heart rate deflection point in professional road cyclists. *Br J Sports Med* 2002; 36: 113-117.
22. Nagata A, Muro M, Moritani T, Yoshida T. Anaerobic threshold determination by blood lactate and signals myoelectric. *Jap J Physiol* 1981; 31: 585-597.
23. Jammes Y, Zattara-Hartmann MC, Caquelard F, Arnaud S, Tomei C. Electromyographic changes in vastus lateralis during dynamic exercise. *Muscle Nerve* 1997; 20: 247-49.
24. Hug F, Faucher M, Kipson N, Jammes Y. EMG signs of neuromuscular fatigue related to the ventilatory threshold during cycling exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* 2003; 23: 208-214.
25. Petrofsky JS. Frequency and amplitude analysis of the EMG during exercise on the bicycle ergometer. *Eur J Appl Physiol* 1979; 41: 1-15.

RELAÇÃO ENTRE A MOBILIDADE DO TORNOZELO E PÉ E A MAGNITUDE DA FORÇA VERTICAL DE REAÇÃO DO SOLO

VIANNA DL ¹ E GREVE JMD ²

¹Universidade Paulista; Faculdades Metropolitanas Unidas, São Paulo, SP - Brasil

²Laboratório de estudo do movimento, Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, SP - Brasil

Correspondência para: Denise Loureiro Vianna, Rua Carlos Vicari, 124, Bairro: Pompéia, CEP : 05033-070, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: dlvianna@globo.com

Recebido: 09/11/2005 – Aceito: 07/06/2005

RESUMO

Objetivo: Verificar a relação entre a mobilidade do tornozelo e do pé, e o pico da força vertical de reação do solo, considerada como porcentagem do peso corporal, gerada durante a fase de apoio da marcha. **Métodos:** foram estudados pés normais do lado direito e esquerdo de 15 homens com $22,1 \pm 2,7$ anos (19-28) e 15 mulheres $24,20 \pm 5,24$ anos (19-34). Os parâmetros de exclusão foram: deformidades nos pés, doenças ou traumas, que pudessem acometer o sistema musculoesquelético e a marcha. A mobilidade do tornozelo e dos pés foi obtida através da goniometria da flexão plantar, dorsiflexão, extensão do hálux e extensão dos dedos, o pico da força vertical de reação do solo FRS, foi obtido pela baropodometria computadorizada do sistema FSCAN^R. A correlação entre ambas foi feita pelo teste estatístico de Spearman. **Resultados:** os indivíduos do grupo masculino apresentaram menores valores de mobilidade, e maiores valores do pico da força vertical de reação do solo, quando comparados com o grupo feminino. Não houve diferença entre os pés direito e esquerdo. No sexo feminino foi encontrada correlação negativa estatisticamente significativa entre os valores da flexão plantar e a força vertical, e entre os valores da extensão dos dedos e a força vertical. No sexo masculino, houve correlação negativa estatisticamente significativa entre os valores da dorsiflexão e a força vertical. Entre os demais valores não foi encontrada correlação significativa. **Conclusão:** Há relação entre a mobilidade e a força vertical gerada durante a marcha.

Palavras-chave: pé, mobilidade, força de reação do solo.

ABSTRACT

Relationship Between Ankle and Foot Mobility and the Magnitude of the Vertical Ground Reaction Force

Objective: To investigate the relationship between ankle and foot mobility and the peak of the vertical ground reaction force, as a percentage of body weight, generated during the gait stance phase. **Method:** Fifteen men with mean age of 22.1 ± 2.7 years (range: 19-28) and fifteen women with mean age of 24.20 ± 5.24 years (range: 19-34) with normal feet were studied. The exclusion criteria were foot deformities or a history of trauma or diseases that might have harmed both the musculoskeletal system and gait pattern. The ankle and foot mobility was obtained by means of goniometry on the plantar flexion, dorsiflexion, hallux extension and toe extension. The peak of the vertical ground reaction force was obtained by baropodometry using the FSCANTM system. The Spearman statistical test was used to identify correlations. **Results:** Males presented lower mobility values and higher peak values for the vertical ground reaction force, in comparison with females. There was no difference between the right and left foot. For females, there were statistically significant negative correlations between the values for plantar flexion and vertical force, and between the values for toe extension and vertical force. For males, there were statistically significant negative correlations between the values for dorsiflexion and vertical force. Among the remaining values, no significant correlation was found. **Conclusion:** There was a relationship between mobility and the vertical force generated during gait.

Key words: foot, mobility, ground reaction force.

INTRODUÇÃO

O pé humano constitui a base de apoio e propulsão para a marcha, sendo considerado um amortecedor dinâmico capaz de suportar, sem lesões, as cargas fisiológicas nele impostas^{1,2}. Esta capacidade se deve ao arranjo anatômico dos ossos, ligamentos e músculos, e dinamicamente, a adequada cinemática das diferentes articulações. Os movimentos dos pés são responsáveis pela absorção dos impactos, manutenção do equilíbrio e distribuição das forças³. Na literatura é possível encontrar estudos abordando a relação entre as alterações da cinemática dos pés e as forças plantares, em diferentes aspectos. Foi observado que o movimento de extensão dos dedos que ocorre na fase final do apoio, durante a marcha, é um importante evento para tornar o pé uma alavanca rígida, uma vez que ao tracionar a aponeurose plantar, esta se torna um reforço do arco plantar^{3,4,5}. A presença da extensão dos dedos, durante a marcha também contribui para a redução da pressão plantar da região do antepé, uma vez que permite que os dedos mantenham o contato com o solo, aumentando a superfície de contato⁶. Pacientes com limitação da amplitude articular de extensão do hálux, tendem a apresentar aumento da pressão plantar no antepé, principalmente sob a região do primeiro metatarso⁷. Foi observado ainda, que a redução da mobilidade articular do tornozelo de indivíduos com artrose nesta articulação, promove alterações na magnitude das cargas plantares, e na dinâmica da progressão da força vertical nas diferentes regiões dos pés⁸.

As alterações da cinemática normal dos pés também podem estar relacionadas com o surgimento de complicações em certas doenças. Estudos apontam que a limitação da mobilidade da articulação subtalar, têm relação com o aparecimento das úlceras plantares^{5,9}, sendo esta questão bastante investigada nas áreas ligadas ao atendimento dos pacientes em situações de risco, como nos pés neuropáticos^{10,11,12,13}. A redução da mobilidade articular também foi apontada como possível causa de dor nos atletas com pés cavos, quando comparados àqueles com os pés planos, fato que possivelmente se deve a maior rigidez apresentada pelos pés cavos, levando a menor deformação e absorção dos choques¹⁴. Observou-se ainda que na presença de limitações adquiridas da mobilidade, como nas cirurgias de artrose, impõe uma dinâmica anormal nos pés com sobrecarga⁸ ou mesmo compensação das demais articulações¹⁵.

Atualmente observa-se uma crescente redução da mobilidade fisiológica dos pés, causada possivelmente pelo uso de calçados e pelo sedentarismo. Entre os jovens é possível observar aqueles que já apresentam considerável redução da amplitude de movimento dos dedos dos pés, e até mesmo deformidades, que outrora ocorriam, em sua maioria, em idades mais avançadas. Estas alterações certamente vão acarretar alguma alteração na função dos pés. Ao observar a cinética da marcha, o pé é a primeira estrutura do corpo a entrar em contato com o solo, e, portanto o primeiro a

receber a força vertical gerada no contato, e assim transmiti-la para os demais segmentos. A interação da mobilidade dos pés e as forças envolvidas é um tema de grande abrangência não somente na presença da doença, mas na sua prevenção, onde o fisioterapeuta poderá atuar muitas vezes com a sua melhor ferramenta de trabalho, a cinesioterapia.

O objetivo deste trabalho foi verificar se existe correlação entre a mobilidade do tornozelo e pé, de homens e mulheres, e o pico da força vertical de reação do solo FRS, na fase de apoio da marcha utilizando os recursos da goniometria e do sistema FSCAN^R.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados os pés direito e esquerdo de 15 homens com idade média 22,1(±2,7) anos, mínimo 19 e máximo 28 anos e 15 mulheres com idade média de 24,20(±5,24) anos, mínima 19 e máxima 34 anos. Os critérios de inclusão foram: adulto jovem (18-40 anos), sem deformidades nos pés, ausência de doenças ou traumas que comprometessem a mobilidade do sistema musculoesquelético. Este trabalho foi devidamente analisado e aprovado pela comissão de ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Todos os participantes que concordaram em fazer parte deste estudo foram devidamente esclarecidos e assinaram o termo de consentimento padrão daquela comissão.

A mobilidade do tornozelo e pé foi obtida pela goniometria. Foram medidas as amplitudes de movimento passivas máxima da dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo e da extensão das cinco articulações metatarso-falângicas. Utilizou-se um goniômetro universal e um goniômetro de dedos. Para a realização das medidas da dorsiflexão e da flexão plantar, os participantes permaneceram sentados em uma maca tipo divã, com quadril, joelho e tornozelo em 90° e o goniômetro posicionado na face lateral do pé, um de seus braços acompanhando a linha da fíbula e o outro o quinto metatarso. A posição inicial para as medidas foi o pé a 90° graus em relação à perna, a partir da qual se mediu a dorsiflexão, e a flexão plantar passivas máximas¹⁶. Considerando que nas articulações dos dedos 2, 3 e 4 não é possível posicionar o goniômetro como nas demais articulações, optou-se por utilizar o goniômetro de dedos. Nestas medidas os participantes permaneceram sentados no divã, o goniômetro foi posicionado na face plantar dos pés, sob cada dedo, com um dos braços do goniômetro seguindo o metatarso e o outro acompanhou o deslocamento do dedo medido. Para a obtenção de apenas um valor para a amplitude da extensão dos cinco dedos, calculou-se uma média aritmética sendo este o valor considerado para a extensão dos dedos. Por se tratar de uma articulação que tem grande participação na marcha, a extensão do hálux também foi considerada separadamente. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador.

Para a obtenção do pico da força vertical de reação do solo (FRS), foi utilizado o sistema FSCAN[®] (versão 3.816), que utiliza palmilhas flexíveis dotada de sensores de carga, em toda a superfície, totalizando 960. As palmilhas são conectadas a transdutores fixados na perna dos indivíduos por meio de braçadeiras, dos quais partiram cabos coaxiais conectando as palmilhas ao microcomputador. O programa específico do sistema registra e analisa os dados colhidos. As palmilhas são recortadas de acordo com o tamanho do pé e inseridas no calçado. Foram utilizadas o mesmo tipo de meia em todos os participantes, o modelo foi a meia social masculina 90% poliéster, cedidas pelo laboratório, bem como o mesmo tipo de calçado para todos, o padrão foi o tênis modelo iate, o próprio laboratório dispõe de um par nas diversas numerações variando do 34 ao 45. Todos os tênis eram novos e utilizados apenas para exames. Cada participante teve seu calçado adequado à sua numeração e grau de conforto. Após a escolha do calçado cada participante pode deambular pela pista de exames para se familiarizar com o calçado e com o local de exames. Uma vez conectados ao sistema, e antes de cada exame, foi realizada a calibração utilizando o valor do peso corporal. Uma palmilha nova foi usada a cada exame. Todos os participantes foram orientados a caminhar por quatro vezes em uma pista de 12 metros em velocidade confortável de marcha. Durante esta caminhada o examinador dava o comando no teclado do computador, que iniciava a gravação da sequência dos passos. Foi gravada uma sequência de seis a oito passos. Cessada a coleta o programa traçou e exibiu na tela do computador, o gráfico da força vertical de reação do solo em função do tempo. Para evitar as interferências do início da marcha na pista e do final, foram selecionados apenas os quatro passos centrais. O valor do pico de força vertical em cada passo pôde ser obtido automaticamente segundo cada curva (passo) selecionada, calculou-se então a média aritmética. Para fins de normalização, o sistema foi programado para apresentar os valores da força vertical em kilograma-força para posteriormente ser calculada a porcentagem do peso corporal. Valor este considerado nas correlações.

A análise dos dados contou com o teste estatístico de Sperman para a verificação da correlação entre mobilidade e força. Considerando que foram medidos os pés direito e esquerdo, aplicou-se também o teste estatístico de Wilcoxon a fim de verificar a possibilidade de trabalhar com ambos os pés em um só grupo. Para observar se houve diferença entre os valores do grupo feminino e masculino aplicou-se o teste estatístico de Mann-Whitney. Para os testes foi considerado nível de significância quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os valores médios obtidos em cada uma das medidas realizadas encontram-se dispostos na tabela 1. Não houve diferença estatística entre os grupos quanto à idade. Não foi

encontrada diferença entre os pés direito e esquerdo em todas as variáveis tanto no grupo masculino quanto feminino, condição que permitiu unir os valores obtidos dos pés direito e esquerdo totalizando 30 pés avaliados. Foi encontrada diferença na mobilidade de homens e mulheres, exceto para a dorsiflexão. Por esta razão os grupos foram estudados separadamente. Não houve diferença entre os sexos para a FRS. Quando foram correlacionados as medidas da goniometria e o pico da FRS, no grupo masculino foi encontrada correlação de Sperman significativa entre a FRS e a dorsiflexão (figura 1). No grupo feminino a correlação estatisticamente significativa se deu entre a flexão plantar e a FRS (figura 2), entre a extensão do hálux e a FRS (figura 3) e entre a extensão dos dedos e a FRS (figura 4). Para as demais correlações não foi observado resultado estatisticamente significativo.

Tabela 1. Valores médios e o desvio padrão da goniometria expressos em graus e dos valores normalizados da força vertical de reação do solo pelo peso corporal expressos em porcentagem.

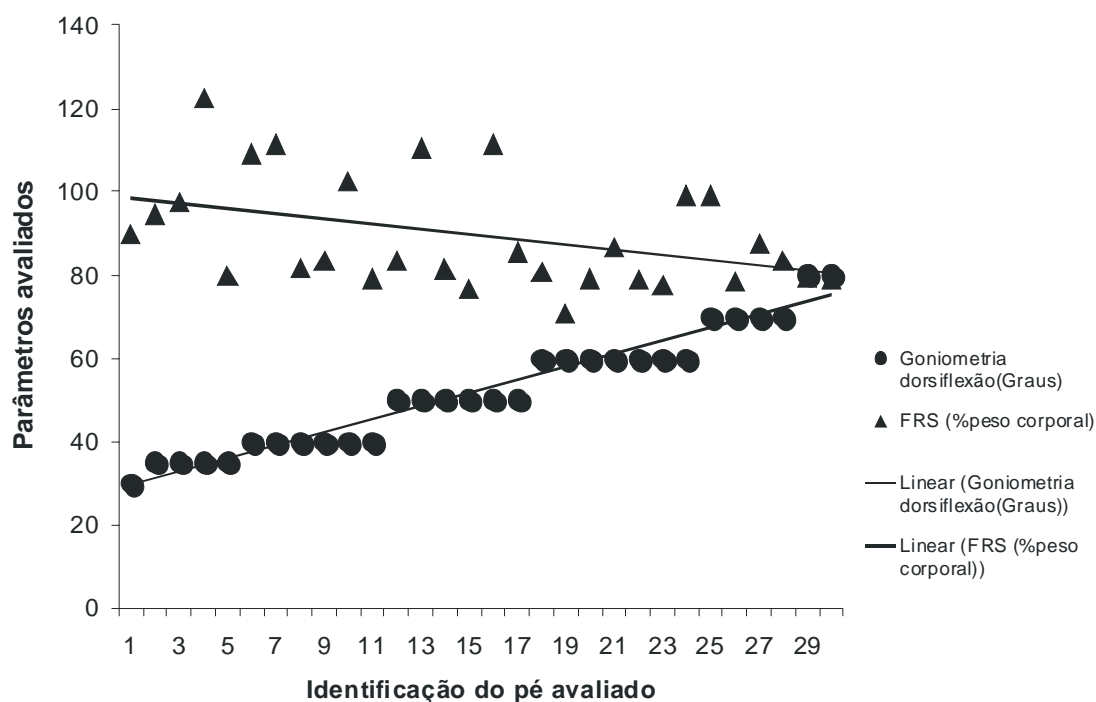
	N	Masculino		Feminino	
		Média	DP	Média	DP
Dorsiflexão	30	17,50°	4,50	19,16°	6,02
Flexão Plantar	30	41,83° *	9,04	52,33° *	14,18
Extensão hálux	30	67,50° *	11,35	73,16° *	8,35
Extensão dedos	30	67,83° *	11,36	74,25° *	7,65
Força vertical (%)	30	88,61%	20,46	89,33%	13,20

N= número de pés (direito e esquerdo) DP = desvio-padrão(*)
Diferença estatisticamente significativa entre os sexos feminino e masculino (Mann-Whitney, $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

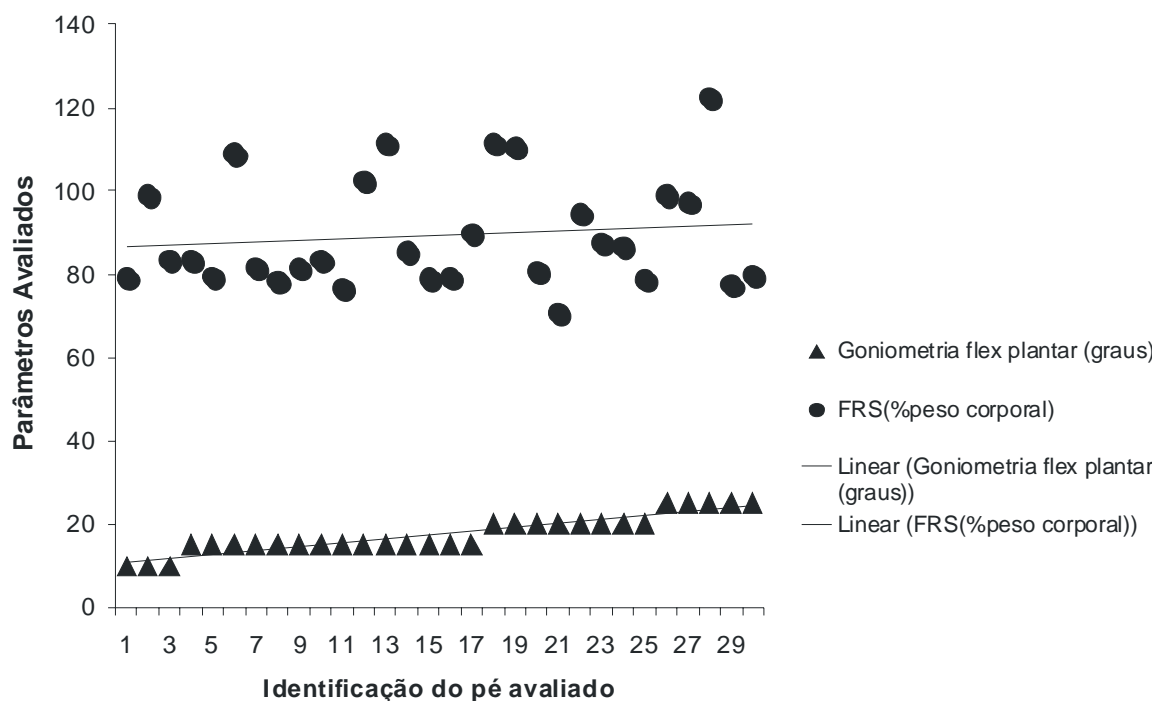
A análise quantitativa da mobilidade dos pés é limitada, devido à complexidade de suas estruturas, bem como à limitação técnica dos recursos disponíveis. O número significativo de articulações apresentando-se em planos e eixos diferentes torna a adequação de equipamentos para medição¹⁷ e metodologias de estudo bastante escasso, principalmente na área clínica onde a avaliação da mobilidade dos pés é parte essencial do exame funcional. Para desenvolver adequadamente suas funções principalmente os eventos da marcha, incluindo os aspectos cinemáticos e cinéticos, o pé necessita do perfeito funcionamento de todas as suas articulações. Conhecer os efeitos do mau funcionamento destes parâmetros também é função do fisioterapeuta durante sua avaliação.

O presente trabalho foi desenvolvido dentro do Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Universidade de São Paulo,



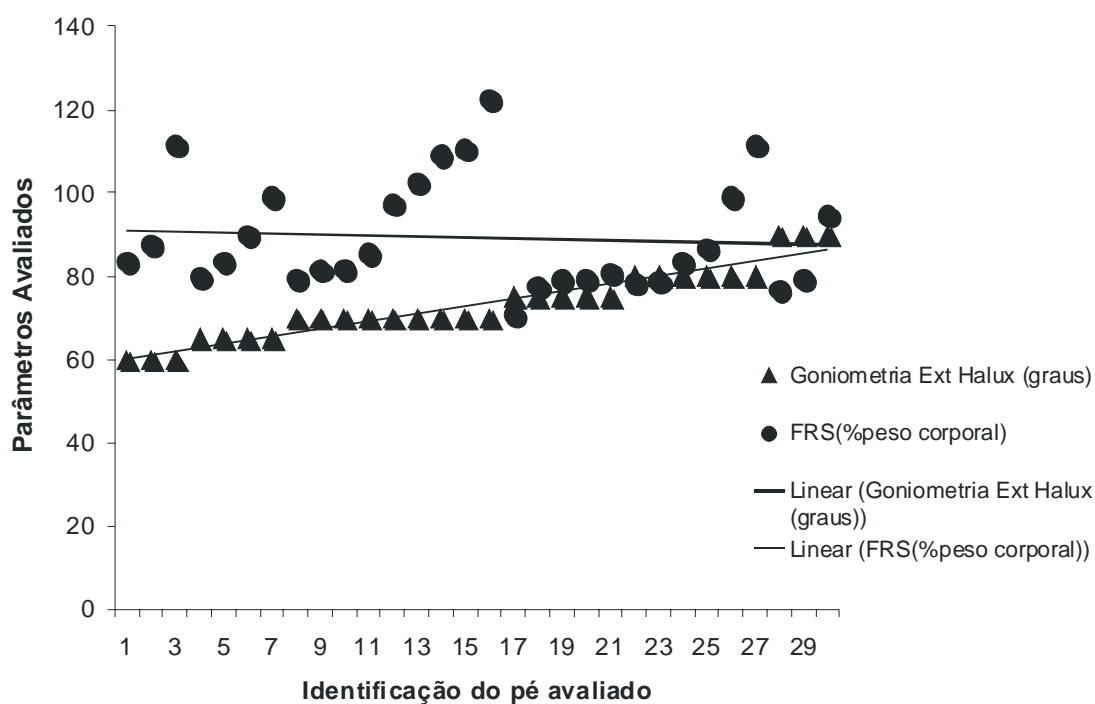
Correlação de Spearman significativa ($r = -0,399$).

Figura 1. Distribuição dos valores da goniometria de dorsiflexão do tornozelo e força de reação do solo (FRS), no grupo masculino, com as respectivas linhas de tendência.



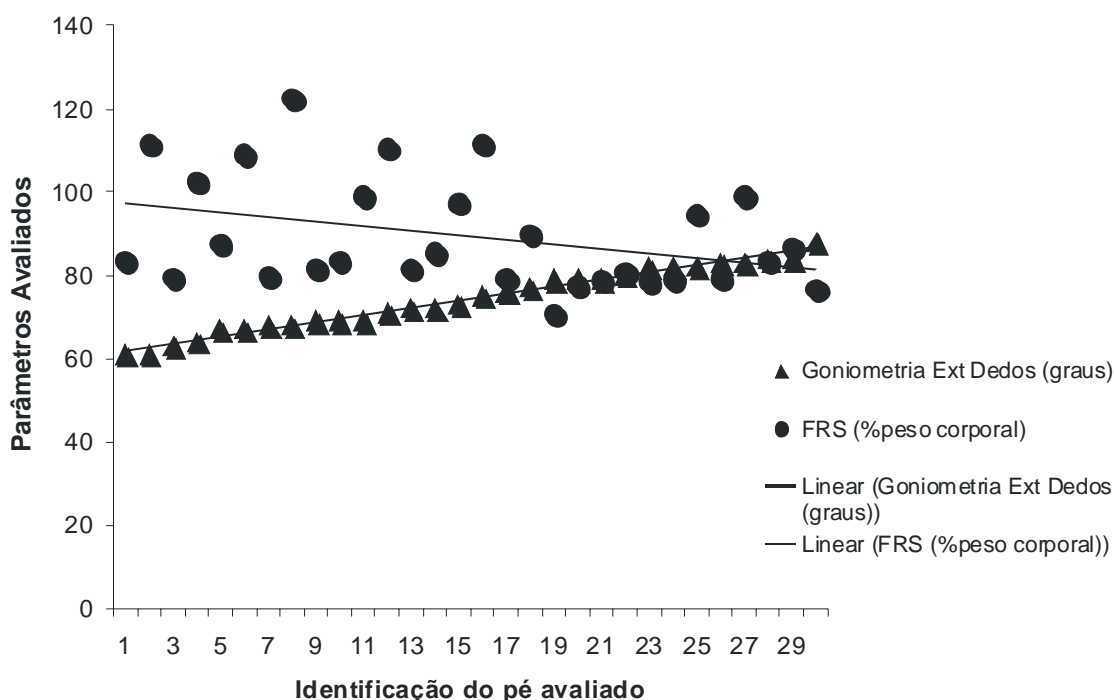
Correlação de Spearman significativa ($r = -0,411$).

Figura 2. Distribuição dos valores da goniometria da flexão plantar e a força vertical (FRS), no grupo feminino, com as respectivas linhas de tendência.



Correlação de Spearman significativa ($r = -0,386$).

Figura 3. Distribuição dos valores da goniometria da extensão do hálux e a força vertical (FRS), no grupo feminino, com as respectivas linhas de tendência.



Correlação de Spearman significativa ($r = -0,452$).

Figura 4. Distribuição dos valores da goniometria da extensão dos dedos e a força vertical (FRS), no grupo feminino com as respectivas linhas de tendência.

cujo laboratório é voltado para análise da função do sistema musculoesquelético, considerando principalmente as aplicações clínicas. Sendo assim, a necessidade de investigar até que ponto a redução da mobilidade interfere nas forças geradas na marcha, surgiu da observação dos indivíduos com doenças já instaladas, onde a mobilidade se apresentava ausente ou reduzida. A literatura já aborda esta questão tendo como foco as lesões e deformidades que promovem as alterações da mobilidade^{7,18,20}, sendo uma das principais áreas de estudo as alterações do pé diabético^{5,7,9,10,11,12,13}. Considerando os objetivos e metodologia adotada nos trabalhos levantados na literatura, não foi observada a investigação direta da relação entre a mobilidade e a força vertical gerada durante a marcha^{8,15}.

Empregou-se o sistema comercial FSCAN, destinado para análise das pressões plantares, por se tratar de um sistema simplificado com aplicabilidade clínica viável, que permite aos examinadores obterem dados quantitativos da marcha em tempo real e transportar suas informações para aplicabilidade clínica. Condição esta difícil de obter quando os indivíduos precisam ser encaminhados aos laboratórios fora dos centros de atendimento. Considerando a simplicidade do sistema e suas limitações, o estudo procurou se limitar a investigação dos indivíduos assintomáticos e a uma amostra com boa homogeneidade, principalmente quanto aos fatores de inclusão e a metodologia.

Foi observada homogeneidade entre as medidas dos pés direito e esquerdo (Wilcoxon), por esta razão os grupos passaram a ter um número de 30 pés. O mesmo não ocorreu com relação aos sexos (Mann-Whitney), desta forma trabalharam-se separadamente os sexos. As mulheres mostraram maior mobilidade articular que os homens. Todos os valores obtidos de amplitude de movimento articular se encontravam dentro dos parâmetros fisiológicos^{21,22}, obtidos também de forma estática.

Os valores do pico da FRS foram normalizados pelo peso corporal para fins de comparação entre indivíduos²⁴. Homens e mulheres apresentaram valores semelhantes da FRS, não houve diferença estatisticamente significativa (Mann-Whitney).

Na relação entre a FRS e a mobilidade, foi encontrada no grupo feminino, uma correlação negativa estatisticamente significativa entre a FRS e a flexão plantar, entre a FRS e a extensão dos dedos e entre a FRS e a extensão do hálux. No grupo masculino, foi obtida correlação negativa estatisticamente significativa entre a FRS e a dorsiflexão. Os resultados estatísticos apresentaram valores negativos de correlação indicando que à medida que um dos parâmetros tende a aumentar o outro tende a diminuir. Autores como Veves et al.¹⁰ e Fernando et al.¹² encontraram correlação entre a diminuição da mobilidade e o aumento dos valores da pressão plantar, entretanto não é possível uma comparação direta com nossos resultados uma vez que pressão e força são medidas

distintas, nem sempre onde há aumento do valor da força haverá aumento da pressão. D'Ambrogi et al.²⁴ estudaram entre outros parâmetros a mobilidade dos pés, a integral da força vertical pelo tempo e o tempo de aplicação desta força na superfície plantar, em indivíduos diabéticos. Os autores, entretanto, tiveram como objetivo comparar os dados entre os indivíduos com e sem diabetes e não fizeram a correlação dos dados dentro do mesmo grupo. Dois outros trabalhos investigaram os efeitos da diminuição da mobilidade gerada por cirurgias de artrodese, entretanto estes estudos também não correlacionam os valores da mobilidade com os da força vertical, seus estudos procuram associar a dinâmica dos movimentos com o comportamento da força vertical durante o desenrolar da marcha, nos pés com e sem a artrodese^{8,15}. Estes estudos, mesmo sem realizar a correlação dos valores da mobilidade e da força vertical, também corroboram com a hipótese de que alterações na mobilidade dos pés trazem interferência nas das forças plantares.

Apesar dos resultados não se repetirem da mesma maneira nos homens e nas mulheres, foram encontrados resultados estatisticamente significantes em ambos, mostrando que a redução da mobilidade interfere na força vertical gerada na marcha, mesmo para pés considerados normais. Possivelmente esta condição ao longo do tempo pode ser a justificativa para alguns quadros de pés dolorosos. A mobilidade é um aspecto importante e precisa ser levado em consideração durante a avaliação funcional dos pés, e a sua preservação é essencial para o bom funcionamento da dinâmica dos mesmos e de todo membro inferior.

Recomendamos para estudos futuros que a metodologia seja reproduzida em um laboratório de análise do movimento onde os valores da mobilidade possam ser adquiridos de forma dinâmica e sincronizados com os valores da força de reação do solo. Uma vez estabelecidos parâmetros para o estudo dos pés, estas correlações poderão ser estendidas para as demais articulações a fim de analisar o efeito que uma lesão nos pés poderá causar nas outras articulações. As limitações deste trabalho dizem respeito à tecnologia empregada, onde a mesma se destina principalmente a estudos clínicos, e à dificuldade em se estudar dinamicamente estrutura de tamanho reduzido e que se movimentam em planos diversos como as articulações dos pés.

CONCLUSÃO

Existe correlação negativa entre a mobilidade do pé e tornozelo e o pico de força vertical de reação do solo em ambos os sexos.

Agradecimentos: Laboratório de Estudo do Movimento do IOT-USP e Capes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kitaoka HB, Lundenberg A, Luo ZP, Na Kai-Nam. Kinematics of the normal arch of the foot and ankle under physiologic loading. *Foot Ankle* 1995; 16: 492-99.
2. Donaghue VM, Veves A. Foot pressure measurement. *Orthop. Phys. Ther. Clin. North Am.* 1997; 6: 1509-16.
3. Mann RA, Hagy JL. The function of the toes in walking, jogging and running. *Clin. Orthop* 1979; 142: 24-9.
4. Mueller MJ, Diamond JE, Delitto A, Sinacore DR. Insensitive, limited joint mobility, and plantar ulcers in patients with diabetes mellitus. *Phys. Ther* 1989; 69: 453-62.
5. Muller FB, Lamoreaux L. Significance of free dorsoflexion or the toes in walking. *Acta. Orthop Scand* 1979; 50:471-79.
6. Hughes J, Clark P, Klenerman L. The importance of the toe in walking. *J. Bone Joint Surg[BR]* 1990; 72: 245-51.
7. Birke JA, Cornwall MW, Jackson M. Relationship between hallux limitus and ulcerations of the great toe. *J. Orthop. Sport Phys. Ther* 1988; 10:172-76.
8. Beyaert C, Sirveaux F, Paysant J, Mole D, Andre JM. The effect of tibio-talar arthrodesis on foot kinematics and ground reaction force progression during walking. *Gait Posture* 2004; 20:84-91.
9. Delbridge L, Perry S, Marr S, Arnold N, Yue DK, Turtle JR, et al. Limited joint mobility in the diabetic foot: relationship to neuropathy ulceration. *Diabetic Med* 1988; 5: 333-37.
10. Veves A, Sarnow MR, Guirini JM, Rosenblum BI, Iyons TE, Chrzan JS, et al. Differences in joint mobility and foot pressures between black and white diabetic patients. *Diabetic Med* 1995; 12:585-89.
11. Birke JA, Franks DB, Foto JG. First ray limitation, pressure, and ulceration of first metatarsal head in diabetes mellitus. *Foot Ankle* 1995; 16:277-84.
12. Fernando DJS, Masson EA, Veves A, Boulton AJM. Relationship of limited joint mobility to abnormal foot pressures and diabetic foot ulceration. *Diabetes Care* 1999; 14: 8-11.
13. Sarnow MR, Veves A, Giurini JM, Rosenblum BI, Chzan JS, Habershaw GM. In-shoe foot pressure measurements in diabetic patients with at-risk feet and healthy subjects. *Diabetes Care* 1994; 17:1002-06.
14. Sneyers CJL, Lysens R, Feys H, Andries R. Influence of malalignment of the feet on the plantar pressures pattern in running. *Foot Ankle* 1995; 16: 624-32.
15. Galois L, Girard D, Martinet N, Delagoutte JP, Mainard D. Optoelectronic gait analysis after metatarsophalangeal arthrodesis of the hallux: fifteen cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2006; 92:52-9.
16. Marques AP. Manual de Goniometria. São Paulo: Editora Manole Ltda; 1979.
17. Razezghi M, Batt ME. Biomechanical analysis of the effect of orthotic shoe inserts. A review of the literature. *Sports Med* 2000; 29:425-38.
18. Minns RJ, Craxford AD. Pressures under the forefoot in rheumatoid arthritis. *Clin. Orthop* 1984; 187:235-42.
19. Carson MC, Hrrington ME, Thompson N, O'Connor JJ, Theologis TN. Kinematics analysis of a multi-segment foot model for research and clinical applications: a repeatability analysis. *J. Biomech* 2001; 34: 1299-1307.
20. Rodgers, MM. Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. *Phys. Ther* 1988; 68:1822-30.
21. Teixeira LF, Olney SJ. Anatomia funcional e biomecânica das articulações do tornozelo, subtalar e médio-társica. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo* 1997; 4: 50-65.
22. Oatis CA. Biomechanics of the foot and ankle under static conditions. *Phys Ther* 1988; 68:1815-21.
23. Oliveira GS, Greve JMD, Imamura M, Bolliger R. Interpretação das variáveis quantitativas da baropodometria computadorizada em indivíduos normais. *Revista do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo* 1998; 53: 16-20.
24. D'Ambrogio E, Giacomozzi C, Macellari V, Uccioli L. Abnormal foot function in diabetic patients: the altered onset of windlass mechanism. *Diabet Med* 2005; 22:1713-9

CRIAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO CORPORAL EM CRIANÇAS DE QUATRO, SEIS E OITO ANOS DE IDADE: UMA PERSPECTIVA FUNCIONAL

CURY RLSM E MAGALHÃES LC

Programa de Mestrado em Ciências de Reabilitação, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional,
Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG - Brasil

Correspondência para: Rosane Luzia de Souza Moraes Cury, Rua José Amaral, 255/102, Ouro Preto, CEP 31320-020, Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: rcury.prof@newtonpaiva.br

Recebido: 16/11/2005 – Aceito: 13/06/2006

RESUMO

Objetivo: O objetivo desse estudo foi criar um teste de equilíbrio corporal, em contexto funcional, e verificar sua adequação e aplicabilidade em um grupo de crianças brasileiras. **Método:** Os participantes foram 66 crianças, com desenvolvimento motor típico, idades cronológicas de quatro, seis e oito anos, selecionadas em três escolas de classe média. Cada grupo etário foi composto por 22 crianças, sendo 11 meninos e 11 meninas. O protocolo elaborado foi constituído por oito provas, distribuídas em dois circuitos. Todas as provas foram avaliadas por critérios quantitativos e qualitativos. Os critérios quantitativos referiram-se ao tempo gasto e ao número de passos e saltos corretamente executados nas provas correspondentes. A avaliação qualitativa, pontuada em escala ordinal de quatro pontos, foi baseada em verbos de ação. **Resultados:** Os resultados da correlação intraclass indicaram nível satisfatório de confiabilidade entre examinadores e a confiabilidade teste-reteste. Para a comparação do desempenho entre os três grupos etários foi utilizado o teste *Kruskal-Wallis* e, para localizar a diferença entre os grupos, o teste *U Mann-Whitney*. Crianças de quatro e oito anos apresentam diferença significativa de desempenho nas provas, tanto para critérios qualitativos quanto quantitativos. Observou-se, também, diferença no desempenho entre crianças de quatro e seis anos para algumas das provas avaliadas. Crianças de seis e de oito anos, de um modo geral, não apresentam diferenças nas provas de equilíbrio propostas. **Conclusão:** O instrumento tem potencial para uso clínico. Estudos futuros deverão verificar a utilidade clínica do protocolo em crianças que apresentam atraso no desenvolvimento motor.

Palavras-chave: avaliação, equilíbrio musculoesquelético, desenvolvimento infantil, confiabilidade, validade.

ABSTRACT

Creation of a Balance Assessment Protocol of Balance for Four, Six and Eight-Year-Old Children: A Functional Perspective

Objective: To create a body balance test within a functional context and verify its adequacy and applicability among a group of Brazilian children. **Method:** The participants were 66 children with typical motor development and chronological ages of four, six and eight years old, who were selected at three schools with middle-class intake. Each age group was composed of 22 children (11 girls and 11 boys). The test protocol was composed of eight tasks distributed in two circuits. All the tasks were scored by quantitative and qualitative criteria. The quantitative criteria were based on the time taken and the number of steps/jumps correctly performed in the corresponding items. The qualitative assessment was scored on a four-point ordinal scale, based on action verbs. **Results:** The intraclass correlations between examiners and the test-retest reliability were satisfactory. To compare the performance between the three age groups, the *Kruskal-Wallis* test was utilized, and to locate the differences between groups, the *Mann-Whitney U* test was used. There were significant differences in performance between the four and eight-year-old children in the tasks, both for qualitative and quantitative criteria. Differences in performance between the four and six-year-old children were also observed for some of the tasks assessed. Most of the differences between the six and eight-year-old children in the balance tasks examined were not significant. **Conclusion:** The assessment tool has potential for clinical use. Future studies should verify the clinical utility of the protocol among children presenting delayed motor development.

Key words: assessment, musculoskeletal balance, child development, reliability, validity.

INTRODUÇÃO

Por meio dos movimentos corporais a criança interage e atua de forma dinâmica no ambiente físico e social¹. Entretanto, para que a criança possa agir, é necessário ter como suporte básico o equilíbrio corporal². O equilíbrio ou manutenção da estabilidade está relacionado ao balanceamento entre forças internas e externas, que agem no corpo durante a realização de ações motoras³.

Na prática clínica, terapeutas recebem encaminhamento de crianças com alterações perceptivo-motoras variadas^{4,5}. Tais profissionais têm, como um dos objetivos, a avaliação das alterações de equilíbrio, visto que elas interferem na capacidade da criança para realizar suas atividades motoras diárias⁶. Com a crescente ênfase no embasamento científico para a prática clínica, que requer o uso de medidas válidas e fidedignas, os terapeutas têm sido encorajados a incorporar instrumentos padronizados no processo de avaliação⁷.

Vários instrumentos padronizados de avaliação motora infantil têm itens para a mensuração do equilíbrio corporal^{8,9,10,11,12}. No entanto, a maioria dos testes clínicos padronizados requer controle consciente, em vez de avaliar o equilíbrio como suporte para a realização de atividades funcionais supraposturais, como ocorre nas situações de vida real. Tarefas supraposturais são ações motoras, resultantes da interação intencional do executor com o ambiente, realizadas enquanto uma determinada postura é mantida¹³. Estudos recentes têm apontado para a necessidade de se desenvolver testes mais funcionais para avaliação de equilíbrio, visto que o equilíbrio corporal não “tem um fim em si mesmo”, mas seu valor está em facilitar o alcance de metas ou tarefas realizadas no cotidiano^{13,14,15}.

Na literatura, encontramos poucos instrumentos padronizados para crianças brasileiras. Uma referência clássica é o Exame Neurológico Evolutivo (ENE) desenvolvido por Lefèvre¹⁶ e, recentemente, compilado por Coelho¹⁷. O ENE é composto exclusivamente por provas neurológicas tradicionais. Seus dados, porém, não foram disponibilizados desde a publicação original.

O objetivo desse estudo foi criar um teste de equilíbrio corporal, em contexto funcional, e verificar sua adequação e aplicabilidade em um grupo de crianças brasileiras com desenvolvimento típico. Tal protocolo foi criado baseado em provas que constam de testes padronizados^{8,9,10,11,12}, mas modificados, para avaliar o equilíbrio corporal em contexto mais funcional, similar ao brincar, compatível com os interesses e motivações de crianças.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Participaram deste estudo 66 crianças com desenvolvimento motor típico, de quatro, seis e oito anos. Cada grupo etário foi composto por 22 crianças, onze meninos e onze

meninas. As crianças selecionadas constituíram amostra de conveniência, recrutadas em escolas de educação infantil e ensino fundamental da região da Grande Belo Horizonte, MG. Como o estado nutricional e o nível socioeconômico da criança podem influenciar o desenvolvimento motor, para obter uma amostra homogênea, foram selecionadas somente crianças de classe média, classificadas de acordo com avaliação do Setor de Assistência Social do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo¹⁸.

Materiais

Para a aplicação do protocolo foi utilizado um cronômetro (*microsplit HEUER*); uma bola amarela de borracha Nº 10 (*Mercur*) de 20 cm de diâmetro; uma fita métrica; um rolo de fita crepe adesiva de 2,0 cm de largura, para a marcação feita no chão; um metro de cordão de algodão colorido de 3,0 mm de grossura e uma cadeira de tamanho padrão. Foi confeccionado um alvo vermelho e azul de Etil Vinil Acetato (EVA) de 6,0 mm de espessura e 37 cm de diâmetro. Para as provas de salto, foram feitos dois suportes de madeira com ganchos de metal, que permitem regular a altura do cordão. Foram também confeccionadas sete placas de mesmo tamanho, 20 x 25 cm, com alturas e graus variados de complacência. Todas receberam uma camada de 2,0 mm de borracha natural antiderrapante na face que mantinha contato com o solo. Externamente, todas foram revestidas com capas de lycra *power fit* azul para que a criança não notasse, visualmente, as diferenças. As composições internas das placas seguiram três modelos básicos, criando superfícies com diferentes graus de complacência. Modelo (1) - placas rígidas, não complacentes, de resina polimérica conhecida como “borracha da Amazônia”, de 1,5 cm de espessura. Modelo (2) - placas com propriedades viscoelásticas, parcialmente complacentes, de resina polimérica e laminado de espuma, de 1,0 e 1,5 cm de espessura. Modelo (3) - placas com propriedades elásticas, complacentes, confeccionadas com espuma densidade média, de 3,0 cm de espessura.

Procedimentos

Inicialmente, o protocolo de teste foi aplicado em 23 crianças, que foram filmadas, com o consentimento dos pais, e o material produzido foi examinado para refinar os itens do teste e para definir critérios qualitativos de escore para cada prova. Finalizado o protocolo, outras sete crianças, correspondentes a 10% da amostra do estudo, na faixa etária de quatro a oito anos de idade, foram filmadas, exclusivamente para exame da confiabilidade entre examinadores. Nenhuma dessas crianças foi incluída na amostra final do estudo. Como os resultados indicaram confiabilidade satisfatória, foi feita revisão final dos itens e dado prosseguimento ao estudo.

Para a coleta dos dados, inicialmente, foi feita a medida longitudinal de um dos pés e a distância do chão até a borda inferior da patela da criança. As medidas foram realizadas no membro inferior dominante. A primeira medida, o dobro

do comprimento longitudinal do pé da criança, foi utilizada para estabelecer a distância entre as sete placas confeccionadas. A segunda medida foi utilizada para estabelecer a altura do cordão de algodão nas provas salto. A distância entre os suportes do cordão de algodão foi estabelecida pela medida da largura entre os ombros da criança. O alvo foi afixado na parede, com a borda inferior acima da altura dos olhos da criança. Após explicação e demonstração dos procedimentos do teste, foram dadas à criança duas oportunidades para desempenhar cada prova. A primeira tentativa foi considerada apenas como familiarização e, na segunda oportunidade, os dados foram coletados. As provas foram aplicadas, conforme descritas a seguir.

Circuito 1(a): Equilibrista/Caminhando nas nuvens (1)

A criança andava sobre uma linha de dois metros de comprimento, com o calcanhar de um pé encostando-se ao primeiro artelho do outro pé, pegava a bola colocada sobre uma cadeira e, em seguida, caminhava sobre sete placas de consistências e alturas variadas. Ao final deveria parar sobre a última placa e lançar a bola no alvo, colocado a uma distância de 1,0 m.

Circuito 1(b): Bailarino/Caminhando nas nuvens (2)

A criança andava sobre uma linha de dois metros de comprimento, na ponta dos pés, pegava a bola posicionada sobre a cadeira e, em seguida, caminhava sobre sete placas de consistências e alturas variadas. Ao final, deveria parar sobre a última placa e lançar a bola no alvo, colocado a uma distância de 1,0 m.

Circuito 2(a): Salto andando/ Saltos do coelho

A criança andava dois metros, parava e saltava um cordão posicionado à altura da borda inferior de suas patelas. Em seguida, pegava a bola posicionada sobre a cadeira e saltava, com os pés juntos, dentro de cinco quadros consecutivos, de 45 cm cada, marcados no chão. Ao final, lançava a bola no alvo.

Circuito 2(b): Salto correndo/ Saltos do saci

A criança corria dois metros e, sem parar, saltava um cordão posicionado à altura da borda inferior de suas patelas. Em seguida, pegava a bola colocada sobre a cadeira e, segurando a bola com as mãos, saltava, equilibrando-se em um pé só, dentro de cinco quadros consecutivos, de 45 cm cada, marcados no chão, com o pé dominante. Ao final, lançava a bola no alvo.

Todas as crianças foram avaliadas individualmente, sem filmagem, pela primeira autora, fisioterapeuta, na própria escola, em horários determinados pelas professoras que interferissem o mínimo possível com atividades de ensino. As avaliações foram realizadas em local tranquilo e espaçoso, na presença da examinadora e uma assistente. A examinadora observava atentamente o desempenho da criança, registrando

imediatamente os dados quantitativos e os critérios qualitativos. Os critérios quantitativos foram: o tempo total gasto para percorrer cada circuito e número de passos e saltos corretos. Os critérios qualitativos foram desenvolvidos, tendo como base verbos de ação, que descrevem as reações da criança durante o desempenho das provas: **sai da marca; exagera; hesita; olha, desequilibra e derruba**. Os itens qualitativos foram pontuados de acordo com escala ordinal de quatro pontos: (0) não apresenta; (1) apresentação discreta; (2) apresentação exagerada, e (3) falha, caso a criança não fosse capaz de realizar a prova. Para todos os circuitos, a criança foi instruída a atirar uma bola em um alvo, para desviar o foco de atenção da tarefa de manter o equilíbrio corporal. A criança não foi pontuada pelo desempenho ao atirar a bola ao alvo.

Para examinar a confiabilidade teste-reteste, dez crianças da amostra, três de quatro, três de seis e quatro de oito anos, foram testadas duas vezes, com intervalo de uma semana entre cada aplicação. Os pais de todos os participantes foram informados sobre os objetivos do estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - COEP - da UFMG (parecer ETIC 165/03 de 30/01/2004).

Análise de dados

Para a análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico SPSS (versão 10.7, SPSS Inc.). O coeficiente de correlação intraclass (CCI) foi utilizado para verificar confiabilidade entre examinadores e teste-reteste. As variáveis quantitativas foram examinadas quanto à distribuição normal (Shapiro-Wilk) e a homogeneidade de variância (Levine). Como estes pressupostos não foram confirmados para a maioria das variáveis, deu-se seguimento a análise dos dados com modelo não paramétrico. Para comparação do desempenho entre os três grupos etários, foi utilizando o teste de Kruskal-Wallis, adotando-se o nível de significância de 0,05. O teste U Mann-Whitney, foi utilizado para localizar a diferença entre os grupos. Neste caso, o nível de significância adotado foi de 0,0167, conforme correção de Bonferroni.

RESULTADOS

As Tabelas 1 a 5 apresentam os itens que obtiveram diferença significativa entre os grupos etários. As crianças de quatro e oito anos apresentaram diferenças evidentes de desempenho. Nos critérios quantitativos, as crianças de oito anos foram significativamente mais rápidas para a realização de todos os circuitos, obtendo resultados similares apenas para o **número de passos** na prova **bailarino**. As crianças de oito anos também apresentaram melhor desempenho que as de quatro anos na maioria das variáveis qualitativas, à exceção de **exagera**, que não foi significativo na maioria das provas, **hesita**, nas provas **bailarino**, **saltos do coelho** e **saltos do saci** e **derruba**, para as provas **caminhando nas nuvens** (1) e (2).

Tabela 1. Resultados para análise da variável tempo para realização dos circuitos 1(a), 1(b), 2(a) e 2(b).

Tempo (segundos)		4 anos	6 anos	8 anos	x^2	<i>p</i>
Circuito 1(a)	Mediana	39,0 ^c	43,0 ^c	31,0 ^{a,b}	13,65	0,001*
	Amplitude	17,0-80,0	24,0-60	15,0-49,0	-	-
Circuito 1(b)	Mediana	23,5 ^c	18,5	15,5 ^a	10,76	0,005*
	Amplitude	14,0-40,0	11,0-30,0	10,0-41,0	-	-
Circuito 2(a)	Mediana	19,5 ^{b,c}	15,5 ^{a,c}	13,0 ^{a,b}	27,61	<0,001*
	Amplitude	12,0-28,0	12,0-21,0	11,0-20,0	-	-
Circuito 2(b)	Mediana	13,0 ^{b,c}	9,5 ^a	9,0 ^a	18,73	<0,001*
	Amplitude	7,0-28,0	7,0-19,0	7,0-13,0	-	-

x^2 = estatística Qui-quadrado; * diferença significativa entre os grupos de acordo com *Kruskal-Wallis*; ^a = significativamente diferente em relação a quatro anos; ^b = significativamente diferente em relação a seis anos; ^c = significativamente diferente em relação a oito anos de acordo com *Mann-Whitney*.

Tabela 2. Resultados para a análise dos dados quantitativos e qualitativos do circuito 1(a).

Equilibrista		4 anos	6 anos	8 anos	x^2	<i>p</i>
Nº de passos	Mediana	4,5 ^{b,c}	9,5 ^a	9,0 ^a	20,47	<0,001*
	Amplitude	0-11	3-13	5-12	-	-
Sai da marca	Mediana	2 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	14,38	0,001*
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Exagera	Mediana	1,5	1	1	5,21	0,074
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Hesita	Mediana	0,5 ^c	0	0 ^a	7,11	0,029*
	Amplitude	0-2	0-1	0-1	-	-
Desequilibra	Mediana	0 ^c	0	0 ^a	10,46	0,005*
	Amplitude	0-2	0-2	0-1	-	-
Caminhando nas nuvens 1* *						
Sai da marca	Mediana	1 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	12,91	0,002*
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Exagera	Mediana	0	0	0	2,22	0,329
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Hesita	Mediana	1 ^c	1 ^c	0 ^{a,b}	13,32	0,001*
	Amplitude	0-2	0-2	0-1	-	-
Desequilibra	Mediana	1 ^c	1	0 ^a	21,72	<0,001*
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-

x^2 = estatística Qui-quadrado; * diferença significativa entre os grupos de acordo com *Kruskal-Wallis*; ^a = significativamente diferente em relação a quatro anos; ^b = significativamente diferente em relação a seis anos; ^c = significativamente diferente em relação a oito anos de acordo com *Mann-Whitney*. * * Os dados referentes à variável **derruba** não foram reportados na tabela, pois nenhuma criança derrubou a bola.

Tabela 3. Resultados para a análise dos dados quantitativos e qualitativos do circuito 1(b).

Bailarino/CN2		4 anos	6 anos	8 anos	χ^2	p
N ° de passos (Bailarino)	Mediana	7,5	7	6	0,59	0,745
	Amplitude	2-11	4-14	4-12	-	-
Sai da marca (Bailarino)	Mediana	1 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	14,40	0,001*
	Amplitude	2	0	0	-	-
Exagera (Bailarino)	Mediana	1,50	1	1	0,99	0,611
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Hesita (Bailarino)	Mediana	0	0	0	0,97	0,615
	Amplitude	0-1	0-2	0-1	-	-
Desequilibra (Bailarino)	Mediana	0,5 ^c	0	0 ^a	8,03	0,018*
	Amplitude	0-2	0-2	0-1	-	-
Sai da marca (CN2)	Mediana	0,5	0	0	6,40	0,041*
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Exagera (CN2)	Mediana	0	0	0	1,85	0,398
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Hesita (CN2)	Mediana	0,5 ^c	0	0 ^a	6,82	0,033*
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Derruba (CN2)	Mediana	0	0	0	2,00	0,368
	Amplitude	0-0	0-1	0-0	-	-
Desequilibra (CN2)	Mediana	1 ^{b,c}	1 ^a	1 ^a	15,65	<0,001*
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-

CN2 = Caminhando nas Nuvens 2; χ^2 = estatística Qui-quadrado; * diferença significativa entre os grupos de acordo com *Kruskal-Wallis*; ^a = significativamente diferente em relação a quatro anos; ^b = significativamente diferente em relação a seis anos; ^c = significativamente diferente em relação a oito anos de acordo com *Mann-Whitney*.

Observou-se, também, diferença no desempenho entre crianças de quatro e seis anos para algumas das provas. Dos 27 itens analisados pelo *Kruskal-Wallis*, doze (44,4%) demonstraram diferença estatística entre os grupos. Nos critérios quantitativos, as crianças de seis anos mostraram-se mais rápidas do que as de quatro anos nos circuitos que tiveram provas de salto - **salto correndo e andando, saltos do coelho e do saci**. Também houve diferença para **número de passos** no **equilibrista** e **número de saltos** no **saltos do saci**. As crianças de seis anos apresentaram melhor desempenho do que as de quatro anos nos critérios qualitativos apenas para as provas **salto andando** e **salto do saci**.

De um modo geral, não houve diferença significativa no desempenho entre as crianças de seis e oito anos de idade na realização das provas. No entanto, no presente estudo, embora as crianças de seis e oito anos tenham apresentado

desempenho qualitativo semelhante em todas as provas, exceto para **saltos do saci** – item **desequilibra**, as crianças de oito anos, como indicado na Tabela 1, foram mais rápidas nos circuitos 1 (a) – **equilibrista** e **caminhando nas nuvens** (1), e 2 (a) – **salto andando** e **salto do coelho**. Tais resultados sugerem que, embora crianças de seis anos tenham o mesmo desempenho que as de oito anos nos critérios qualitativos, parecem precisar ser mais cautelosas, gastando mais tempo, para realizar provas mais difíceis, como **equilibrista** e **salto andando**.

Para o teste-reteste foram encontrados CCI considerados muito bons, igual ou acima de 0,80, para 25 (62,5%) das 40 variáveis examinadas. Quatorze variáveis (35%) apresentaram coeficiente moderado de confiabilidade, entre 0,60 a 0,79. Apenas uma variável (2,5%) apresentou confiabilidade abaixo de 0,60.

Tabela 4. Resultados para a análise dos dados quantitativos e qualitativos do circuito 2(a).

Salto Andando		4 anos	6 anos	8 anos	x^2	<i>p</i>
Hesita	Mediana	2 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	16,17	<0,001*
	Amplitude	0-3	0-3	0-2	-	-
Desequilibra	Mediana	2 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	18,01	<0,001*
	Amplitude	0-3	0-3	0-2	-	-
Salto do Coelho* *						
Nº de pulos	Mediana	4,5 ^{b,c}	5 ^a	5 ^a	16,15	<0,001*
	Amplitude	0-5	2-5	3-5	-	-
Sai da marca	Mediana	0 ^c	0	0 ^a	12,39	0,002*
	Amplitude	0-2	0-1	0-0	-	-
Exagera	Mediana	0	0	0	2,10	0,350
	Amplitude	0-2	0-2	0-2	-	-
Hesita	Mediana	1	1	1	1,38	0,501
	Amplitude	0-2	0-2	0-1	-	-
Desequilibra	Mediana	0	0	0	4,15	0,126
	Amplitude	0-2	0-2	0-0	-	-

x^2 = estatística Qui-quadrado; * diferença significativa entre os grupos de acordo com *Kruskal-Wallis*; ^a = significativamente diferente em relação a quatro anos; ^b = significativamente diferente em relação a seis anos; ^c = significativamente diferente em relação a oito anos de acordo com *Mann-Whitney*. * * Os dados referentes à variável **derruba** não foram reportados na tabela, pois nenhuma criança derrubou a bola.

DISCUSSÃO

Como o estudo foi voltado para a criação de provas de equilíbrio, os resultados devem ser discutidos em termos das principais características psicométricas do instrumento, no caso, a confiabilidade entre examinadores e teste-reteste, e um aspecto da validade de construto, que é a habilidade para diferenciar o desempenho de crianças em idades variadas.

Para a confiabilidade entre examinadores, a maioria dos itens (92,5%) do protocolo proposto apresentou CCI acima do valor mínimo recomendado de 0,80¹⁹, sendo que, dentre estes, 78,4% dos itens apresentaram valores acima de 0,95. Três itens apresentaram confiabilidade de 0,77 o que, de acordo com Streiner e Norman²⁰, é aceitável, pois tais autores consideram 0,75 como o valor mínimo de confiabilidade para um instrumento clinicamente útil. Tais resultados indicam que o protocolo proposto pode ser administrado com acuidade por observadores treinados.

Para a confiabilidade teste-reteste, 62,5% das variáveis apresentaram confiabilidade acima do valor ótimo de referência ($\geq 0,80$) e 35% das variáveis tiveram valores considerados moderados, entre 0,60 a 0,79¹⁹. Estes resultados estão de

acordo com aqueles encontrados na literatura para teste-reteste de equilíbrio corporal em crianças. Os CCI dos diferentes itens do *Pediatric Clinical Test of Sensory Interaction for Balance*¹² variaram de 0,44 a 0,83 e os itens de equilíbrio do *Bruininks-Ozeretsky Test of Motor Proficiency*⁹ variaram de 0,49 a 0,64, dependendo da idade da criança.

Apenas a variável **hesita** na prova caminhando nas nuvens (1) apresentou confiabilidade teste-reteste abaixo de 0,60. Como essa variável apresentou boa confiabilidade entre observadores, é possível que inconsistências no desempenho das crianças tenham influenciado os resultados. Deve-se, no entanto, considerar que, em situações de teste-reteste, por mais que se procure minimizar variações relacionadas a mudanças no ambiente, no examinador e a erro específico do teste, existem ainda fatores relacionados à criança que estão sendo avaliadas⁸. Segundo Liao et al.⁴ o desempenho de crianças em tarefas de equilíbrio parece flutuar de uma sessão para a outra.

Quanto às diferenças entre as idades no desempenho das provas, foi observada variação ao longo das idades, mas esta diferença torna-se cada vez mais sutil conforme a criança fica mais velha. Experimentos laboratoriais indicam que de

Tabela 5. Resultados para a análise dos dados quantitativos e qualitativos do circuito 2(b).

Salto Correndo		4 anos	6 anos	8 anos	χ^2	p
Hesita	Mediana	0 ^c	0	0 ^a	7,67	0,022*
	Amplitude	0-3	0-3	0-1	-	-
Desequilibra	Mediana	0 ^c	0	0 ^a	9,95	0,007*
	Amplitude	0-3	0-3	0-1	-	-
Saltos do Saci						
Nº de saltos	Mediana	3 ^{b,c}	5 ^a	5 ^a	39,91	<0,001*
	Amplitude	1-5	0-5	4-5	-	-
Sai da marca	Mediana	2 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	41,83	<0,001*
	Amplitude	0-3	0-2	0-1	-	-
Exagera	Mediana	0 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	14,59	0,001*
	Amplitude	0-3	0-2	0-2	-	-
Hesita	Mediana	0	0	0	3,64	0,162
	Amplitude	0-3	0-2	0-1	-	-
Derruba	Mediana	0 ^{b,c}	0 ^a	0 ^a	17,45	<0,001*
	Amplitude	0-3	0-1	0-0	-	-
Desequilibra	Mediana	2 ^{b,c}	0 ^{a,c}	0 ^{a,b}	32,42	<0,001*
	Amplitude	0-3	0-2	0-0	-	-

χ^2 = estatística Qui-quadrado; * diferença significativa entre os grupos de acordo com *Kruskal-Wallis*; ^a = significativamente diferente em relação a quatro anos; ^b = significativamente diferente em relação a seis anos; ^c = significativamente diferente em relação a oito anos de acordo com *Mann-Whitney*.

sete a dez anos de idade a criança passa a apresentar desempenho, em provas de equilíbrio e marcha, semelhante ao do adulto²¹. É possível, portanto, que crianças de seis e oito anos avaliadas clinicamente, sem o uso de aparato sofisticado, tenham desempenho bastante semelhante.

Embora as provas **equilibrista, saltos do saci e salto andando** (Tabela 1, 4 e 5) tenham demonstrado melhor potencial para diferenciar o desempenho por idade do que seus similares, **bailarino, salto do coelho e salto correndo** (Tabela 2, 4 e 5), para estudos futuros, todas as provas dos circuitos deverão ser mantidas no protocolo, pois algumas delas foram de difícil execução para crianças de quatro anos. Na prova **salto do saci**, oito crianças de quatro anos (36, 4%) não foram capazes de realizar a prova, assim como sete crianças (31,8 %) na prova **salto andando** e quatro crianças (18,9%) na prova **salto correndo**. É importante que o protocolo mantenha a capacidade de abranger diferentes níveis de desempenho.

Embora os dados da confiabilidade entre examinadores e teste-reteste tenham sido satisfatórios, o critério qualitativo **exagera** não atingiu significância para a maioria das provas. Das seis provas dinâmicas avaliadas por este critério, em quatro delas a criança carregava a bola com as duas mãos, o que pode ter dificultado o uso de estratégias compensatórias de membros superiores. Além disto, é possível que, no contexto de movimento, este critério seja difícil de ser visualizado, sendo recomendado, portanto, que o mesmo seja retirado do protocolo de teste.

Para o critério qualitativo **derruba**, no total, apenas quatro crianças derrubaram a bola: uma criança de seis anos na **prova caminhando nas nuvens (2)**, duas de quatro anos e uma de seis anos no **salto do saci**. Todas derrubaram a bola apenas uma vez, recebendo escore (1). Embora poucas crianças tenham derrubado a bola, este critério deverá ser mantido, pois no estudo piloto, das 23 crianças participantes, 10 eram crianças com distúrbios motores leves e derrubaram a bola com frequência, o que pode ter significado diagnóstico. Novos

estudos, com crianças com distúrbios leves de coordenação motora, poderão confirmar tal hipótese.

Quanto à aplicação do protocolo, de um modo geral, as crianças consideraram o teste divertido e se mostraram motivadas a participar das diferentes provas. Ao serem dadas três opções para dizer o que acharam do teste, 64 crianças (97%) responderam “legal”, duas crianças (3%) responderam “mais ou menos” e nenhuma respondeu que era “chato”. A aplicação das provas em crianças de quatro anos foi mais demorada, cerca de 40 minutos, devido à dificuldade de concentração e menor persistência em relação às crianças mais velhas. Além disto, as crianças de quatro anos, por terem mais dificuldade na execução das tarefas, necessitaram de mais interrupções e explicações durante a realização do teste. As crianças de seis e, principalmente, de oito anos mostraram-se solícitas e concentradas ao serem testadas, levando apenas cerca de 20 minutos para concluir o teste.

Como a maioria dos testes motores existentes foram padronizados para crianças com desenvolvimento típico^{8,9,10,11,12}, optou-se por essa estratégia, verificando-se primeiro o potencial dos itens para diferenciar o desempenho por idade. Naturalmente, a próxima etapa do processo de validação do protocolo deve incluir crianças com alteração motoras.

CONCLUSÃO

O equilíbrio corporal é a base para a realização das ações motoras humanas. O protocolo de equilíbrio, proposto neste estudo, foi baseado no princípio de que o equilíbrio deve ser visto como suporte para atividades supraposturais e que há variações na intensidade e amplitude de oscilações corporais em função da tarefa a ser realizada, sem necessidade de controle consciente do equilíbrio corporal.

De acordo com os resultados deste estudo, pode-se afirmar que a confiabilidade entre examinadores e teste-reteste do protocolo proposto foram satisfatórias. Algumas provas mostraram-se mais eficientes para discriminar o desempenho das crianças por idade e o conjunto de todas as provas se mostrou adequado para avaliar diferentes níveis de habilidade de equilíbrio. Recomenda-se, em etapas futuras, que este protocolo seja aplicado em crianças com alterações motoras.

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Bolsa PQ nº 352564/1996-2) e à Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG (CDS-511/04) pelo suporte dado ao estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manoel E. Criança e desenvolvimento: algumas notas numa perspectiva etária. In: Krebs, RJ. Desenvolvimento Infantil em Contexto. Florianópolis: UDESC; 2001. P. 47-60.
2. Westcott SL, Burtne P. Postural control in children: implications for pediatric practice. *Movement Sciences* 2004; 24(1-2): 5-55.
3. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Revista Paulista de Educação Física* 2000; suppl 3: 79-88.
4. Liao HF, Mao PJ, Hwang AW. Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2001; 43: 180-186.
5. Willoughby C, Polatajko HJ. Motor problems in children with developmental coordination disorder: review of the literature. *The American Journal of Occupational Therapy* 1995; 49(8): 787-94.
6. Westcott S, Murray KH, Pence K. Survey of preferences of pediatric physical therapists for assessment and treatment of balance dysfunction in children. *Pediatr Phys Ther* 1998; 10: 48-61.
7. Missiuna C, Pollock N. Beyond the norms: need for multiple sources of data in the assessment of children. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics* 1995; 15(4): 57-71.
8. Ayres AJ. Sensory integration and praxis tests. Los Angeles: Western Psychological Services, 1987.
9. Bruininks RH. Bruininks-Oseretsky Test of motor proficiency. Minnesota: American Guidance Service, 1978.
10. Henderson SE, Sugden DA. Movement Assessment Battery for Children. London: The Psychological Corporation, 1992.
11. Miller LJ. Miller Assessment for Preschoolers. Littleton: Foundation for Knowledge in Development, 1982.
12. Richardson P. Performance of preschoolers on the pediatric clinical test of sensory interaction for balance. *The American Journal of Occupational Therapy* 1992; 46 (9): 793-800.
13. Stoffregen TA, Pagulayan RJ, Bardy BB, Hettinger H. Modulating postural control to facilitate visual performance. *Human Movement Science* 2000; 19: 203-20.
14. Mcnevin NH, Wolf G. Attentional focus on supra-postural tasks affects postural control. *Human Movement Science* 2002; 21: 187-202.
15. Strepey JW, Angulo-Kinzler RM. The role of task difficulty in control of dynamic balance in children and adults. *Human Movement Science* 2002; 21: 423-438.
16. Lefèvre AFB. Exame neurológico evolutivo. São Paulo: Ed. Sarvier, 1976.
17. Coelho MS. Avaliação neurológica infantil nas ações primárias de saúde. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999.
18. Souza AM. Funcionamento intelectual de drogadicteos através do Rorschach. *Boletim de Psicologia* 1995; 14 (103): 105-24.
19. Burtner PA, Wilhite C, Bordegaray J, Moedl D, Roe RJ, Savage AR. Critical review of visual perceptual tests frequently administered by pediatric therapist. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics* 1997; 17: 39-61.
20. Streiner DL, Norman GR. Reliability In: *Health Measurement Scales: A Practical Guide to their Development and Use*. 3. ed. Oxford, Oxford University; 2003. P. 126-152.
21. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Postural control In: *Motor Control: Theory and Practical Applications*. 2. ed., Baltimore: Williams e Wilkins; 2001. P. 163-191.

TESTE DE LABIRINTO: INSTRUMENTO DE ANÁLISE NA AQUISIÇÃO DE UMA HABILIDADE MOTORA

SOUZA DE, FRANÇA FR E CAMPOS TF

Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN - Brasil

Correspondência para: Dra. Tania Fernandes Campos, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Av. Gal. Gustavo Cordeiro de Farias, s/n, Petrópolis, CEP 59010-180, Natal, RN - Brasil, e-mail: taniacampos@ufrnet.br

Recebido: 04/07/2005 – Aceito: 26/06/2006

RESUMO

Contexto: A análise da aquisição de uma habilidade motora através de instrumento simples e fácil pode auxiliar no diagnóstico e no tratamento fisioterapêutico. Objetivo: O estudo se propôs a verificar se o teste de labirinto pode ser utilizado como um instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora, através de medidas, tais como, tempo de execução e número de tentativas para estabilizar o desempenho, sob a influência de pistas visuais. Método: A amostra consistiu de 70 estudantes universitários saudáveis do sexo masculino, de 20 ± 2 anos, divididos em dois grupos que fizeram testes de labirinto com e sem pistas visuais. Foram realizadas 30 tentativas e dois testes de retenção. Os dados foram analisados pela ANOVA two-way de medidas repetidas (Newman-Keuls *post hoc*). Resultados: Verificou-se diferença significativa no tempo de execução entre as tentativas com estabilização do desempenho a partir da 8ª tentativa no labirinto sem pistas e da 6ª tentativa no labirinto com pistas, se mantendo após os testes de retenção. No teste de labirinto com pistas a estabilização ocorreu mais cedo e o tempo de execução do movimento foi maior. Conclusões: As evidências encontradas mostraram que o teste de labirinto permite identificar a quantidade adequada de prática para treinar uma habilidade motora e verificar a influência da pista visual na estabilização do desempenho, sugerindo um instrumento a ser utilizado na Fisioterapia.

Palavras-chave: teste de labirinto, habilidade motora, aprendizagem motora.

ABSTRACT

Maze Test: Instrument for Analyzing the Acquisition of Motor Skills

Background: Analysis of the acquisition of motor skills by means of a simple and easily used instrument may assist in physiotherapeutic diagnosis and treatment. Objective: To verify whether the maze test can be used as an instrument for analyzing the acquisition of motor skills, by means of measurements such as the time taken and number of attempts required for performance stabilization, under the influence of visual clues. Method: The sample consisted of 70 healthy male university students, aged 20 ± 2 years, divided into two groups that underwent maze tests with and without visual clues. Thirty attempts were made and two retention tests were performed. The data were analyzed using two-way ANOVA with repeated measurements (with *post hoc* Newman-Keuls test). Results: There were significant differences in the time taken between attempts, with performance stabilization from the eighth attempt in the maze without clues and from the sixth attempt in the maze with clues, and this was maintained after the retention tests. In the maze test with clues, stabilization occurred earlier and the time taken to perform the movement was greater. Conclusion: The evidence showed that the maze test enables identification of the appropriate quantity of practice for training motor skills and verifying the influence of visual clues on performance stabilization of performance, thereby suggesting that this instrument can be used in physical therapy.

Key words: maze test, motor skill, motor learning.

INTRODUÇÃO

A investigação dos mecanismos e processos envolvidos na aquisição de habilidades motoras e dos fatores que afetam a aprendizagem é de fundamental importância para a Fisioterapia, podendo auxiliar no diagnóstico de patologias neurológicas e contribuir para a planificação das estratégias de tratamento.

A aprendizagem motora é caracterizada como uma mudança na capacidade de executar atividades em função da prática ou experiência, sendo a melhora do desempenho a cada tentativa e a retenção após um intervalo de tempo consideradas prioritariamente como medidas de análise do processo¹. Um dos modelos teóricos especifica que a aprendizagem motora ocorre em três estágios: o estágio cognitivo, que envolve a seleção do estímulo, percepção e desenvolvimento de um programa motor, se caracterizando por uma grande quantidade de erros de desempenho e elevado nível de processamento cognitivo; o estágio associativo, que apresenta menor quantidade de erros, assim como, necessidade de *feedback* visual e do monitoramento cognitivo; e o estágio autônomo, no qual os aspectos mais importantes da tarefa são refinados com a prática e os componentes espaciais e temporais do movimento tornam-se bem organizados². Nesse sentido, um dos objetivos do tratamento fisioterapêutico é capacitar o indivíduo a fazer a transição do estágio cognitivo para o autônomo, utilizando *feedback* visual ou auditivo fundamentalmente para detecção e correção de erros.

Na sequência de procedimentos realizados durante o processo de aprendizagem e reaprendizagem motora, o fisioterapeuta após preparar o plano de tratamento deve transmitir ao paciente as informações nele contida de uma forma sequencial e ordenada. Estas informações precisam estar relacionadas basicamente ao objetivo e o modo de execução da atividade funcional. O movimento executado pelo paciente é, então, observado e avaliado pelo fisioterapeuta que utiliza as informações obtidas para auxiliá-lo nas próximas tentativas³. Entretanto, adquirir ou readquirir uma habilidade motora não é um processo simples, tendo em vista os diversos fatores envolvidos em cada etapa. O paciente deverá saber o que praticar e ser capaz de impedir respostas motoras incorretas. De acordo com esses aspectos, seria de fundamental importância que a Fisioterapia pudesse utilizar instrumentos ou protocolos simples e de fácil aplicação que permitissem a análise dos fatores envolvidos na aquisição de habilidades motoras. A identificação da quantidade de prática necessária para o treinamento dos componentes de uma habilidade, além da análise dos efeitos de dicas durante a realização de uma tarefa, influenciaria diretamente o processo terapêutico.

Estudos para avaliar funções cognitivas e motoras têm utilizado diferentes tipos de teste, alguns incluem padrões

gráficos, outros empregam testes de trilhas e muitos deles realizam testes de labirinto^{4,5,6,7,8}.

Foi realizado um estudo que utilizava um padrão gráfico, a fim de investigar a estabilização de uma habilidade motora, onde os autores conseguiram mostrar que esse tipo de tarefa pode ser usada para analisar a formação de um programa de ação organizado hierarquicamente, observando a macroestrutura, expressa nos aspectos invariantes da habilidade motora, estando assim relacionada à consistência (estabilidade) e a microestrutura, expressa nos aspectos variantes estando relacionada à desordem e à variabilidade⁴.

O teste de trilhas é frequentemente utilizado na prática clínica e em pesquisas neuropsicológicas como medida da função executiva, que compreende a capacidade para planejar, organizar e efetuar ações e comportamentos. Na primeira parte do teste é apresentada uma folha com 25 círculos numerados, distribuídos ao acaso, que devem ser unidos em uma linha contínua. Na segunda, os círculos apresentam 13 números e 12 letras, que devem ser unidos alternadamente (1-A, 2-B, etc). Os erros são apontados e devem ser corrigidos pelo próprio participante. O teste é encerrado após três erros ou em 5 minutos⁵.

Nos testes de labirinto têm-se a possibilidade de avaliar diversos aspectos neuropsicológicos, tais como, função executiva, aprendizagem espacial e memória implícita. O labirinto em cruz elevado é o modelo mais utilizado em estudos com animais e recentemente foi empregado para o desenvolvimento de novos fármacos e para o conhecimento das bases neurobiológicas da ansiedade⁶. O labirinto radial foi empregado para verificar a integridade de áreas cerebrais de ratos, como o córtex frontal e entorrinal e o hipocampo, avaliando a memória espacial após o uso de anestésicos, sedativos e fármacos colinérgicos utilizados no tratamento da Doença de Alzheimer e na Demência dos Corpos de Lewy^{9,10}.

Na literatura ainda existe uma escassez de estudos abordando o desenvolvimento de instrumentos que analisam a estabilização do comportamento motor^{11,12}. A definição de um teste experimental é difícil e deve ser embasada na necessidade de identificar e combinar os componentes da atividade motora na mesma tarefa, nesse sentido, tem sido proposto que as habilidades gráficas atendem esses aspectos¹¹. A curva de desempenho global, observada através da aplicação de um teste, pode expressar a aquisição de uma habilidade motora, na qual se verifica que o desempenho é aperfeiçoado ao longo de várias tentativas, em seguida, estabiliza-se não sendo facilmente perturbado por estímulos externos. Outra forma objetiva para verificar a estabilidade do sistema motor refere-se à introdução de uma modificação da tarefa que gere uma perturbação a esse estado⁴. A persistência do desempenho alcançado mesmo após um intervalo de tempo garante que houve a retenção das informações obtidas^{11,12}.

Para a realização do presente estudo utilizou-se um labirinto desenvolvido pelo Departamento de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, disponibilizado através do site www.mat.ufrgs.br/~edumatec/software/softw.htm#wincarc. Em “Winarc”, é possível fazer o “Download” e em seguida selecionar “Mazes”. Para abrir o labirinto vai em “Settings” e depois em “Overview”. Para começar a solucionar o labirinto vai em “Esc” e seguida movimentar-se com as setas do teclado. Esse programa permite modificar facilmente o labirinto, alterando-se o tamanho e a complexidade através do aumento do número de rotas ou saídas, contribuindo para maior demanda de funções cognitivas e motoras. O labirinto utilizado no estudo foi adaptado com um tamanho menor, apresentando poucas rotas para a solução.

O estudo se propôs a verificar se o teste de labirinto pode ser utilizado como um instrumento de análise da aquisição de uma habilidade motora, através das medidas de tempo de execução e número de tentativas para estabilizar o desempenho, sob a influência de pistas visuais. Considerou-se que a solução do teste de labirinto envolve a operacionalização da intenção de movimentar-se para alcançar um objetivo e a estabilização do desempenho pode indicar a utilização de estratégias cognitivas e formação de um programa de ação.

METODOLOGIA

Sujeitos

Participaram deste estudo 70 indivíduos jovens, saudáveis, do sexo masculino e estudantes universitários, com média de idade de 22 ± 2 anos, divididos em dois grupos para realizar o teste de labirinto sem pistas ($n=35$) e com pistas ($n=35$). Os critérios de exclusão adotados foram: lateralidade sinistral e evidências clínicas de alteração na saúde geral e no membro superior direito.

Procedimentos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa através do processo nº 51/03. Antes do início dos testes os procedimentos da pesquisa foram devidamente explicados e os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os indivíduos foram avaliados através do CIRS (Cumulative Inness Rating Scale)¹³ para verificar ausência de patologias, principalmente comprometimentos osteomioarticulares do membro superior direito. Também foram avaliados através da ficha de dominância lateral¹⁴. A coleta de dados foi realizada à tarde, das 14:30 às 16:30 h.

Foram realizados inicialmente 30 labirintos, solucionados um de cada vez ao sinal de uma campainha. O teste foi repetido depois de uma tarefa distratora (teste de memória com dígitos) e de um intervalo de quinze minutos, totalizando 32 labirintos. Cada labirinto apresentava apenas uma entrada à esquerda e uma saída à direita. Foram registradas medidas de desempenho tais como, tempo para completar a tarefa e número

de tentativas para estabilização do desempenho. Nas figuras dos labirintos com pistas, foram colocados seis traços em locais pré-determinados, no terço inicial, médio e final, desenhados como pistas da rota de solução (Figura 1).

Análise Estatística

Através da ANOVA two-way de medidas repetidas foi analisado o desempenho (tempo de execução do teste) em função das tentativas realizadas e do uso de pistas visuais, verificando-se as possíveis diferenças entre as 30 tentativas, tarefa distratora (31ª tentativa) e intervalo de retenção (32ª tentativa) e entre os grupos que utilizaram ou não as pistas visuais. Na análise *post hoc* foi utilizado o teste de Newman-Keuls. Os dados foram analisados utilizando o programa Statistica 5.0, atribuindo-se o nível de 5%.

RESULTADOS

De acordo com a ANOVA two-way de medidas repetidas verificou-se diferença significativa no tempo de realização do teste entre as tentativas, no teste de labirinto sem pistas ($F_{(31,930)} = 9,45$; $p < 0,0001$) e com pistas ($F_{(31,930)} = 8,89$; $p < 0,0001$). Após a aplicação do teste de Newman-Keuls, observou-se estabilização do desempenho a partir da 8ª tentativa no labirinto sem pistas e a partir da 6ª tentativa no labirinto com pistas, não sendo mais encontrada diferença significativa entre as tentativas.

Para ambos os tipos de labirinto, não houve diferença significativa no tempo de execução entre a 30ª, 31ª e 32ª tentativas (Figura 2), confirmando a confiabilidade do teste em identificar o momento de estabilização do desempenho, visto que os sujeitos foram capazes de manter o desempenho adquirido após perturbação e no teste de retenção.

Das 32 tentativas realizadas, observou-se que não ocorreu diferença significativa entre os grupos na segunda ($p < 0,349$), terceira ($p = 0,501$), quarta ($p < 0,136$), sexta ($p = 0,143$), sétima ($p = 0,525$) e oitava ($p = 0,252$). Nas demais tentativas foram encontradas diferenças significativas com $p < 0,05$ (Figura 2).

DISCUSSÃO

Os resultados indicaram a possibilidade do teste de labirinto ser utilizado para análise da aquisição de uma habilidade motora. Observou-se que os perfis do tempo de execução do teste de labirinto quando realizado com e sem pistas comportaram-se como uma curva específica de desempenho, ou seja, com grande variação no início e menor ou nenhuma no final da prática, sendo possível verificar o momento de estabilização do desempenho para cada teste realizado.

A estabilização do desempenho no teste se manteve após a tarefa distratora e intervalo de retenção, em ambos os tipos de labirinto, confirmando a manutenção das informações adquiridas durante as tentativas anteriores, sugerindo que o

indivíduo passou a entender a estrutura do padrão de ação a ser realizado e em seguida, armazenaram as informações adquiridas, resultados semelhantes aos encontrados no estudo que utilizou um padrão gráfico⁴. Entretanto, segundo a literatura, a estabilização leva a estados temporários que podem ser alterados à medida que se modifica a complexidade da tarefa¹². Labirintos mais complexos podem ser utilizados para analisar a relação estabilidade-instabilidade-estabilidade do comportamento motor.

A solução do labirinto sem pistas ocorreu mais tarde, porém o tempo de execução foi menor, enquanto que a do labirinto com pistas ocorreu mais cedo e com um tempo maior.

Possivelmente a pista visual auxiliou no planejamento da estratégia de solução do labirinto, porque já indicava o caminho a ser percorrido, no entanto, pode ter prejudicado o tempo de execução em função da necessidade de ligar os traços presentes no labirinto. Por outro lado, esse resultado pode indicar a atuação de mecanismos de controle motor na realização da tarefa. Quando o movimento é lento, o controle é dominado pelo processo de *feedback*, todavia, se o movimento é rápido, então os componentes do circuito aberto tendem a dominar. O comportamento motor não é controlado exclusivamente por um circuito aberto ou fechado, mas uma combinação de ambos¹⁵. Nesse sentido, observa-se que a pista

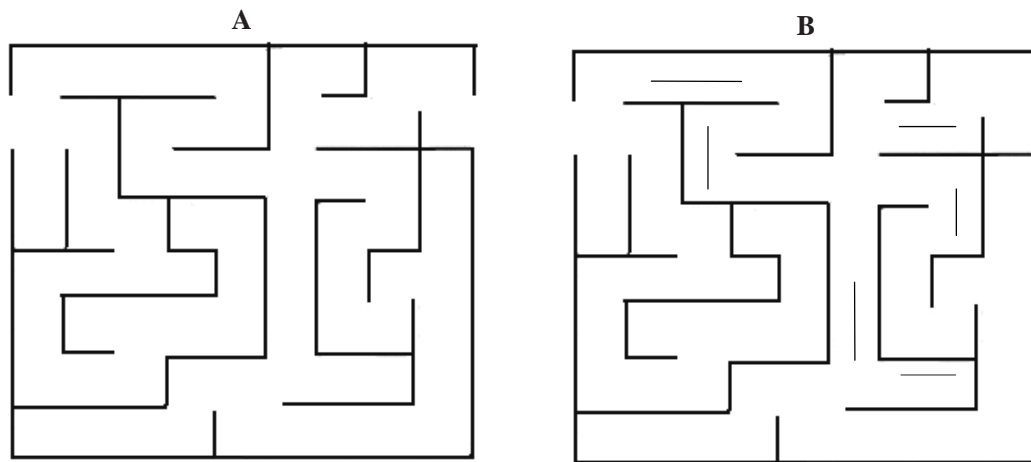


Figura 1. Labirintos com uma entrada à esquerda e uma saída à direita, desenhados sem pistas (A) e com pistas (B). As pistas visuais são seis traços colocados no terço inicial, médio e final do labirinto, indicando a solução correta.

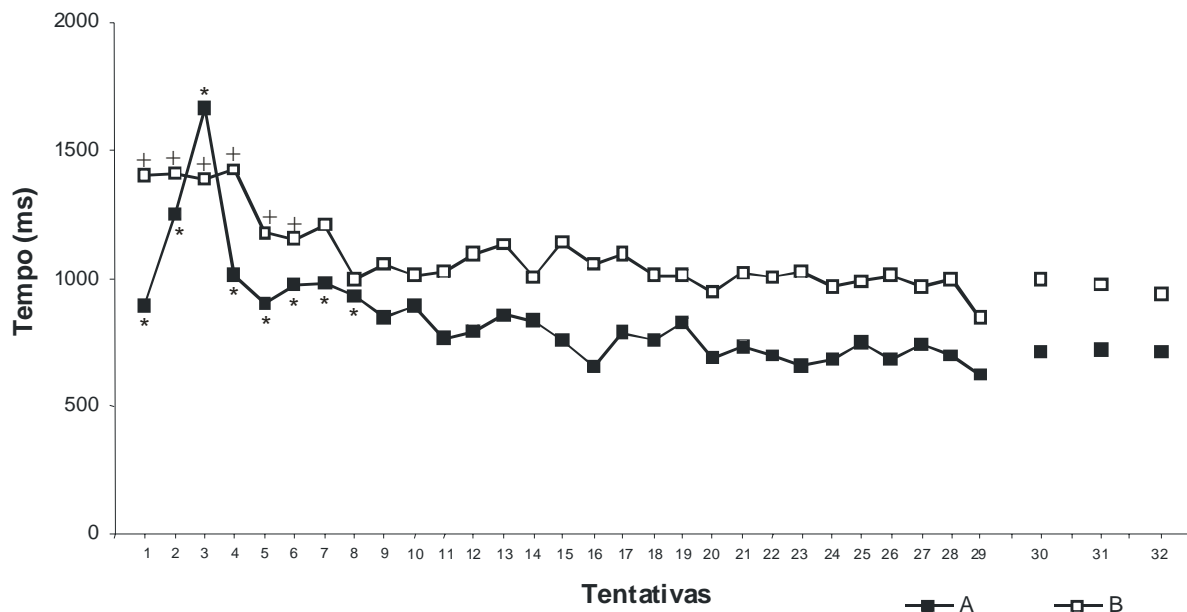


Figura 2. Médias do tempo de execução dos testes de labirinto sem (A) e com pistas visuais (B). Diferenças entre as tentativas (Sem pistas: $F_{(31,930)} = 9,45$; $p < 0,0001$; com pistas: $F_{(31,930)} = 8,89$; $p < 0,0001$) foram encontradas, com estabilização do desempenho a partir da 8ª tentativa para labirintos sem pistas e da 6ª para labirintos com pistas, a qual se manteve após tarefa distratora e intervalo de retenção (31ª e 32ª tentativas, respectivamente).

visual, ainda pouco utilizada durante a realização da fisioterapia, além de ser importante para demonstração da atividade ou função a ser aprendida, contribui para a identificação de possíveis erros de execução e para os mecanismos de correção¹².

Embora a diferença no número de tentativas para estabilização do desempenho ocorrer não tenha sido muito grande entre os tipos de labirintos (na 6ª tentativa para os labirintos com pistas e na 8ª tentativa para os labirintos sem pistas), esse resultado sugere maior ativação de processos relacionados com a percepção do estímulo (pista), do processamento da informação e programação motora. A possibilidade de estabilizar o desempenho mais cedo, completar a tarefa mais rápido e realizar um menor número de erros, possivelmente implica numa melhor interação cognitivo-motora.

Na Fisioterapia neurológica, o aprendizado ou reaprendizado de tarefas motoras funcionais envolve a repetição constante de atividades mais simples até mais complexas, utilizando pistas sensoriais para favorecer o desempenho motor, mas o número de repetições ou a quantidade de prática necessária para a reaprendizagem motora deve se basear no diagnóstico realizado, para que durante o tratamento a reprodução dos movimentos não leve a formação de padrões estereotipados e rígidos¹². Em pacientes com patologias neurológicas, para se estimular a plasticidade neural, deve-se treinar não apenas uma solução única e eficiente para um dado problema motor, mas um conjunto de soluções apropriadas, a fim de incluir sistemas neurais não afetados na reorganização da função¹⁶.

Quando uma atividade motora envolve metas a serem cumpridas, como no desafio do indivíduo solucionar um labirinto, a cada tentativa ele irá adquirir informações quanto ao resultado do movimento, do plano motor executado, em função do teste envolver a estimulação dos órgãos dos sentidos, dos mecanismos de percepção e de processamento, do mecanismo efetor, dos circuitos de *feedback*, além de fatores motivacionais e de memória^{17,18,19,20,21}.

É importante que esse instrumento possa ser aplicado na avaliação diagnóstica dos pacientes com alterações no controle e na aprendizagem motora, a fim de identificar que aspectos estão comprometidos durante a execução de uma tarefa motora: processos relacionados com a percepção do estímulo (pista), processamento da informação e planejamento estratégico (número de erros), função executiva (tempo de execução da tarefa), aprendizagem (estabilização do desempenho) e memória espacial (manutenção do desempenho após tarefa distratora e intervalo de retenção).

Ainda é necessário aprofundar os conhecimentos à respeito de determinados aspectos da aprendizagem motora, como as fontes de erros, o tipo de prática utilizada na Fisioterapia, bem como, a importância da utilização de *feedback* visual.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que o teste de labirinto praticado com e sem pistas pode ser um instrumento importante de análise do processo de aquisição de uma habilidade motora a ser utilizado na Fisioterapia. As evidências encontradas sugerem que o teste de labirinto permite identificar a quantidade de prática necessária para o treinamento de uma habilidade motora e verificar a influência da pista visual na estabilização do desempenho, possibilitando ao indivíduo selecionar estratégias do plano motor para execução do teste.

Tarefas como soluções de labirintos têm a vantagem de poderem ser adaptadas para um número diverso de sujeitos da população, pois requerem habilidades motoras básicas, podendo ser aplicadas em crianças, idosos e pessoas acometidas por patologias neurológicas como a Doença de Parkinson e a Doença de Alzheimer. Entender de que forma o fisioterapeuta pode avaliar e intervir, como o paciente aprende uma habilidade motora e determinar que fatores influenciam este processo, contribuirá significativamente para uma reabilitação mais adequada e eficaz.

Agradecimentos: Ao CNPq pelo financiamento da bolsa de iniciação científica, aos voluntários que participaram da coleta dos dados e ao Prof. Jamilson Simões Brasileiro pelo tempo dedicado à leitura deste trabalho e pelas sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Magill RA. Aprendizagem motora: conceitos e aplicações. 5nd. São Paulo: Editora Edgar-Blucher Ltda; 2005.
2. Fitts PM, Posner MI. Human Performance. Califórnia: Brooks Cole; 1967.
3. Carr JH, Sherpherd BR. Programa de reaprendizagem motora para o hemiplégico adulto. São Paulo: Ed. Manole; 1988.
4. Freudenheim AM, Manoel EJ. Organização hierárquica e a estabilização de um programa de ação: um estudo exploratório. Rev paul Educ Fis 1999; 13: 177-196.
5. Bertolucci PHF, Okamoto IH, Brucki SMD, Siviero MO, Toniolo Neto J, Ramos LR. Applicability of the CERAD Neuropsychological Battery to Brazilian elderly. Arq Neuropsiq 2001; 59: 532-536.
6. Carobrez AP. Transmissão pelo glutamato como alvo molecular na ansiedade. Rev Bras Psiquiatr 2003; 25: 52-58.
7. Levin HS, Song J, Ewing-Lobbs L, Roberson G. Porteus maze performance following traumatic brain injury in children. Neuropsychol 2001; 15: 557-567.
8. Aadland J, Beatty WW, Maki RH. Spatial memory of children and adults assessed in the radial maze. Develop Psychol 1985; 18: 163-172.
9. Culley DJ, Baxter MG, Yukhananov R, Crosby G. Spatial memory performance 2 weeks after general anesthesia in adult rats. Anesth Analg 2005; 101: 1389-1392.

10. Wezenberg E, Verkes RJ, Sabbe BG, Ruigt GS, Hulstijn W. Modulation of memory and visuospatial processes by biperiden and rivastigmine in elderly healthy subjects. *Psychopharmacology* 2005; 181: 582-594.
11. Manoel EJ, Connolly KJ. Variability and the development of skilled actions. *Inter J Psychophys* 1997; 19: 129-147.
12. Tani G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. *Rev Paul Educ Fis* 2000; 3: 55-61.
13. Xavier FMF, Ferraz MPT, Pertollucci P, Poyares D, Moriguchi EH. Episódio depressivo maior, prevalência e impacto sobre qualidade de vida, sono e cognição em octogenários. *Rev Bras Psiquiatr* 2001; 23: 62-70.
14. Bagatini V. *Psicomotricidade para deficientes*. Porto Alegre: Sagra DC Luzzatto; 1992.
15. Willingham DB. A neuropsychological theory of motor skill learning. *Psycho Review* 1998; 105: 558-584.
16. Boniface SJ. Plasticity after acute ischaemic stroke by transcranial magnetic stimulation. *J Neurol, Neurosurg & Psychiatr* 2001; 71: 713-715.
17. Dancause N, Ptito A, Levin MF. Error correction strategies for motor behavior after unilateral brain damage: short-term motor learning process. *Neuropsych* 2002; 40: 1313-1323.
18. Choshi K. Aprendizagem motora como um problema mal-definido. *Rev Paul Educ Fis* 2000; Supl.3: 16-23.
19. Grafton ST, Mazziota JC, Presty S, Fristow KJ, Frackowiak RSJ, Phelps ME. Functional anatomy of human procedural learning determined with regional cerebral blood flow and PET. *J Neurosci* 1992; 12: 2542-2548.
20. Nixon PD, McDonald KR, Gough PM, Alexander IH, Passingham RE. Cortico-basal ganglia pathways are essential for the recall of well-established visuomotor associations. *Eur J Neurosci* 2004; 20: 3165-3178.
21. Mattar AAG, Gribble PL. Motor learning by observing. *Neuron* 2005; 46: 153-160.

REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA

ISSN 1413-3555

NORMAS EDITORIAIS SETEMBRO 2006

OBJETIVOS, ESCOPO E POLÍTICA

A REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA publica relatos originais de pesquisa concernentes ao objeto principal de estudo da Fisioterapia e ao seu campo de atuação profissional, veiculando estudos básicos sobre a motricidade humana e investigações clínicas sobre a prevenção, o tratamento e a reabilitação das disfunções do movimento. Será dada preferência de publicação àqueles manuscritos que contribuam significativamente para o desenvolvimento conceitual dos objetos de estudo da Fisioterapia ou que desenvolvam procedimentos experimentais novos, não sendo meros repositórios de dados científicos ou de conceitos já consagrados.

Os artigos submetidos à Revista devem preferencialmente enquadrar-se na categoria de *artigos científicos* (novas informações com metodologia e resultados sistematicamente relatados).

Artigos de revisão (síntese atualizada de assuntos bem estabelecidos, com análise crítica da literatura consultada e conclusões) são publicados apenas a convite dos editores estimulando a submissão por autores de reconhecimento internacional; *Artigos de revisão passiva* não serão aceitos; *Artigos de Revisão Sistemática e Metanálises*; *Artigos Metodológicos* (apresentando aspectos metodológicos de pesquisa ou de ensino) e *Estudos de Caso* (acompanhados de breve revisão do assunto e metodologia pertinente) são publicados num percentual de até 20% do total de manuscritos.

A Revista publica ainda uma Seção Editorial, Resenhas de Livros (por solicitação dos editores) e, eventualmente, Agenda de Eventos Científicos Próximos e Cartas ao Editor (de críticas às matérias publicadas – com réplica dos autores – referentes a assuntos gerais da Fisioterapia, publicadas a critério dos editores).

A Revista Brasileira de Fisioterapia publica resumos de eventos como Suplemento, após submissão e aprovação de proposta ao Conselho Editorial. A submissão de proposta será anual e realizada por edital, atendendo às “Normas para Publicação de Resumos em Suplemento” que **podem ser obtidas no site da Revista (<http://www.ufscar.br/rbfisio>)**.

Os artigos submetidos à Revista são analisados pelos editores e pelos revisores das áreas de conhecimento, que estão assim divididas: Fundamentos e História da Fisioterapia; Anatomia, Cinesiologia e Biomecânica; Controle Motor; Comportamento e Motricidade; Recursos Terapêuticos Físicos e Naturais; Recursos Terapêuticos Manuais; Cinesioterapia; Prevenção em Fisioterapia/Ergonomia; Fisioterapia nas Condições Musculoesqueléticas; Fisioterapia nas Condições Neurológicas; Fisioterapia nas Condições Cardiovasculares e Respiratórias; Fisioterapia nas Condições Uroginecológicas e Obstétricas; Ensino em Fisioterapia; Administração, Ética e Deontologia; Registro/Análise do Movimento; Fisioterapia nas Condições Geriátricas e Medidas em Fisioterapia.

Cada artigo é analisado por pelo **menos três** revisores, os quais trabalham de maneira independente e fazem parte da comunidade acadêmico-científica, sendo especialistas em suas respectivas áreas de conhecimento. Os revisores permanecerão anônimos aos autores, assim como os autores não serão identificados pelos revisores, por recomendação expressa dos editores. Os editores coordenam as informações entre os autores e os revisores, cabendo-lhe a decisão final sobre quais artigos serão publicados, com base nas recomendações feitas pelos revisores. Quando aceitos para publicação, os artigos estarão sujeitos a pequenas correções ou modificações que não alterem o estilo do autor. Eventuais modificações na forma, estilo ou interpretação só ocorrerão após a devida consulta aos autores. Quando recusados, os artigos, podem ser acompanhados por justificativa do editor.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Informações Gerais

Os manuscritos e toda a correspondência devem ser encaminhados para:

Revista Brasileira de Fisioterapia
Secretaria Executiva
Departamento de Fisioterapia
Universidade Federal de São Carlos
Rodovia Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676
CEP 13565-905, São Carlos-SP-Brasil.
Tel.: (0xx16) 3351-8755
Para outras informações consultar <http://www.ufscar.br/rbfisio>

A submissão dos manuscritos implica que o trabalho não tenha sido publicado e não esteja sob consideração para publicação em outro periódico. Quando parte do material já tiver sido apresentada em uma comunicação preliminar em Simpósio, Congresso, etc., deve ser citada como nota de rodapé na página de título e **uma cópia** deve acompanhar a submissão do manuscrito.

Forma e preparação dos manuscritos

Os manuscritos devem ser submetidos preferencialmente em inglês e devem ser enviados em quatro vias impressas e uma em versão eletrônica (CD-ROM).

Os manuscritos devem ser digitados em espaço duplo, tamanho 12, fonte *Times New Roman* com amplas margens (superior e inferior = 3 cm; laterais = 2,5 cm) em papel A4 (21,0 x 29,7 cm) de boa qualidade e com todas as cópias nítidas e totalmente legíveis, não **ultrapassando 20 (vinte) páginas (incluindo referências, figuras e tabelas)**. ***Estudos de caso não devem ultrapassar 10 (dez) páginas digitadas em sua extensão total (incluindo referências, figuras e tabelas).***

Um manuscrito submetido para publicação deve vir acompanhado por:

1) uma carta de encaminhamento do material, contendo as seguintes informações: área principal do artigo e número e nome do parecer do Comitê de Ética;

2) Declaração de responsabilidade de conflitos de interesse. Os autores devem declarar a existência ou não de eventuais conflitos de

interesse (profissionais, financeiros e benefícios diretos e indiretos) que possam influenciar os resultados da pesquisa;

3) **Declaração** assinada por todos os autores com o número de CPF indicando a responsabilidade do(s) autor(es) pelo conteúdo do manuscrito e transferência de direitos autorais (copyright) para a Revista Brasileira de Fisioterapia, caso o artigo venha a ser aceito pelos Editores. Os modelos de carta e das declarações encontram-se disponíveis no site da Revista (<http://www.ufscar.br/rbfisio>).

Os manuscritos publicados são de propriedade da Revista e é vedada tanto a reprodução, mesmo que parcial em outros periódicos, como a tradução para outro idioma sem a autorização dos Editores.

As datas de recebimento e aceite dos artigos serão publicadas. Se o artigo for encaminhado aos autores para revisão e não retornar à Revista dentro de 3 (três) meses, *o processo de revisão será considerado encerrado*. Caso o mesmo artigo seja re-encaminhado à Revista, um novo processo será iniciado, com data atualizada. A data do aceite será registrada quando os autores retornarem o manuscrito, após a correção final aceita pelos Editores.

As provas finais serão remetidas aos autores somente para correção de possíveis erros de impressão, não sendo permitida quaisquer outras alterações. Manuscritos em prova final não devolvidos em dois dias terão sua publicação postergada para um próximo número.

A versão corrigida, após o aceite dos editores, deve ser enviada em CD-ROM usando o programa Word em qualquer versão, padrão PC e uma cópia em papel. As figuras e tabelas devem ser colocadas em folhas separadas, anexadas no final do texto.

Após publicação do artigo ou processo de revisão encerrado, toda documentação referente à revisão será incinerada.

Formato do manuscrito

O manuscrito deve ser elaborado na **seguinte ordem**, com todas as páginas numeradas consecutivamente na margem superior direita, com início na **página de título**¹.

Título e Identificação

Página de identificação:

a) *Título do manuscrito* em letras maiúsculas;

b) *Autor*: nome e sobrenome de **cada autor**, em letras maiúsculas **sem titulação**, seguido por número sobrescrito (expoente), identificando a **afiliação institucional/vínculo (Unidade/Instituição/cidade/estado)**; Para mais que um autor, separar por vírgula;

c) *Nome e endereço* completo (incluindo número de telefone e e-mail do autor para envio de correspondência. É de responsabilidade do autor correspondente manter atualizado o endereço e e-mail para contatos.

ATENÇÃO: *A Revista recomenda fortemente inclusão de no máximo 6 (seis) autores em um artigo. Se mais de 6 (seis) autores forem listados, a carta de encaminhamento do manuscrito deve esclarecer, detalhadamente, qual a contribuição individual de cada um deles ao manuscrito, o qual será avaliado pelos Editores. Outras Pessoas que contribuíram para o trabalho podem ser incluídas no item “Agradecimentos”;*

d) *Título para as páginas do artigo*: indicar um título curto, para ser usado no cabeçalho das páginas do artigo (língua portuguesa e inglesa), não excedendo 60 caracteres;

e) *Palavras-chave*: uma lista de termos de indexação ou palavras-chave (**máximo seis**) deve ser incluída (versões em português

e inglês). A Revista recomenda o uso do DeCS – Descritores em Ciências da Saúde (<http://decs.bvs.br/>) para consulta aos termos de indexação/ palavras-chave a serem utilizados no artigo.

Resumo

Para autores brasileiros, o resumo deve ser escrito em língua portuguesa e língua inglesa. Para os demais países, apenas em língua inglesa. Uma exposição concisa, que não exceda 250 palavras em um único parágrafo digitado em espaço duplo, deve ser escrito em folha separada e colocada logo após a página de título. *Os resumos são escritos em forma estruturada, incluindo os seguintes itens separadamente: contextualização (opcional), objetivo, método, resultados e conclusões*. Notas de rodapé e abreviações não definidas não devem ser usadas. Se for preciso citar uma referência, a citação completa deve ser feita dentro do resumo. Uma vez que os resumos são publicados separadamente pelos Serviços de Informação, Catalogação e Indexação Bibliográficas, eles devem conter dados suficientemente sólidos para ser apreciados por um leitor que não teve acesso ao artigo como um todo.

Abstract

Em caso de submissão em língua portuguesa o **título**, o **título curto** e o **resumo** estruturado e as **palavras-chave** do artigo devem ser traduzidos para o inglês sem alteração do conteúdo (colocar junto com o abstract).

Notas de Rodapé

As notas de rodapé do texto, se imprescindíveis, devem ser numeradas consecutivamente em sobrescrito no manuscrito e escritas em uma folha separada, colocada no final do material após as referências.

Introdução, metodologia, resultados e discussão

Após o *Resumo* e o *Abstract* deve-se incluir em folhas sequenciais a *Introdução*, a *Metodologia*, os *Resultados* e a *Discussão*.

Introdução - deve conter os objetivos da investigação, suas relações com outros trabalhos da área e os motivos que levaram o(s) autor(es) a empreender a pesquisa;

Metodologia - deve ser escrita de modo a permitir que o trabalho possa ser inteiramente repetido por outros pesquisadores. Deve incluir todas as informações necessárias – ou fazer referências a artigos publicados em outras revistas científicas – para permitir a replicabilidade dos dados coletados;

Resultados - devem ser apresentados de forma breve e concisa. É desejável que apresentem resultados de estudos que utilizem grupo de controle e tamanho de amostra adequadamente. Tabelas e Figuras podem ser incluídas, quando necessárias, para garantir melhor e mais efetiva compreensão dos dados;

Discussão - o objetivo da discussão é interpretar os resultados e relacioná-los aos conhecimentos já existentes e disponíveis, principalmente àqueles que foram indicados na Introdução do trabalho. As informações dadas anteriormente no texto (na Introdução, Metodologia e Resultados) podem ser citadas, mas não devem ser repetidas em detalhes na discussão.

Após a *Introdução*, *Metodologia*, *Resultados* e *Discussão*, incluir:

¹ Para informações adicionais consultar “Uniform Requirements for Manuscripts (URM) submitted to Biomedical Journals” (<http://www.icmje.org>).

Referências

O número recomendado pela Revista é de 30 (trinta) referências bibliográficas e devem ser organizadas em sequência numérica, de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto seguindo os Requisitos Uniformizados para Manuscritos Submetidos a Jornais Biomédicos, elaborado pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (International Committee of Medical Journal Editors – ICMJE – <http://www.icmje.org/index.html>). Ver exemplos no endereço <http://www.ufscar.br/rbfisio>.

Os títulos de periódicos devem ser referidos de forma abreviada, de acordo com a *List of Journals* do *Index Medicus* (<http://www.index-medicus.com>). As revistas não indexadas não deverão ter seus nomes abreviados.

As citações devem ser mencionadas no texto em números sobrescritos (expoente). A exatidão das referências constantes no manuscrito e a correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es) do manuscrito.

Agradecimentos

Quando apropriado, os agradecimentos poderão ser incluídos, de forma concisa, no final do texto, antes *Referências Bibliográficas* especificando: assistências técnicas, subvenções para a pesquisa e bolsa de estudo, e colaboração de pessoas que merecem reconhecimento (aconselhamento e assistência). Os autores são responsáveis pela obtenção da permissão, **por escrito**, das pessoas cujo nome constam dos *Agradecimentos*.

Tabelas

Todas as tabelas devem ser citadas no texto em ordem numérica. Cada tabela deve ser digitada em espaço duplo, em uma página separada. As tabelas devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos e inseridas no final. Um título descritivo e legendas devem tornar as tabelas compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto do artigo.

As tabelas não devem ser formatadas com marcadores horizontais nem verticais, apenas necessitam de linhas horizontais para a separação de suas sessões principais. Use parágrafos ou recuos e espaços verticais e horizontais para agrupar os dados.

Para artigos submetidos em língua portuguesa, um conjunto extra de Tabelas traduzidas para o inglês deve ser enviado.

Figuras

Digite todas as legendas em espaço duplo. Explique todos os símbolos e abreviações. As legendas devem tornar as figuras compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto. Todas as figuras devem ser citadas no texto, em ordem numérica e identificadas.

Figuras- arte final

Submeta uma versão original e três cópias, para avaliação dos revisores. Para fotografias, inclua cópias de boa qualidade em papel preto-e-branco.

Todas as figuras devem ter aparência profissional. ***Figuras de pouca qualidade podem resultar em atrasos na aceitação e publicação do artigo.*** Prefira produzir a arte final das figuras em computador.

Use letras em caixa alta (A, B, C, etc.) para identificar as partes individuais de figuras múltiplas. Se possível todos os símbolos devem aparecer nas legendas. Entretanto, símbolos para identificação de curvas em um gráfico podem ser incluídos no corpo de uma figura, desde que isso não dificulte a análise dos dados.

Cada figura deve estar claramente identificada. As figuras devem ser numeradas, consecutivamente, em arábico, na ordem em que aparecem no texto. Não agrupar diferentes figuras em uma única página

Confira cuidadosamente cada figura, para certificar-se de que não há erros nas legendas e que estão sendo enviadas para a Revista as figuras mais apropriadas.

Um conjunto adicional de Figuras com legendas em inglês deve ser também incluído para artigos submetidos em língua portuguesa.

OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Unidades

Usar o Sistema Internacional (SI) de unidades métricas para as medidas e abreviações das unidades.

Artigos de Revisão

São feitos por pesquisadores que tenham dado contribuição substancial em suas áreas específicas de conhecimento e são submetidos apenas a convite dos editores estimulando a submissão por autores de reconhecimento internacional. Devem incluir uma seção que descreva os métodos empregados para localizar, selecionar, obter e sintetizar as informações.

Estudos de Casos

Os relatos de casos clínicos não precisam necessariamente seguir a estrutura canônica dos artigos científicos, mas devem apresentar um delineamento metodológico o mais exaustivo possível, para permitir a reprodutibilidade das intervenções relatadas. Recomenda-se muito cuidado ao propor generalizações de resultados a partir dos estudos de casos.

Cartas ao Editor

Críticas a matérias publicadas, de maneira construtiva, objetiva e educativa, consultas às situações clínicas e discussões de assuntos específicos à Fisioterapia serão publicados a critério dos editores. Quando a carta referir-se a comentários técnicos (réplicas) aos artigos publicados na Revista, esta será publicada junto com a réplica dos autores do artigo objeto de análise e/ou crítica.

Conflitos de interesse

Não é recomendável a utilização de nomes comerciais de equipamentos e drogas (marcas registradas). Quando sua utilização for imperativa, os nomes dos produtos e de seus fabricantes deverão vir entre parênteses, após o nome genérico do tipo de equipamento ou da droga utilizada.

Considerações Éticas e Legais

Evite o uso de iniciais, nomes ou números de registros hospitalares dos pacientes. Um paciente não poderá ser identificado em fotografias, exceto com consentimento expresso, por escrito, acompanhando o trabalho original. As tabelas e/ou figuras publicadas em outras revistas ou livros devem conter as respectivas referências e o consentimento, por escrito, do autor ou editores.

Estudos realizados no homem devem estar de acordo com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes (reporte-se à Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, que trata do “Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos”). Para as pesquisas em humanos, deve-se incluir o número do Parecer da aprovação da mesma pela Comissão de Ética em Pesquisa, a qual seja devidamente registrada no Conselho Nacional de Saúde do Hospital ou Universidade, ou o mais próximo da localização de sua região.

A Revista reserva-se o direito de não publicar trabalhos que não obedeçam a essas normas legais e éticas para pesquisas em seres

humanos. Para os experimentos em animais, considere as diretrizes internacionais (por exemplo, a do *Committee for Research and Ethical Issues of the International Association for the Study of Pain*, publicada em PAIN, 16: 109-110, 1983). É recomendável que estudos relatando resultados eletromiográficos sigam os “Standards for Reporting EMG Data” recomendados pela ISEK.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao enviar o original e as cópias do trabalho (na versão inicial) em papel e em formato eletrônico, procure acondicioná-los adequadamente, para evitar rasuras e danos. As ilustrações, principalmente as fotografias, devem ser protegidas com material impermeável antes

de serem postadas no correio. Prefira a remessa via Sedex ou carta registrada.

É de responsabilidade dos autores a eliminação de todas as informações (exceto na página do Título e identificação) que possam identificar a origem ou autoria do artigo. Como exemplo, deve-se mencionar o número do parecer, mas o nome do Comitê de Ética deve ser mencionado de forma genérica, sem incluir a Instituição ou Laboratório, bem como outros dados. Esse cuidado é necessário para que os assessores que avaliarão o manuscrito não tenham acesso à identificação do(s) autor (es). **Os dados completos sobre o Parecer do Comitê de Ética devem ser incluídos na versão final, em caso de aceite do manuscrito.**

BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICAL THERAPY

ISSN 1413-3555

EDITORIAL NORMS SEPTEMBER 2006

OBJECTIVES, SCOPE AND POLICIES

THE BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICAL THERAPY publishes original research reports relating to the main objective of the study of Physical Therapy and its field of professional action. It carries basic studies on human motor function and clinical investigations on the prevention, treatment and rehabilitation of movement disorders. Preference will be given to the publication of manuscripts that offer a significant contribution to the conceptual development of subjects of study relating to physical therapy or that develop new experimental procedures, and that are not mere compilations of scientific data or concepts that are already well known.

Articles submitted to the Journal should preferably fit into the category of *scientific articles* (new information, with methodology and results reported systematically).

Review articles (up-to-date synthesis of well established subjects, with a critical analysis of the literature consulted and conclusions) are published only by invitation from the Editors, thereby stimulating submissions by internationally recognized authors. Passive review articles will not be accepted. *Systematic Review and Meta-analysis articles*, *Methodological articles* (presenting methodological aspects of research or teaching) and *Case studies* (accompanied by a brief review of the subject and pertinent methodology) represent up to 20% of the total number of manuscripts published.

The Journal also publishes an editorial section, book reviews (on request from the editors) and, as required, an agenda of forthcoming scientific events and letters to the editor (with criticisms of published material – authors have the right to reply – and referring to general subjects within the field of Physical Therapy, published at the editors’ discretion).

The Brazilian Journal of Physical Therapy publishes abstracts of events as Supplements, after submission of the proposal and its approval by the Editorial Board. Submissions of proposals will take place annually and will be approved by means of an official announcement, while observing the “Norms for Publication of Abstracts in Supplements”, which can be obtained from the Journal’s web site (<http://www.ufscar.br/rbfisio>).

Articles submitted to the Journal are analyzed by the editors and by referees chosen according to their fields of knowledge. These fields are divided as follows: Fundamentals and History of Physical Therapy; Anatomy, Kinesiology and Biomechanics; Motor Control; Behavior and Motor Function; Physical and Natural Therapeutic Resources; Manual Therapeutic Resources; Kinesiotherapy; Prevention in Physical Therapy/Ergonomics; Physical Therapy for Musculoskeletal Conditions; Physical Therapy for Neurological Conditions; Physical Therapy for Cardiovascular and Respiratory conditions; Physical Therapy for Urogynecological and Obstetric Conditions; Teaching in Physical Therapy; Administration, Ethics and Deontology; Recording and Analysis of Movements; Physical Therapy for Geriatric Conditions and Measurements in Physical Therapy.

Each article will be analyzed by **at least three** referees, working independently, who are part of the academic-scientific community and specialists in their respective fields of knowledge. The referees will remain anonymous to the authors, and also the authors will not be identified by the reviewers, by express recommendation from the editors. The editors coordinate the exchange of information between authors and referees, and are responsible for the final decision as to which articles will be published, based on the recommendations from the referees. When accepted for publication, the articles will be subject to small corrections or modifications that do not alter the author’s style. Possible alterations in the form, style or interpretation will only be made after duly consulting the authors. When articles are refused, this may be accompanied by a justification from the editor.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

General information

Manuscripts and all correspondence should be sent to:
Revista Brasileira de Fisioterapia
Secretaria Executiva
Departamento de Fisioterapia
Universidade Federal de São Carlos
Rodovia Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676
CEP 13565-905, São Carlos-SP, Brazil.
Tel.: (0xx16) 3351-8755
For other information, consult: <http://www.ufscar.br/rbfisio>

The submission of manuscripts implies that the same work has neither been published nor is under consideration for publication in another journal. When part of the material has already been presented as a preliminary communication in a Symposium or Congress, etc., this fact should be included as a footnote on the title page and **a copy** of this communication must accompany the submission of the manuscript.

Form and preparation of manuscripts

Manuscripts should preferentially be submitted in English. Four paper copies and an electronic version (CD-ROM) should be submitted. In the case of submissions in English, attach a printed copy and an electronic copy in Portuguese.

The manuscript must be typed in font size 12 (*Times New Roman*) with double spacing and wide margins (upper and lower = 3 cm; sides = 2.5 cm), on good quality A4 paper (21.0 x 29.7 cm). All copies must be clear and totally legible. **The manuscript must not exceed twenty (20) typed pages in length (including references, figures and tables). Case studies must not exceed ten (10) typed pages in total length (including references, figures and tables).**

Manuscripts submitted for publication should be accompanied by:

1) A covering letter containing the following information: main field of interest of the article and the number and name of the report from the Ethics Committee;

2) Declaration of responsibility and conflicts of interest. The authors must declare whether or not there may be any conflicts of interest (professional, financial and direct and indirect benefits) that might have influenced the results from the research;

3) A declaration signed by all of the authors (with their tax identity card numbers), indicating that the authors are responsible for the content of the manuscript and that they will transfer the authors' rights (copyright) to the Brazilian Journal of Physical Therapy, should the article be accepted by the editors.

Models for the letter and declarations are available on the Journal's web site (<http://www.ufscar.br/rbfisio>).

Published manuscripts are the property of the Journal and their reproduction in other journals is prohibited, even if partially, as is their translation into other languages, except with authorization from the Editors.

The dates on which the article was received and accepted will be published. If the article is returned to the authors for revision and does not return to the Journal within three (3) months, *the revision process will be considered terminated*. Should the same article subsequently be resubmitted, a new process will be initiated, with a new date. The acceptance date will be registered when the authors

return the manuscript, after the final corrections have been accepted by the Editors.

The galley proofs will be sent to the authors for correction of printing mistakes alone. No other alterations are allowed. Manuscripts in galley proof form that are not returned within two days may have their publication postponed to a subsequent issue.

The corrected version, after its acceptance by the editors, should be sent on CD-ROM using any standard PC version of Word, plus one paper copy. Figures and tables should be put on separate sheets, attached at the end of the text.

After the article has been published or a revision process has been terminated, all documentation relating to the revision will be incinerated.

Manuscript format

The manuscript should be prepared in the **following order**, with all the pages consecutively numbered at the right-hand side of the top margin, starting with the **title page**¹.

Title and Identification

Identification Page:

a) *Title of the manuscript* in capital letters;

b) *Authors*: first name and surname of **each author**, in capital letters, **without titles**, followed by superscript numbers to identify the **institutional affiliation/links (unit/institution/city/state)**; for more than one author, separate using commas;

c) *Complete name and address*, including telephone number and e-mail address of the author to whom correspondence should be sent. It is the corresponding author's responsibility to keep the contact address and e-mail up to date;

NOTE: The Journal strongly recommends that not more than six (6) authors should be included in one article. If more than six (6) authors are listed, each author's contribution to the work must be explained in detail in the covering letter, and this will be assessed by the Editors. Other persons who contributed to the work can be included in the "Acknowledgments" section;

d) *Running head for the pages of the article*: indicate a shortened title, to be used in the header on each page (both Portuguese and English), not exceeding 60 characters in length;

e) *Key Words*: a list of indexation terms or key words (**not more than six**) should be included in both Portuguese and English. The Journal recommends the use of HSDe – Health Sciences Descriptors (<http://decs.bvs.br/>), which should be consulted regarding the indexation terms or key words to be utilized in the article.

Abstract

For Brazilian authors, the abstract should be written in both Portuguese and English. For papers coming from other countries, only the English abstract is necessary. The abstract consists of a concise presentation not exceeding 250 words, in a single paragraph with double spacing, written on a separate sheet and inserted immediately after the title page. *Abstracts are written in structured format, including the following items separately: background (optional), objective, method, results and conclusions*. Footnotes and undefined abbreviations should not be used. Should it be necessary to include a reference, the entire citation should be included in the abstract. Since the abstracts

¹ For further information, refer to the "Uniform Requirements for Manuscripts (URM) submitted to Biomedical Journals" (<http://www.icmje.org>).

are published separately by the Information, Cataloging and Literature Indexation Services, they must contain data that are sufficiently solid to be appraised by readers who do not have access to the whole article.

Abstract: submissions in Portuguese

In cases of submissions in Portuguese, the *title*, **short title**, structured **abstract** and **key words** of the article must be translated into English without altering the content.

Footnotes

If absolutely necessary, footnotes to the text should be consecutively numbered as superscripts in the manuscript and written on a separate sheet that is placed at the end of the material, after the references.

Introduction, methodology, results and discussion

Following the *abstract*, the *Introduction*, *Methodology*, *Results* and *Discussion* sections of the article should be included on sequential sheets.

Introduction - This should contain the objectives of the investigation, how it relates to other studies in the same field and the reasons that led the author(s) to follow this line of research;

Methodology - This should be presented in such a way as to enable other researchers to repeat the entire study. It should include all the necessary information, or make reference to articles already published in other scientific journals, so as to make it possible to replicate the data collected;

Results - These should be presented briefly and concisely. It is desirable to present study results that utilize control groups and sample sizes adequately. Tables and figures can be included when necessary, to ensure better and more effective comprehension of the data;

Discussion - The purpose of the discussion is to interpret the results and relate them to knowledge that already exists and is available, especially the knowledge already indicated in the Introduction to the study. Information given earlier in the text (in the Introduction, Methodology and Results) may be cited, but should not be repeated in detail in the discussion.

After the *Introduction*, *Methodology*, *Results* and *Discussion*, include:

References

The number of references recommended by the Journal is thirty (30). The references should be organized in numerical sequence, in accordance with the order in which they are mentioned for the first time in the text, following the "Uniform Requirements for Manuscripts (URM) submitted to Biomedical Journals", drawn up by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) (available at: <http://www.icmje.org/index.html>).

Journal titles should be referred to in abbreviated form, in accordance with the List of Journals of Index Medicus (<http://www.index-medicus.com>). Non-indexed journals should not have their names abbreviated.

Citations should be mentioned in the text as superscript numbers. The accuracy of the references appearing in the manuscript and correct citation in the text are the responsibility of the authors of the manuscript

Acknowledgements

When appropriate, make a brief acknowledgement of technical assistance, counseling or other assistance from colleagues. Financial support for the research and study grants should also be acknowledged. (The acknowledgements should be included at the end, before the references).

Tables

All tables should be cited in the text in numerical order. Each table should be typed with double spacing, on a separate sheet. The tables should be numbered consecutively using Arabic numerals and should be inserted at the end. Descriptive titles and legends must be provided so as to make the tables intelligible without the need to refer to the text of the article.

The tables should not be formatted with horizontal or vertical markers; they only need horizontal lines to separate their principal divisions. Paragraphs or indentations and vertical and horizontal spaces should be used for grouping the data.

For articles submitted in Portuguese, *an additional set of Tables translated into English needs to be supplied*.

Figures

Type all legends with double spacing. Explain all symbols and abbreviations. The legends should make the figures intelligible, with no need to refer to the text. All figures should be cited in the text in numerical order and be identified.

Figures - final artwork

Submit an original and three copies, for evaluation by the referees. For photographs, include good quality copies on black-and-white paper.

All the figures should have a professional appearance. *Poor-quality figures may result in delays in acceptance and publication of the article*. It is preferable to produce the final artwork for the figures using a computer. If not, use tracing paper/nankeen.

Use uppercase letters (A, B, C, etc.) to identify the individual parts of multiple figures. When possible, all the 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 make it difficult to appraise the data.

Each figure must be clearly identified. The figures should be numbered consecutively using Arabic numerals, in the order in which they appear in the text. Do not group different figures on a single page.

Check each figure carefully to ensure that there are no mistakes in the legends and that the most appropriate figures are being submitted to the Journal.

For articles submitted in Portuguese, *an additional set of Figures with legends in English must also be included*.

OTHER CONSIDERATIONS

Units

Use the international system of metric units (SI units) for measurements and unit abbreviations.

Review Articles

These are prepared by researchers who have made a substantial contribution to their specific fields of knowledge, and are submitted only by invitation from the editors, thereby stimulating submissions by internationally recognized authors. A section describing the methods utilized for locating, selecting, obtaining and making a synthesis from the information should be included.

Case Studies

Reports on clinical cases do not necessarily have to follow the structure prescribed for scientific articles, but should present a methodological design that is as exhaustive as possible, so as to allow for reproduction of the interventions reported. It is recommended that great care be taken when proposing generalizations from results that are based on case studies.

Letters to the Editor

Constructive criticism of published material, of an objective and educational nature, and also consultations regarding clinical situations and discussions on subjects specific to Physical Therapy, will be published at the editors' discretion. When the letter relates to technical comments on articles published in the Journal (rebuttal), it will be published together with the reply by the authors of the article under examination and/or criticism.

Conflicts of interest

The use of commercial names for equipment and drugs (brand names) is not recommended. When such use is imperative, the names of the products and their manufacturers must appear within brackets, after the generic name of the type of equipment or drug used.

Ethical and Legal Considerations

Avoid the use of patients' initials, names or hospital registration numbers. Patients may not be identified in photographs, except with their prior written consent, which must accompany the original work. Tables and/or figures previously published in other journals or books must include the respective reference, and the author or editor's written consent must be obtained.

Studies carried out on human beings must be in accordance with the ethical standards, and need to have obtained freely given informed consent from the participants (refer to Resolution 196/96 of the

National Health Council, which deals with the "Code of Ethics for Research on Human Beings"). For research on humans, the submission of the article must include the approval report number for the study, from the Research Ethics Committee of the hospital or university, or the body located closest to the authors' region. This research ethics committee needs to have been duly registered with the National Health Council.

The Journal reserves the right not to publish studies that do not follow these legal and ethical norms for research on human beings. For experiments on animals, the international guidelines should be considered (for example, the guidelines of the *Committee for Research and Ethical Issues of the International Association for the Study of Pain*, as published in the journal PAIN, 16:109-110, 1983). It is recommendable for studies reporting electromyography results to be in accordance with the "Standards for Reporting EMG Data" that are recommended by ISEK.

FINAL CONSIDERATIONS

When mailing the original and the copies of your paper (initial version) on paper and in electronic format, try to package them adequately, so as to avoid tearing and other damage. Illustrations, especially photographs, should be protected using impermeable material before mailing. It is preferable to use Sedex (express mail) or registered mail.

It is the authors' responsibility to eliminate all information (except on the title and identification page) that could identify the origin or authorship of the article. For example, the number of the approval report must be mentioned, but the name of the Ethics Committee should be mentioned generically, without including the name of the Institution or Laboratory, or other data. This precaution is necessary in order that the referees who evaluate the manuscript do not have access to the authors' identities.



Pare agora e acesse.

www.fisionet.com.br

REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICAL THERAPY

Rod. Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676

CEP 13565-905 – São Carlos – SP – Brasil

Tel. (0xx16) 3351-8755

e-mail: rbfisio-ass@power.ufscar.br

ASSINATURAS/SUBSCRIPTIONS – 2005/2006

Nome completo/Full name: _____

Endereço para correspondência/Mail addresses: _____

Cidade/City: _____ Estado/State: _____

CEP/ZIP port code: _____ País/Country: _____

Telefone/Phone: _____ Fax/Fax: _____ E-mail: _____

PESSOA FÍSICA ASSINATURA ANUAL/annual subscription Brasil/other countries					PESSOA JURÍDICA ASSINATURA ANUAL/annual subscription Brasil/other countries				
Quant. Issues	Vol.	Ano/Year	Brasil	Outros países/ Other countries (**)	Quant. Issues	Vol.	Ano/Year	Brasil	Outros países/ Other countries (**)
	1 (*)	1996/1997	R\$30,00	U\$45,00		1 (*)	1996/1997	R\$ 60,00	U\$45,00
	2	1997/1998	R\$45,00	U\$90,00		2	1997/1998	R\$ 60,00	U\$90,00
	3(*)	1998/1999	R\$30,00	U\$45,00		3(*)	1998/1999	R\$ 60,00	U\$45,00
	4(*)	1999/2000	R\$30,00	U\$45,00		4(*)	1999/2000	R\$ 60,00	U\$45,00
	5	2001	R\$60,00	U\$90,00		5	2001	R\$120,00	U\$90,00
	6	2002(***)	R\$60,00	U\$90,00		6	2002(***)	R\$120,00	U\$90,00
	7	2003	R\$60,00	U\$90,00		7	2003	R\$120,00	U\$90,00
	8(*)	2004	R\$50,00	U\$80,00		8(*)	2004	R\$100,00	U\$80,00
	9	2005	R\$60,00	U\$90,00		9	2005	R\$120,00	U\$90,00
	10+	2006	R\$95,00	U\$90,00		10+	2006	R\$190,00	U\$90,00
(*) volumes 1.2, 3.2, 4.2 e 4.3; 8.2 esgotados/sould out					(**) others countries: tax and shipping included				
(***)) Alterada a periodicidade para quadrimestral a partir de 2002 – + alterada para trimestral									

BRASIL – FORMAS DE PAGAMENTO:

1) CHEQUE NOMINAL E CRUZADO PARA: FAI/UFScar/REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA

Envie cópia desta ficha, juntamente com o cheque nominal para o endereço abaixo.

2) ORDEM BANCÁRIA-BANCO DO BRASIL – Agência 1888-0 – conta corrente nº 5996-X – cod. identificador da conta 5014-8

Envie o comprovante de pagamento para o endereço abaixo ou pelo fax.

(0xx16) 33612081 – aos cuidados da Revista Brasileira de Fisioterapia.

OTHER COUNTRIES – PROCEDURES FOR PAYMENT:

Bank order to: FAI/UFScar/REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA

Bank: BANCO DO BRASIL – Ag. 1888-0 – São Carlos, SP – Brazil, Bank Account nº 5996-X – 5014-8

Please, send copy of this completed form and of the bank order to the following address:

Endereço/Adress: REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA/BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICAL THERAPY Rodovia Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676, CEP 13565-905 – São Carlos, SP – Brasil FAI/Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico/ Revista Brasileira de Fisioterapia – CGC nº 66.991.647/0001-30
--

A Revista Brasileira de Fisioterapia está indexada na base de dados *LILACS – Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde/* e nas bases de dados internacionais *SPORTDiscus* e *Scientific Cambridge Abstracts*. Aproveite para enviar artigos científicos ou os resultados das teses e dissertações (desde que haja dados originais e atenda as normas da revista) submetendo-os ao corpo editorial da Revista Brasileira de Fisioterapia. Contribua para o fortalecimento científico de nossa classe profissional.

Revista Brasileira de Fisioterapia

ÍNDICE

ISSN 1809-9246
Rev. bras. fisioter., São Carlos,
v. 10, n. 3, p. 249-360, jul./set.2006

Editorial	V	
Anatomia, Cinesilogia e Biomecânica/ Anatomy, Kinesiology and Biomechanics		
RELAÇÃO ENTRE A MOBILIDADE DO TORNOZELO E PÉ E A MAGNITUDE DA FORÇA VERTICAL DE REAÇÃO DO SOLO Relationship Between Ankle and Foot Mobility and the Magnitude of the Vertical Ground Reaction Force Vianna DL e Greve JMD	339	
Controle Motor, Comportamento e Motricidade/ Motor Control, Behavior and Motor Function		
TESTE DE LABIRINTO: INSTRUMENTO DE ANÁLISE NA AQUISIÇÃO DE UMA HABILIDADE MOTORA Maze Test: Instrument for Analyzing the Acquisition of Motor Skills Souza DE, França FR e Campos TF	355	
Fisioterapia nas Condições Cardiovasculares e respiratórias / Physical Therapy for Cardiovascular and Respiratory Conditions		
AVALIAÇÃO DA MECÂNICA VENTILATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM DISFUNÇÃO TÊMPORO-MANDIBULAR E ASSINTOMÁTICOS Evaluation of Ventilatory Mechanics in Individuals with Temporomandibular Dysfunction and in Asymptomatic Individuals Pasinato F, Corrêa ECR e Peroni ABF	285	
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE UMIDIFICAÇÃO AQUOSO AQUECIDO E TROCADOR DE CALOR E DE UMIDADE NA VIA AÉREA ARTIFICIAL DE PACIENTES EM VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA Comparative Study Between Heated Water Humidifiers and Hygroscopic Heat and Moisture Exchangers in Artificial Airways for Patients Undergoing Invasive Mechanical Ventilation Galvão AM, Galindo Filho VC, Marinho PEM, Gomes R, França EET, Brandão DC, Santos BEM, Silva LAM e Dornelas de Andrade AF		303
Fisioterapia nas Condições Geriátricas / Physical Therapy for Geriatric Conditions		
DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DE ANAEROBIOSE DE IDOSOS SAUDÁVEIS: COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS Determination of Anaerobic Threshold in Healthy Elderly People: Comparison Between Different Methods Pozzi LG, Melo RC, Quitério RJ, Milan LA, Diniz CAR, Dias TCM, Oliveira L, Silva E e Catai AM	333	
ISSUES IN AGING IN INDIVIDUALS WITH LIFE LONG DISABILITIES Tópicos Sobre o Envelhecimento em Indivíduos com Incapacidades Prévias Connolly BH		249
Fisioterapia nas Condições Musculoesqueléticas / Physical Therapy for Musculoskeletal Conditions		
DEPRESSÃO E QUALIDADE DE VIDA EM PACIENTES COM FIBROMIALGIA Depression and Quality of Life Among Patients with Fibromyalgia Santos AMB, Assumpção A, Matsutani LA, Pereira CAB, Lage LV, Marques AP	317	
FATORES ASSOCIADOS À ADESÃO AO USO DE PALMILHAS BIOMECÂNICAS Factors Related to Compliance with Biomechanical Insole Use Guimarães CQ, Teixeira-Salmela LF, Rocha IC, Bicalho LI, e Sabino GS		271
NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA, DOR E EDEMA E SUAS RELAÇÕES COM A DISFUNÇÃO MUSCULAR DO JOELHO DE IDOSOS COM OSTEOARTRITE Physical Activity Levels, Pain and Swelling and Their Relationships with Knee Muscle Dysfunction in Elderly People with Osteoarthritis Zacaron KAM, Abreu NS, Dias JMD e Dias RC		279
TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO CULTURAL DO WORC: UM QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA PARA ALTERAÇÕES DO MANGUITO ROTADOR Translation and Cultural Adaptation of WORC: a Quality-of-Life Questionnaire for Rotator Cuff Disorders Lopes AD, Stadniky SP, Masiero D, Carrera EF, Ciconelli RM, Griffin S		309
Fisioterapia nas Condições Neurológicas / Physical Therapy for Neurological Conditions		
CONTROLE DE MOVIMENTOS VOLUNTÁRIOS NO MEMBRO SUPERIOR NÃO PLÉGICO DE PORTADORES DE PARALISIA CEREBRAL HEMIPLÉGICA ESPÁSTICA Control of Voluntary Movements in the Non-Affected Upper Limb of Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy Patients Barela AMF e Almeida GL	325	
CRIAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO CORPORAL EM CRIANÇAS DE QUATRO, SEIS E OITO ANOS DE IDADE: UMA PERSPECTIVA FUNCIONAL Creation of a Balance Assessment Protocol of Balance for Four, Six and Eight-Year-Old Children: A Functional Perspective Cury RLSM e Magalhães LC		347
INFLUÊNCIA DO TAMANHO E DA RIGIDEZ DOS OBJETOS NOS AJUSTES PROXIMAIS E DISTAIS DO ALCANCE DE LACTENTES Influence of Object Size and Rigidity on Proximal and Distal Adjustments to Infant Reaching Rocha NACF, Silva FPS e Tudella E		263
Recursos Terapêuticos Físicos e Naturais/ Physical and Natural Therapeutic Resources		
EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SOBRE O MEMBRO POSTERIOR IMOBILIZADO DE RATOS DURANTE 15 DIAS: ANÁLISES METABÓLICAS E MORFOMÉTRICAS Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Rat Hind Limbs Immobilized por 15 Days: Metabolic and Morphometric Analyses Durigan JLQ, Cancelliero KM, Dias CKN, Silva CA, Guirro RRJ e Polacow MLO	297	
REDUÇÃO DO EFEITO ANALGÉSICO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NERVOSA TRANSCUTÂNEA DE BAIXA FREQUÊNCIA EM RATOS TOLERANTES A MORFINA Reduction in Analgesic Effect from Low-Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation In Morphine-Tolerant Rats Resende MA, Gonçalves HH, Sabino GS, Pereira LSM e Francischi JN		291
Normas Editoriais/Editorial Norms		



CREFITO-3

Visite o site **www.crefito3.org.br** e saiba como os novos dirigentes estão revolucionando a Fisioterapia e a Terapia Ocupacional em São Paulo