

ISSN: 1809-2950

FISIOTERAPIA PESQUISA_e

Revista do Curso de Fisioterapia da Faculdade
de Medicina da Universidade de São Paulo

Volume 13 número 3

Setembro – Dezembro 2006

Fisioterapia e Pesquisa

continuação da *Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo*

Publicação quadrimestral do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina da USP

Fisioterapia e Pesquisa visa disseminar conhecimento científico rigoroso de modo a subsidiar tanto a docência e pesquisa na área quanto a fisioterapia clínica. Publica, além de artigos de pesquisa originais, revisões de literatura, relatos de caso/s, bem como cartas ao Editor.

INDEXADA EM: LILACS – Latin American and Caribbean Health Sciences; LATINDEX – Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de Américas; e CINAHL – Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature.

Tiragem: 1.000 exemplares

EDITORA CHEFE

Profa. Dra. Amélia Pasqual Marques

EDITORAS ASSOCIADAS

Profa. Dra. Isabel de Camargo Neves Sacco

Profa. Dra. Sílvia Maria Amado João

CONSELHO CONSULTIVO (FOFITO/FM/USP)

Prof. Dr. Carlos Roberto R. de Carvalho

Profa. Ms. Carolina Fu

Profa. Dra. Celisa Tiemi N. Sera

Prof. Dr. Celso Ricardo F. de Carvalho

Profa. Dra. Clarice Tanaka

Profa. Dra. Fátima Aparecida Caromano

Profa. Dra. Raquel Aparecida Casarotto

Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte

SECRETARIA

Patrícia Jundi Penha

EDIÇÃO DE TEXTO

Tina Amado

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Serviço de Biblioteca e Documentação da FMUSP

e-mail: sbd@biblioteca.fm.usp.br

PROJETO GRÁFICO

Alba A.G. Cerdeira Rodrigues

DIAGRAMAÇÃO

Daniel Carvalho

IMPRESSÃO

Gráfica UNINOVE

Curso de Fisioterapia
Departamento de Fisioterapia,
Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional –
FOFITO/FM/USP

R. Cipotânea 51 Cidade Universitária

05360-160 São Paulo SP

e-mail: revfisio@edu.usp.br

<http://medicina.fm.usp.br/fofito/fisio/revista.php>

CORPO EDITORIAL

Alberto Carlos Amadio EEFÉ/ USP

Antonio Fernando Brunetto DFisio/ UEL

Armèle Dornelas de Andrade DFisio/ UFPe

Augusto Cesinando de Carvalho DFisio/ UNESP

Pres.Prudente

Carmen Silvia Benevides Fellippa CCS/ UFSM

Cláudia R. Furquim de Andrade FM/ USP

Débora Bevilaqua Grossi FM Ribeirão Preto/ USP

Dirceu Costa FACIS/ UNIMEP

Gil Lúcio Almeida DFisio/ UNAERP

Helenice Jane Cote Gil Coury DFisio / UFScar

João Carlos Ferrari Corrêa DCS/UNINOVE

José Rubens Rebelatto DFisio/ UFScar

Marcos Duarte EEFÉ/ USP

Maria Ignêz Zanetti Feltrim INCOR /FMUSP

Neide Maria Lucena DFisio/ UFPB

Oswaldo Crivello Junior FO/ USP

Patricia Castelucci ICB/ USP

Fátima Correa Oliver TO/ FMUSP

Rinaldo Roberto de J. Guirro FACIS/ UNIMEP

Rosângela Corrêa Dias EEFETO/ UFMG

Sérgio L. Domingues Cravo DFisiolog/ UNIFESP

Sérgio Teixeira da Fonseca EEFETO/ UFMG

Simone Dal Corso DCS/ UNINOVE

Tânia de Fátima Salvini DFisio/ UFScar

Vera Maria Rocha CCS/ UFRN

APOIO COLABORADORAS

Logos FMUSP, SIBI, CREFITO, Uninove

‘legendas”:

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUIÇÕES

Logo FM-RP

FACULDADE DE MEDICINA DE
RIBEIRÃO PRETO / USP

0*	Editorial <i>Editorial</i>	5
	Pesquisa original <i>Original research</i>	
1	Estimulação elétrica minimiza alterações metabólicas musculares durante e após a imobilização de membro posterior de ratos <i>Electrical stimulation minimizes muscle metabolic alterations during and after immobilization of rats hindlimb</i> Carolina N. Kalil Dias, Karina M. Cancelliero, João Luiz Q. Durigan, Carlos Alberto da Silva, Rinaldo Roberto de J. Guirro	6
2	Influência de uma única intervenção instrutiva fisioterapêutica na flexibilidade global e amplitude angular do quadril durante a flexão do tronco <i>Influence of a single physical therapy instructional intervention on the global flexibility and hip angular range of motion during trunk flexion</i> Isabel de C. N. Sacco, Sandra Aliberti, Vitor Tessuti, Mariana de S. X. Costa, Daniella R. Gomes, Adriana N. Hamamoto	14
10	Análise eletromiográfica e da força do músculo deltóide em indivíduos com síndrome do impacto do ombro <i>Electromyographic and force analysis of the deltoid muscle in subjects with shoulder impingement syndrome</i> Fabiano Politti, Evanisi Teresa Palomari, Ricardo Furtado, César Ferreira Amorim	24
3	Avaliação da curvatura dorsal em mulheres idosas pelo índice da cifose torácica <i>Evaluation of the dorsal curvature in elderly women by means of the index of thoracic kyphosis</i> Daniela C. Lojudice, Cíntia Sabino Lavorato, Gizela P. Pereira, Jefferson Rosa Cardoso	32
4	Transmissão do laser de baixa potência através de filmes plásticos de PVC <i>Transmission of low-power laser through PVC plastic film</i> Raquel A. Casarotto, Silvia Park, Martha Simões Ribeiro, Carlos Alberto Anaruma	38
5	Avaliação dos critérios médicos para o encaminhamento de pacientes com disfunções neurológicas para atendimento fisioterapêutico <i>Assessment of medical criteria for referring neurological patients to physical therapy treatment</i> Ariane B. Campos, Raquel C. Gonçalves, Celso R. F. Carvalho	44
	Relato de casos <i>Case report</i>	
6	Efeitos da intervenção fisioterapêutica nas habilidades funcionais e no equilíbrio de uma paciente com ataxia espinocerebelar: estudo de caso <i>Effects of a physical therapy intervention on balance and functional abilities of a patient with spinocerebellar ataxia: case report</i> Ana Paula R. de Oliveira, Amanda Maria de Freitas	53
7	Influência da fisioterapia aquática na função pulmonar de pacientes com espondilite anquilosante: série de casos <i>Influence of aquatic physical therapy on lung function in patients with ankylosing spondylitis: case series</i> Nídia Aparecida Hernandes, Maiza Ritomy Ide, Damaris Franzini Buosi	60
8	Efeitos de um programa de cinesioterapia e fisioterapia aquática no desenvolvimento neuropsicomotor em um caso de síndrome de Prader-Willi <i>Effects of a kinesiotherapy and aquatic physiotherapy program onto the neuropsychomotor development of a patient with Prader-Willi syndrome</i> Ana Paula Bottura, Letícia Maria Pires Accacio, Carla Mazzitelli	67
	Revisão <i>Review</i>	
9	Alterações musculares na doença pulmonar obstrutiva crônica <i>Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease</i> Victor Zuniga Dourado, Irma de Godoy	76
	Instruções para autores	88
	Ficha de assinatura	91 ?

* Numeração não será impressa. Corresponde à numeração dos arquivos.
A numeração dos arquivos não está seqüencial: o de n.10, que chegou com grande atraso, é o terceiro artigo.

2006 foi o segundo ano de vigência de *Fisioterapia e Pesquisa* com este nome. O que era um projeto há dois anos transformou-se em realidade: quadrimestralidade, parcerias, melhor qualidade. Graças ao auxílio financeiro do Crefito-3, ao Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBi), à parceria com o Centro Universitário Nove de Julho – Uninove, que assegura a impressão, e à contratação da editora de texto, foi possível terminar o ano com a sensação de dever cumprido.

Aos poucos a Revista está crescendo – e em volume também: este ano, gradualmente, aumentou o número de artigos por número. Este traz 10 artigos e a proposta é de continuar aumentando ao longo de 2007. Incluir mais artigos em cada número permite maior agilidade, com menor tempo decorrido entre a submissão e a publicação. A submissão de manuscritos, porém, também aumentou consideravelmente. Passou da centena o total de artigos submetidos durante 2006. Se, de um lado, isso tende a neutralizar os esforços de publicar estudos recentes, de outro, indica que a Revista está conquistando crescente credibilidade e aceitabilidade junto à comunidade científica, acadêmica e profissional.

Os planos de mudança continuam. Em 2007, pesquisadores internacionais farão parte de nosso corpo editorial, teremos renovação parcial do corpo editorial nacional e pretendemos completar o processo de informatização, quando toda a sistemática de submissão e apreciação será feita *on-line*. E ainda estamos nos preparando para a trimestralidade.

Este é o momento de agradecer a todos os que em 2006 colaboraram, contribuíram e incentivaram a Revista a cumprir sua missão de disseminação de estudos e pesquisas em Fisioterapia a um público cada vez mais amplo.

Profa. Dra. Amélia Pasqual Marques
Editora-chefe

Estimulação elétrica minimiza alterações metabólicas musculares durante e após a imobilização de membro posterior de ratos

Electrical stimulation minimizes muscle metabolic alterations during and after immobilization of rats hindlimb

título condensado: Estimulação elétrica durante e após imobilização

Carolina Náglio Kalil Dias¹, Karina Maria Cancelliero², João Luiz Quagliotti Durigan³, Carlos Alberto da Silva⁴, Rinaldo Roberto de Jesus Guirro⁴

¹ Fisioterapeuta; mestranda em Fisioterapia na UFSCar (Universidade Federal de São Carlos)

² Fisioterapeuta; Ms; doutoranda em Fisioterapia na UFSCar

³ Fisioterapeuta; Ms; doutorando em Ciências Fisiológicas na UFSCar

⁴ Profs. Drs. do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Unimep (Universidade Metodista de Piracicaba)

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Carolina Náglio Kalil Dias

Pça. Pacífico Costa Lima, 53, Vila Quintino

13.736-000 Mococa SP

e-mail: diascknk@yahoo.com.br

Apresentação: abr. 2005

Aceito para publicação: jun. 2006

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da estimulação elétrica (EE) no perfil metabólico e no peso muscular de membro posterior de ratos durante a imobilização e após a retirada da órtese. Trinta e seis ratos Wistar foram divididos em controle (C), controle associado à estimulação elétrica (CEE), imobilizado (Im), imobilizado associado à estimulação elétrica (ImEE), imobilizado e mais sete dias de recuperação pós-retirada da órtese (ImR), e imobilizado com estimulação elétrica durante a recuperação pós-retirada da órtese (ImREE). Após o período experimental, os músculos sóleo (S), gastrocnêmio branco (GB) e vermelho (GV), tibial anterior (TA) e extensor longo dos dedos (ELD) foram coletados para análise das reservas de glicogênio (RG) e avaliação do peso do S e ELD. Pôde-se observar, no grupo apenas imobilizado, que a imobilização promoveu redução significativa nas reservas de glicogênio em todos os músculos e no peso muscular do S e ELD. A EE aumentou significativamente as RG dos grupos CEE e ImEE, porém não interferiu no peso. No período de recuperação, no grupo que não recebeu EE houve redução significativa nas RG e no peso muscular, enquanto no grupo que recebeu EE aumentaram significativamente as RG (257,9% S, 308,1% GB, 343,3% GV, 312% TA, 240,7% ELD) e o peso do ELD (12%). A EE minimizou pois os efeitos deletérios durante a imobilização e no período de remobilização, mostrando-se de grande eficácia no tratamento clínico de situações que levam ao desuso muscular.

DESCRITORES: Estimulação elétrica; Imobilização; Reabilitação

ABSTRACT

This study aimed at assessing the effect of electrical stimulation (ES) in muscles metabolic profile and weight of rats hindlimb during the limb immobilization period and after casts were removed. Thirty-six Wistar rats were divided into 6 groups: control (C); control but receiving ES (CES); immobilized (Im); immobilized receiving ES during immobilization (ImEE); immobilized and observed during recuperation for seven days after cast removal (ImR); and immobilized and receiving ES *during* recuperation for seven days after cast removal (ImREE). After the experimental period the soleus (S), white gastrocnemius (WG), red gastrocnemius (RG), anterior tibial (AT) and extensor digitorum longus (EDL) muscles were collected for analysis of glycogen reserves (GR), besides S and EDL weight evaluation. Results show that, in the Im group, immobilization caused significant GR and muscle weight reduction. Inversely, ES produced significant GR increase in CEE and ImEE groups, but did not interfere in muscle weight. During recuperation after cast removal, the group that did not receive ES (ImR) showed significant reductions in muscle GR and weight, while in the ImREE group there was significant increase in RG (257.9% S, 308.1% WG, 343.3% RG, 312% AT, 240.7% EDL) and in EDL weight (12%). ES thus minimized deleterious effects both during and after immobilization, pointing to its great efficiency in clinical treatment situations of muscle disuse.

KEY WORDS: Electrical stimulation; Immobilization; Rehabilitation.

INTRODUÇÃO

A plasticidade das fibras musculares esqueléticas permite que estas se adaptem, deflagrando mudanças na tipagem ou no tamanho de fibras. Múltiplos estímulos podem promover essas mudanças, merecendo destaque a desnervação, imobilização, inatividade prolongada, alterações hormonais, nutrição, estimulação elétrica, entre outros¹. Matthews e St. Pierre² ressaltam que tanto a atrofia muscular quanto força reduzida, ocasionadas pela imobilização ou ato cirúrgico, nem sempre voltam ao normal, apesar de extensiva reabilitação.

Para Halar e Kathleen³, o desuso reduz a reserva funcional do sistema musculoesquelético, resultando em fraqueza, atrofia e baixa resistência à fadiga. A fraqueza muscular que decorre da imobilização está associada à redução das reservas de glicogênio e creatina quinase, dos sarcômeros em série, bem como à redução da força e resistência à fadiga, decorrente da atrofia das fibras I e II e da função aeróbia.

Hirose *et al.*⁴ observaram a presença do quadro de resistência à insulina em pacientes inativos fisicamente ou imobilizados, porém ainda não está claro se ou como o desuso muscular crônico ou a imobilização alteram a sinalização de insulina. Segundo Henriksen⁵, há uma diminuição dos transportadores GLUT4 pelo desenvolvimento da resistência ao transporte de glicose estimulado pela insulina.

Foi demonstrado que o aumento na atividade contrátil induzida pelo exercício físico favorece a captação de glicose pelas fibras musculares. Isso é explicado pela translocação de transportadores GLUT4 insensíveis à insulina de reservatórios citosólicos para a membrana, aumentando com isso a captação de glicose⁶. Segundo Goodyear e Kahn⁷, o exercício induz uma melhora na sensibilidade do músculo para a insulina, sendo que seus efeitos podem durar por várias horas após o final do exercício.

No entanto, muitos pacientes não podem se beneficiar do exercício físico, por alguma debilidade física, permanência longa no leito ou imobilização de membro. Nesse período, um recurso fisioterapêutico que pode substituir a atividade contrátil voluntária, trazendo benefícios ao paciente, é a estimulação elétrica, pelo fato de esta promover a contração muscular, prevenindo ou retardando as conseqüências da atrofia por desuso.

Segundo Vanderthommen e Crielaard⁸, a estimulação elétrica é freqüentemente usada para fortalecer o músculo normal; na área médica, vários pesquisadores têm ressaltado seu valor para tratar atrofia decorrente da imobilização.

Em vista disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da estimulação elétrica no perfil energético e na massa muscular. Foi aplicada estimulação elétrica de baixa freqüência em dois momentos de imobilização do membro posterior de ratos: uma durante o período de imobilização e outra sete dias após a retirada da órtese.

METODOLOGIA

Ratos Wistar (de 3 a 4 meses, 250-350 g), fornecidos pelo biotério da Unimep, foram alimentados com ração e água *ad libitum* e mantidos em três animais por caixa⁹ sob condição controlada de biotério (12h claro/escuro, 23°C±2). Os 36 animais foram tratados segundo recomendações do *Guide for care use of laboratory animals*¹⁰ e divididos em seis grupos (n=6 em cada grupo): controle (C), controle

associado à estimulação elétrica (CEE), imobilizado (Im), imobilizado associado à estimulação elétrica (ImEE), imobilizado seguido de sete dias de recuperação pós-retirada da órtese (ImR) e imobilizado associado a estimulação elétrica durante os sete dias de recuperação pós-retirada da órtese (ImREE).

O grupo controle somente permaneceu livre na gaiola durante sete dias, sendo sacrificado em seguida; o grupo CEE permaneceu livre na gaiola recebendo estimulação elétrica na pata posterior esquerda durante sete dias, sendo também sacrificado após esse período.

A imobilização foi realizada durante um período de sete dias utilizando a órtese de resina acrílica proposta por Silva *et al.*¹¹ (Figura 1), sendo que o grupo Im apenas permaneceu imobilizado durante o período; o grupo ImEE recebeu estimulação elétrica durante os sete dias de imobilização; o grupo ImR foi imobilizado durante sete dias e permaneceu livre na gaiola por mais sete dias após a retirada da órtese; e o grupo ImREE foi imobilizado durante sete dias e recebeu estimulação elétrica somente durante os sete dias em que ficou livre na gaiola após a retirada da órtese. Os grupos Im e ImEE foram sacrificados logo após a retirada da órtese; e os grupos ImR e ImREE foram sacrificados sete dias depois da retirada da órtese (período de observação), ou seja, 14 dias após o início dos experimentos. Por apresentar um peso reduzido (22 gramas), a imobilização não interferiu na deambulação, permitindo a descarga de peso no membro imobilizado durante a deambulação.

inserir Figura 1

Figura 1 Órtese em posição neutra do tornozelo constituída de modelo de resina acrílica (1), rotadores laterais (2) e cinta abdominal (3)

Para o tratamento com estimulação elétrica, os animais dos grupos CEE, ImEE e ImREE foram anestesiados com tiopental na concentração de 40 mg/kg e o membro inferior esquerdo tricotomizado para garantir uma maior efetividade da estimulação e o posicionamento dos eletrodos. Os músculos sóleo e gastrocnêmios foram submetidos à estimulação diária de 20 minutos, por um período de sete dias. A frequência utilizada foi de 10 Hz, em função da ênfase ser dada ao músculo sóleo, constituído principalmente por fibras do tipo I, e a largura de fase foi de 0,4ms. A intensidade da corrente foi padronizada em 5,0mA a partir da visualização da contração muscular e, a cada 5 minutos, foi aplicado um acréscimo de 1,0mA à corrente, para não haver acomodação. O equipamento utilizado para a estimulação elétrica foi o Dualpex 961 (Quark®), além de eletrodos de silicone-carbono com área de 1 cm² cada (Figura 2).

inserir Figura 2

Figura 2 Posicionamento de eletrodos durante a estimulação elétrica no membro inferior esquerdo do grupo controle (A) e do grupo imobilizado (B), sendo o eletrodo 1 localizado na região inguinal e o eletrodo 2 na região do músculo tríceps sural

Após o período experimental de cada grupo ou par de grupos, conforme descrito acima, os animais foram sacrificados por decapitação e os músculos sóleo, gastrocnêmio branco, gastrocnêmio vermelho, tibial anterior e extensor longo dos dedos coletados e submetidos à avaliação do glicogênio muscular segundo a proposta de Siu *et al.*¹², na qual as amostras musculares são digeridas em KOH 30% a quente e o glicogênio precipitado pela passagem por etanol a quente. Entre uma fase e outra da precipitação, a amostra é centrifugada; o glicogênio precipitado é submetido à hidrólise ácida na presença de fenol. Os valores foram expressos em mg/100mg de peso úmido. Os

músculos sóleo e extensor longo dos dedos também passaram pela avaliação de peso.

A análise estatística dos dados foi realizada pelo teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov seguido pela ANOVA e teste de Tukey, sendo que em todos os cálculos foi fixado o nível crítico de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Em relação ao perfil energético da musculatura esquelética durante a imobilização do membro posterior, em posição neutra do tornozelo, houve significativa diminuição no conteúdo muscular de glicogênio no grupo Im: redução de 31,6% no sóleo (S), 56,6% no gastrocnêmio branco (GB), 39% no gastrocnêmio vermelho (GV), 41,7% no extensor longo dos dedos (ELD) e 45,2% no tibial anterior (TA), sugerindo uma integração funcional entre a homeostasia no processo contrátil das fibras e o controle no metabolismo muscular dos carboidratos (Tabela 1).

Além do comprometimento metabólico, o peso muscular também foi afetado pela imobilização nesse período, havendo redução de 34% no músculo sóleo e de 27% no ELD no grupo Im (Tabela 2). Vale ressaltar que a estimulação elétrica durante os sete dias pós-retirada da órtese não foi eficiente em modificar o peso dos músculos normais ou imobilizados, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 1 Concentração de glicogênio (mg/100mg, média \pm erro padrão) nos músculos sóleo (S), gastrocnêmio branco (GB) e vermelho (GV), extensor longo dos dedos (ELD) e tibial anterior (TA) dos grupos controle (C), controle com estimulação elétrica (CEE), imobilizado (Im), imobilizado com estimulação elétrica (ImEE), imobilizado + recuperação de sete dias após retirada da órtese (ImR) e imobilizado + recebendo estimulação elétrica durante sete dias após a retirada da órtese (ImREE)

Grupos	S	GB	GV	ELD	TA
C	0,38 \pm 0,03	0,46 \pm 0,02	0,41 \pm 0,01	0,36 \pm 0,03	0,31 \pm 0,03
CEE	0,54 \pm 0,004*	0,65 \pm 0,04*	0,48 \pm 0,03	0,40 \pm 0,01	0,54 \pm 0,05*
Im	0,26 \pm 0,02*	0,20 \pm 0,02*	0,25 \pm 0,03*	0,21 \pm 0,02*	0,17 \pm 0,02*
ImEE	0,35 \pm 0,02#	0,29 \pm 0,009#	0,36 \pm 0,01#	0,30 \pm 0,01	0,22 \pm 0,004
ImR	0,19 \pm 0,07*	0,37 \pm 0,04*	0,30 \pm 0,01*	0,27 \pm 0,04*	0,25 \pm 0,02
ImREE	0,68 \pm 0,06♦	1,51 \pm 0,1♦	1,33 \pm 0,04♦	0,92 \pm 0,02♦	1,03 \pm 0,06♦

$p < 0,05$; * significativo quando comparado ao C; # significativo quando comparado ao Im; ♦ significativo quando comparado ao ImR

Ao avaliar o comportamento das reservas musculares de glicogênio em músculos submetidos a tratamento com estimulação elétrica no grupo CEE, foi verificado um significativo aumento nas reservas, atingindo 42,1% no S, 41,3% no GB e 74,2% no TA, apontando para uma elevação na mobilização das reservas de glicose.

Quanto ao grupo que foi submetido ao tratamento com estimulação elétrica sob a condição de imobilização (ImEE), também foi verificada elevação nas reservas, atingindo 34,6% no S, 45% no GB, 44% no GV, 42,8% no ELD e 29,4% no TA (Tabela 1).

Além da observação do comprometimento energético e da massa muscular durante os sete dias de imobilização, este trabalho objetivou verificar se haveria diferença nos sete dias após a retirada da órtese, observando como a musculatura se comportaria nesse período de recuperação. Nesse íterim, no grupo ImR foi observado que os músculos analisados ainda apresentaram redução expressiva nas reservas de glicogênio mesmo após sete dias da retirada da órtese, sendo significativamente menores no S

(50%), no GB (19,6%), no GV (26,8%) e no ELD (25%) quando comparados ao grupo controle (Tabela 1). E, em relação ao peso muscular, os músculos analisados no grupo ImR ainda apresentaram redução em relação ao controle, sendo de 26,6% no S e de 18,4% no ELD (Tabela 2).

Tabela 2 Peso muscular (mg, média±desvio padrão) dos músculos sóleo (S) e extensor longo dos dedos (ELD) dos grupos controle (C), controle com estimulação elétrica (CEE), imobilizado (Im), imobilizado com estimulação elétrica (ImEE), imobilizado + recuperação de sete dias após retirada da órtese (ImR) e imobilizado + recebendo estimulação elétrica durante sete dias após a retirada da órtese (ImREE)

Grupos	S	ELD
C	123,5±2,1	120,6±8,5
CEE	81,3±1,8*	88,1±7,8*
Im	127,6±3,9	125,1±5,8
ImEE	82,8±3,1	99,5±3,6
ImR	90,7±3,8*	98,42±0,7*
ImREE	86,4±4,9	110,2±3,0♦

p<0,05; * significativo quando comparado ao C; # significativo quando comparado ao Im; ♦ significativo quando comparado ao ImR

O protocolo de estimulação elétrica foi aplicado nos sete dias seguintes à retirada da órtese no grupo ImREE, e foi verificado aumento expressivo nas reservas de glicogênio, sendo de 257,9% no S, 308,1% no GB, 343,3% no GV, 312% no TA e de 240,7% no ELD (Tabela 1). Apesar da melhora do perfil energético, o peso do sóleo não foi modificado pelo tratamento; somente o peso do ELD, que teve aumento significativo de 12% em relação ao grupo que retirou a órtese e não sofreu intervenção (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Situações que levam à imobilização do membro geram inevitavelmente atrofia muscular, concomitante às alterações no metabolismo de glicose e no processo contrátil das fibras. Segundo Qin *et al.*¹³, a imobilização tem a função de tratar lesões teciduais e ósseas induzindo atrofia muscular e redução da performance muscular.

A glicose é um dos principais substratos energéticos utilizado pelas fibras musculares, cuja absorção é de caráter multifatorial, dependente da insulina, do metabolismo dos tecidos ou da elevação da atividade contrátil das fibras¹⁴, sendo que a manutenção das reservas de glicogênio faz parte de um dos mecanismos ativados pela insulina. Em vista disso, pôde-se observar neste estudo que a imobilização do membro do animal durante sete dias provocou uma significativa redução no conteúdo de glicogênio em todos os músculos analisados.

O grau de atrofia muscular varia de acordo com o tipo de fibra submetida ao desuso, a posição articular e o tempo de imobilização. Com relação ao tipo de fibra, McDougall *et al.*¹⁵ atribuem às fibras do tipo II o maior percentual de atrofia, porém Williams e Goldspink¹⁶ não encontraram diferenças quanto ao tipo de fibra. Entretanto, estudos mais recentes mostram que a fibra tipo I é a mais susceptível à atrofia muscular decorrente do desuso^{17,18}, corroborando os resultados deste estudo, em que a maior porcentagem de atrofia muscular ocorreu no músculo sóleo, que é um músculo de perfil oxidativo, predominantemente composto por fibras tipo I.

Quanto à posição de imobilização, Appell¹⁹ afirma que, se o músculo for

imobilizado em posição de encurtamento, ocorre uma diminuição do comprimento muscular por diminuição do número de sarcômeros. Segundo Williams e Goldspink¹⁶, a imobilização em posição de alongamento muscular leva a um aumento de tamanho pela elevação do número de unidades sarcoméricas. Neste estudo, deve-se levar em conta que os músculos foram imobilizados em posição neutra de tornozelo, com a intenção de não manter qualquer tensão na musculatura analisada; além disso, a órtese possibilitava a deambulação do animal, com descarga de peso no membro imobilizado, mantendo o estímulo para os músculos posturais.

Com relação ao tempo de imobilização, Qin *et al.*¹³ afirmam que a imobilização em diferentes períodos gera uma atrofia de 15% a 70%, dependendo do animal e do tipo de fibra, mas a maior perda ocorre nos sete primeiros dias. Neste estudo os sete dias de imobilização foram capazes de gerar significativas alterações no perfil energético e na massa dos músculos analisados, sugerindo assim a associação de um tratamento fisioterapêutico nesse período, visando minimizar esse processo.

Mikines *et al.*²⁰ demonstraram que a inatividade física causada por período acamado tão curto quanto sete dias é associada à redução na sensibilidade à insulina no músculo esquelético. A inatividade física prolongada também mostrou redução na capacidade de transporte de oxigênio de músculo esquelético e resultou em diminuição no conteúdo de GLUT4 associado com resistência à insulina, no estudo de Hamada²¹.

Neste estudo, a estimulação elétrica foi escolhida como o exercício físico, pois é capaz de propiciar aumento da captação de glicose pela musculatura, promovendo a translocação de uma população de transportadores GLUT 4 insensíveis à insulina até a membrana muscular, melhorando a captação da hexose²². Hamada *et al.*²¹ demonstraram que a captação de glicose corporal é agudamente aumentada em resposta a 20 minutos de estimulação elétrica e esse aumento perdura por pelo menos 90 minutos após a finalização da sessão.

Segundo Mercier *et al.*²³, a estimulação elétrica tem um potencial de limitar a degeneração muscular em situações em que é difícil ou impossível para o ser humano realizar exercício físico. Os resultados deste trabalho demonstram que a estimulação elétrica aplicada tanto durante o período de imobilização quanto no período de recuperação após a imobilização pode minimizar as alterações metabólicas geradas na musculatura esquelética pelo desuso, aumentando as reservas de glicogênio.

No trabalho de Qin *et al.*¹³, o músculo tibial anterior imobilizado foi submetido à estimulação elétrica (30 minutos, 5x/semana, durante 3 semanas, frequência 50 Hz), a qual mostrou-se efetiva na prevenção da atrofia muscular, além de promover alguns focos de degeneração muscular, provavelmente decorrentes de uma adaptação do músculo frente à estimulação elétrica.

Segundo Pattison *et al.*²⁴, após dez dias de imobilização há uma perda na massa do músculo sóleo de 27% e 37%, para ratos jovens e velhos respectivamente, e após 30 dias de recuperação depois de cessada a imobilização, ratos novos recuperaram completamente a massa do sóleo, enquanto que, nos velhos, a recuperação da massa muscular não foi significativa, não diferindo a recuperação em 0 e 30 dias.

Neste estudo houve diminuição significativa tanto no peso do sóleo quanto no do ELD após sete dias da retirada da órtese, sendo que a associação da estimulação elétrica foi capaz de melhorar somente a massa do ELD, quando aplicada durante mais sete dias de recuperação.

Lieber *et al.*²⁵ analisaram o músculo tibial anterior submetido à estimulação diária (1 hora, cinco vezes por semana durante quatro semanas, frequências de 10 e 50 Hz), mostrando que esse protocolo atenuou a atrofia muscular não somente nos músculos diretamente ativados, mas também na musculatura passivamente alongada, secundária à estimulação dos músculos antagonistas. Em outro estudo²⁶, os autores observaram o período de quatro semanas de recuperação do músculo quadríceps de cães submetidos a dez dias de imobilização, porém com atividade normal, além de uma corrida de 1 hora por dia. Foi observado que, mesmo após esse período, havia ainda uma diminuição de 30% na área de músculos de contração lenta e rápida, porém a fração elevada de tecido conectivo (20%) retornou aos valores normais.

Nesse sentido, estudos observaram que, além da melhora metabólica induzida pela estimulação elétrica em músculos normais e desnervados²⁷, há também redução na fibrose²⁸, fatos mantenedores de integridade parcial das fibras.

Tem sido analisado o período de recuperação do membro imobilizado, utilizando protocolos de treinamento, ou mesmo o uso de suplementação alimentar para uma melhor recuperação do animal pós-imobilização. No estudo de Carvalho *et al.*²⁹, observou-se um período de três semanas de imobilização, onde um grupo de ratos foi liberado para as atividades normais e outro grupo foi submetido ao exercício por meio de natação diária, durante 60 minutos, com aumento de carga progressivo. Em ambos os grupos o trofismo retornou a seus níveis normais, e os músculos adquiriram suas propriedades elásticas pré-existentes na remobilização, independente do exercício. Neste estudo, a estimulação elétrica no período de recuperação melhorou o perfil energético muscular.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitem concluir que a estimulação elétrica melhora o metabolismo de glicose, sendo de grande eficácia no tratamento clínico de situações que levam ao desuso muscular, visto que é capaz de minimizar os efeitos deletérios da imobilização, garantindo o fornecimento energético para o músculo tanto durante a imobilização, quanto na remobilização, minimizando o período de recuperação dos níveis metabólicos anteriormente encontrados nessa musculatura.

REFERÊNCIAS

- 1 Salvini TF. Plasticidade e adaptação postural dos músculos esqueléticos. In: Marques, AP. Cadeias musculares: um programa para ensinar avaliação fisioterapêutica global. São Paulo: Manole; 2000. p.3-14.
- 2 Matthews P, Pierre DM. Recovery of muscle strength following arthroscopic meniscectomy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;23:18-26.
- 3 Halar EM, Kathleen RB. Imobilidade. In: DeLisa JA, Gans BM. Tratado de medicina e reabilitação: princípios e prática. 3a ed. São Paulo: Manole; 2002. v.2, p.1067-87.
- 4 Hirose M, Kaneki M, Sugita H, Yasuhara S, Martyn J. Immobilization depresses insulin signaling in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000;279:1235-41.
- 5 Henriksen EJ, Rodnick KJ, Mondon CE, James DE, Holloszy JO. Effects of denervation or unweighting on GLUT-4 protein in rat soleus muscle. *J Appl Physiol.* 1991;70:2322-7.
- 6 Goodyear LJ, Hirshman MF, Valyou PM, Horton ES. Glucose transporter number, function, and subcellular distribution in rat skeletal muscle after exercise training. *Diabetes.* 1992;41:1091-9.
- 7 Goodyear LJ, Kahn BB. Exercise, glucose transport, and insulin sensitivity. *Annu Rev Med.* 1998;49:235-61.
- 8 Vanderthommen M, Crielaard JM. Électromyostimulation en médecine du sport. *Rev Med Liege.* 2001;56(5):391-5.

- 9 Cancelliero KM, Costa D, Silva CA. Isolamento social modifica o perfil bioquímico de ratos. *Rev Bras Zoociências*. 2005;7(2):247-57.
- 10 National Research Council. Guide for the care and use of laboratory animals. Washington, DC: National Academy Press; 1996.
- 11 Silva CA, Guirro RR, Polacow MLO, Cancelliero KM, Durigan JLQ. Rat hindlimb joint immobilization with acrylic resin orthoses. *Braz J Med Biol Res*. 2006;39. In press.
- 12 Siu LO, Russeau JC, Taylor AW. Determination of glycogen in small tissue samples. *J Appl Physiol*. 1970;28(2):234-6.
- 13 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.
- 14 Andersen PH, Lund S, Schmitz O, Junker S, Kahn BB, Petersen O. Increased insulin-stimulated glucose up-take in athletes: the importance of GLUT4 mRNA, GLUT protein and fiber type composition of skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*. 1993;149:393-404.
- 15 McDougall JD, Elder GCB, Sale DC, Moroz JR, Sutton JR. Effects of strength training and immobilization on human muscle fibers. *Eur J Appl Physiol*. 1980;43:25-34.
- 16 Williams PE, Goldspink G. Changes in sarcomere length and physiological properties of immobilized muscle. *J Anat (London)*. 1978;127:459-68.
- 17 Herrera NMJr, Zimmerman AN, Dykstra DD, Thompson LV. Clenbuterol in the prevention of muscle atrophy: a study of hindlimb-unweighted rats. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:930-4.
- 18 Tanaka T, Kariya Y, Hoshino Y. Histochemical study on the changes in muscle fibers in relation to the effects of aging on recovery from muscular atrophy caused by disuse in rats. *J Orthop Sci*. 2004;9:76-85.
- 19 Appell HJ. Morphology of immobilized skeletal muscle and the effects of a pre and post-immobilization training program. *Int J Sport Med*. 1986;7:6-12.
- 20 Mikines KJ, Richter EA, Dela F, Galho H. Seven days of bed rest decrease insulin action on glucose uptake in leg and whole body. *J Appl Physiol*. 1991;70:1245-54.
- 21 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;94:2107-12.
- 22 Hundal HS, Ramlal T, Reyes R, Leiter LA, Klip A. Cellular mechanism of metformin action involves glucose transporter translocation from an intracellular pool to the plasma membrane in L6 muscle cells. *Endocrinology*. 1992;131:1165-73.
- 23 Mercier C, Jobin J, Lépine C, Simard C. Effects of hindlimb suspension on contractile properties of young and old rat muscles and the impact of electrical stimulation on the recovery process. *Mech Ageing Dev*. 1999;106:305-20.
- 24 Pattison JS, Folk LC, Madsen RW, Booth FW. Identification of differentially expressed genes between young and old rat soleus muscle during recovery from immobilization-induced atrophy. *J Appl Physiol*. 2003;1:101-52.
- 25 Lieber RL, Ferro TD, Hargens AR. Differential effects of 10 Hz and 50 Hz stimulation of the tibialis anterior on the ipsilateral, unstimulated soleus muscle. *Exp Neurol*. 1988;100:426-35.
- 26 Lieber RL. *Skeletal muscle structure, function, and plasticity: the physiological basis of rehabilitation*. Philadelphia: Lippincott; 2002.
- 27 Guirro RRJ, Silva CA, Forti F, Cancelliero KM. Análise do músculo esquelético desnervado tratado com metformina e/ou estimulação elétrica de baixa frequência. *Rev Bras Fisioter*. 2004;8(1):21-7.
- 28 Polacow MLO, Silva CA, Guirro RRJ, Silva HC, Tanno AP, Rodrigues D. Efeito da metformina e eletroestimulação sobre as reservas de glicogênio do músculo sóleo normal e desnervado. *Rev Bras Fisioter*. 1999;3(2):55-60.
- 29 Carvalho CM, Shimano AC, Volpon JB. Efeitos da imobilização e do exercício físico em algumas propriedades mecânicas do músculo esquelético. *Rev Bras Eng Biomed*. 2002;18(2):65-73.

Influência de uma única intervenção instrutiva fisioterapêutica na flexibilidade global e amplitude angular do quadril durante a flexão do tronco

Influence of a single physical therapy instructional intervention on the global flexibility and hip angular range of motion during trunk flexion

Título condensado: Intervenção fisioterapêutica na amplitude do quadril

Isabel de C. N. Sacco¹, Sandra Aliberti², Vitor Tessuti³, Mariana de S. X. Costa⁴, Daniella R. Gomes⁴, Adriana N. Hamamoto⁴

Colaboradores: Eliza T. Saito, Bianca Y. Kanamura, Larissa Y. Yahiro, Mitie E. I. Otuzi, Elcio P. Ribeiro Júnior, Meire Y. Takara, Carla Cardillo

¹ Profa. Dra. do Curso de Fisioterapia do Fofito/FMUSP (Depto. de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo)

² Fisioterapeuta; mestranda em Ciências da Reabilitação no Fofito/FMUSP

³ Bacharel em Esporte; mestrando em Ciências da Reabilitação no Fofito/FMUSP

⁴ Graduandas (iniciação científica) no Curso de Fisioterapia do Fofito/FMUSP

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Isabel de C. Neves Sacco

Lab. de Biomecânica do Movimento e Postura Humana, Fofito/FMUSP

R. Cipotânea 51 Cidade Universitária

05360-000 – São Paulo SP

e-mail: icnsacco@usp.br

Estudo realizado no Laboratório de Biomecânica do Movimento e Postura Humana do Fofito/FMUSP

Apresentação: nov. 2005

Aceito para publicação: jul. 2006

RESUMO: Muitos indivíduos podem estar realizando a flexão do tronco com uso limitado da flexão fisiológica do quadril, por uma percepção corporal diminuída. Este estudo avaliou, em 21 sujeitos (10 homens), qual região do corpo é percebida como responsável pela flexão do tronco e verificou a ocorrência de um possível aumento da flexibilidade global no teste 3º dedo-solo por uma melhor utilização da articulação do quadril, após uma única intervenção instrutiva fisioterapêutica, composta de estímulos táteis, visuais e verbais. Mediram-se a distância do terceiro dedo ao solo e a variação angular do quadril na flexão do tronco antes e depois da intervenção, sendo a análise feita por mensurações em fotografias digitais por meio de programa gráfico. Questionados antes da intervenção, 71% dos sujeitos apontaram a região da crista ilíaca como responsável pela flexão do tronco, mostrando que a maioria desconhecia a predominância da articulação do quadril nesse movimento. Após a intervenção, houve decréscimo significativo na distância do 3º dedo ao solo (21,8 cm antes e 18,5 cm depois) e alterações significativas dos ângulos de flexão da articulação do quadril ($p=0,0036$). Após a intervenção, a flexibilidade global aumentou devido ao aumento da flexão do quadril, confirmando a hipótese inicial.

Descritores: Biomecânica; Flexibilidade; Imagem corporal; Quadril

ABSTRACT: Many subjects may be performing anterior trunk flexion with limited physiologic hip flexion, due to a poor bodily perception. This study assessed, among 21 subjects (10 men), which body part is perceived as being responsible for performing anterior trunk flexion; and verified whether, after one single physical therapy intervention (with visual, verbal and tactile stimuli), a raise in global flexibility would take place due to hip flexion increase. Both the distance fingertip-to-floor and the hip angular variation were measured before and after intervention; measures were analysed by means of photograph tracings. When questioned before intervention, 71% of the subjects pointed to the iliac crest region as being the major responsible for performing trunk flexion, showing that most were unaware of hip preponderance in this movement. Following intervention, a significant decrease was noticed in the fingertip-to-floor distance (21.8 cm before and 18.5 cm after), as well as significant increase in hip flexion ($p=0.0036$). As expected, global flexibility increased after intervention due to increase in hip flexion.

Key words: Biomechanics; Body Image; Flexibility; Hip

INTRODUÇÃO

A flexibilidade é a capacidade física responsável pela execução de um movimento de amplitude angular máxima por uma articulação ou conjunto de articulações, dentro dos limites fisiológicos, sem o risco de ocorrerem lesões^{1,2}. Essa capacidade está principalmente relacionada aos hábitos posturais, por sua vez intimamente ligados à amplitude das articulações, extensibilidade dos músculos e plasticidade dos ligamentos e tendões. A importância da flexibilidade tem sido destacada na prática de exercícios para o melhor desempenho nas atividades físicas ou esportivas, nos movimentos diários para melhora da qualidade dos mesmos, ou ainda na prevenção de lesões^{1,3}. Ainda que se pese o fato de não estar estabelecido o mecanismo pelo qual a flexibilidade atua na prevenção de lesões, estudos têm apontado a diminuição da flexibilidade como fator de risco para patologias degenerativas como a lombalgia^{4,5}.

O teste 3º dedo-solo, realizado em bipedestação, assim como o teste do Banco de Wells, realizado em sedestação, têm sido usados para avaliar a flexibilidade da parte posterior do corpo de forma global^{3,6,7}. No entanto, do ponto de vista biomecânico, por meio de uma avaliação mais detalhada das ações articulares individuais ou em conjunto realizadas nesses testes, podemos obter informações mais acuradas sobre a forma como cada articulação está contribuindo no movimento e diagnosticar mais precisamente onde ocorre a limitação de flexibilidade⁸.

A flexão do tronco realizada em pé, como no teste 3º dedo-solo, é um movimento amplamente utilizado, tanto nas atividades diárias quanto nas atividades esportivas. Geralmente, quando pegamos um objeto no chão ou à frente do corpo, necessitamos maximizar o deslocamento do tronco em relação aos membros inferiores para ampliar a capacidade de alcance dos membros superiores. Isso ocorre por uma relação cinemática entre a coluna lombar e a articulação do quadril no plano sagital, chamada ritmo lombo-pélvico^{8,9}. Para que esse movimento ocorra, associamos a flexão do joelho, mas a fim de isolar os mecanismos que ocorrem entre a coluna lombar e o quadril, descreveremos o ritmo lombo-pélvico quando os joelhos permanecem estendidos.

Conforme a cabeça e a porção superior do tronco iniciam a flexão, a pelve desloca-se posteriormente para manter o centro de gravidade do corpo dentro da base de suporte⁹. O tronco continua a flexionar, sendo controlado pelos músculos extensores da coluna. Simultaneamente, ocorre a inclinação pélvica anterior, sendo controlada pelos músculos glúteo máximo e isquiotibiais, até que seja alcançado o comprimento máximo dos músculos⁸.

A contribuição da articulação do quadril na flexão do tronco é de aproximadamente 70 a 90° (graus) e da coluna lombar, na mesma direção, é de aproximadamente 40 a 45°^{5,8,9}. No ritmo lombo-pélvico, segundo Zatsiorsky⁵, nos primeiros 30° a coluna lombar participa com dois de cada três graus e, a partir dessa angulação, inverte-se a proporção, sendo o quadril o maior responsável pelo movimento (na razão de 2:1). No entanto, alguns autores ainda sugerem que não existem proporções muito específicas para o ritmo lombo-pélvico, como ocorre no ritmo escápulo-umeral^{8,9}. De acordo com Neumann⁸, embora várias estratégias

sejam possíveis, usualmente o movimento se inicia com predominância da coluna lombar e gradativamente essa predominância passa a ser do quadril.

A partir da observação clínica, no tratamento de pacientes com os mais variados distúrbios osteomioarticulares nos membros inferiores e coluna, é possível observar que a grande maioria executa a flexão do tronco com uso limitado das possibilidades de amplitude fisiológica de flexão da articulação do quadril, que é de 70 a 90°. Alguns deles possivelmente possuem limitação de alongamento muscular dos músculos restritores da flexão do tronco, mas parte dos indivíduos podem não estar utilizando a amplitude fisiológica maximizada do quadril por desconhecerem essa possibilidade no próprio corpo. Esse uso restringido da articulação do quadril feito de forma sistemática e repetitiva nas atividades diárias, ocupacionais ou esportivas pode levar a uma maior solicitação da coluna lombar para realizar a flexão do tronco e, conseqüentemente, pode estar aumentando a sobrecarga nessa região.

Um fator importante para realização dos movimentos é a percepção corporal. A imagem que cada um tem de seu próprio corpo e de seu movimento é modificada constantemente. Inicialmente, a imagem é global, diferenciando-se e tornando-se precisa progressivamente com a maturação e a experimentação. A maturidade e a experiência dependem dos sentidos somáticos (mecanoceptivos, termoreceptivos e dolorosos) e dos sentidos especiais (visuais, auditivos, vestibulares e gustativos), além de fatores anatômicos, fisiológicos, psicológicos, comportamentais e socioculturais.

Segundo Riemann & Lephart¹⁰, o termo cinestesia tem sido usado como sinônimo de propriocepção e sensação de posição articular. Cinestesia, em seu significado mais amplo, inclui a percepção das posições e movimentos dos membros e de outras partes do corpo gerados de modo ativo ou passivo¹¹. Essas informações são provenientes dos receptores localizados nos músculos, tendões e articulações – respectivamente fusos musculares, órgãos tendinosos de Golgi e terminações nervosas livres. Essas informações podem chegar ao córtex cerebral e participam da elaboração do plano do movimento e/ou participam de uma ação reflexa mais complexa. A propriocepção que chega ao córtex cerebral ascende via trato dorsal ipsilateral da medula até a área somatossensorial do córtex, onde as aferências visuais, táteis e auditivas são integradas, influenciando diretamente a eferência (*output*) motora¹².

Em uma intervenção terapêutica, quando se objetiva a melhora da percepção corporal do indivíduo, deve-se focar os estímulos visuais, auditivos, táteis e principalmente proprioceptivos, com o intuito de que tais informações contribuam para a reelaboração e aprendizagem do movimento funcional.

Assim, os objetivos deste estudo consistiram em investigar qual região do corpo é percebida pelos sujeitos como principal responsável pela flexão do tronco. E, ainda, verificar os efeitos de uma única intervenção fisioterapêutica com estímulos visuais, verbais, táteis e cinestésicos para melhorar a percepção e contribuição da articulação do quadril na postura de flexão do tronco.

METODOLOGIA

Este é um estudo de delineamento de pesquisa experimental, prospectiva e transversal, com amostragem intencional por conglomerado.

Os critérios de inclusão foram indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, com idade

entre 18 e 45 anos. Além disso, os indivíduos deveriam ser leigos e sem qualquer vínculo com a área da saúde. Os critérios de exclusão foram assimetrias posturais importantes, encurtamento da cadeia posterior, diminuição da amplitude de movimento e ocorrência de episódios de dor nos membros inferiores e coluna lombar nos últimos três meses^{13,14}. Para a realização do estudo, foi solicitado que os sujeitos assinassem o termo de consentimento informado, aprovado pela Comissão de Ética local.

Os sujeitos foram submetidos a um protocolo composto de quatro etapas, quais sejam: (1) entrevista pessoal, aquisição dos dados antropométricos e teste de flexibilidade no Banco de Wells; (2) marcação de referências ósseas com etiquetas auto-adesivas, fotografia digital no plano sagital durante a realização do teste do 3º dedo-solo e a mensuração da distância do terceiro dedo ao solo, a fim de verificar a amplitude articular inicial de quadril, lombar e torácica; (3) intervenção fisioterapêutica única, envolvendo questionamento e explicação verbal, tátil e cinestésica sobre a articulação coxofemoral; (4) aquisição de uma nova fotografia digital no plano sagital e repetição de teste do 3º dedo-solo para verificação das alterações nas amplitudes articulares.

A metodologia utilizada na segunda e quarta etapas foi a análise biomecânica por fotos digitais obtidas no plano perpendicular à máquina e sagital ao corpo humano. Os registros fotográficos foram realizados com duas câmeras digitais com resolução máxima de 4,1 megapixel, sobre um tripé nivelado. A máquina permaneceu a 2,4 metros de distância do sujeito, enquanto o tripé foi posicionado a uma altura de 1 metro do chão. Os sujeitos trajavam biquíni ou sunga em uma sala reservada, bem iluminada e de fundo não-reflexivo¹⁵.

Na primeira etapa, foram coletados os dados pessoais e antropométricos dos sujeitos. Ainda nessa etapa, foi feito o teste do Banco de Wells para verificação da flexibilidade de tronco. Esse teste, aplicado em sedestação conforme recomendação de Kiss³, consiste na avaliação da flexibilidade do tronco pela medida da distância máxima alcançada pelas mãos em flexão do tronco com os membros estendidos à frente. Neste estudo, os sujeitos foram colocados sentados no solo, com os joelhos estendidos, tocando as plantas dos pés no assento de uma cadeira posicionada com o encosto para cima. Com os braços e dedos estendidos e as mãos sobrepostas, tocaram com a palma da mão uma régua em centímetros traçada no centro do encosto; o zero da régua corresponde ao ponto do encosto mais próximo do tronco do sujeito; os pés tocam o assento na direção da marcação de 23 cm na régua. Anotou-se o valor (em cm) alcançado pela ponta do 3º dedo quando da flexão máxima sustentada do tronco. Na literatura é encontrada uma classificação desse teste, em que até 11 cm a flexibilidade do sujeito é considerada fraca, de 12 a 13 regular, de 14 a 18 média, de 19 a 21 boa e acima de 22 cm, excelente³.

Na segunda e quarta etapas, pontos anatômicos foram palpados e em seguida marcados com etiquetas auto-adesivas vermelhas e marcadores esféricos de isopor, sendo utilizados como referência: cabeça do V metatarso, maléolo lateral, côndilo femoral lateral, trocânter maior do fêmur, três dedos posteriores à espinha íliaca ântero-superior, espinha íliaca pósterio-inferior, processos espinhosos das vértebras L5, T12, T7 e C7. Os marcadores foram colocados em todos os indivíduos pelo mesmo avaliador. Foram obtidas duas fotos de cada sujeito no plano sagital, pré e

pós-intervenção. As fotos foram realizadas pedindo-se que a pessoa tentasse alcançar seus pés com as mãos, fletindo o tronco, mantendo os joelhos estendidos, os pés unidos e cabeça e ombros relaxados.

Ainda nessas etapas, foi realizado o teste do 3º dedo-solo, durante duas tentativas de flexão do tronco. Esse teste foi realizado com o sujeito sobre um banco (*step*) de 18 cm de altura, sendo solicitado que se posicionasse no centro do aparelho. Após a flexão do tronco, um único avaliador mediu a distância do 3º dedo da mão até o solo com o uso de uma fita métrica¹⁴.

Na terceira etapa, a fisioterapeuta questionou o sujeito sobre em que parte do corpo supunha que seu tronco fletia em relação ao membro inferior durante o movimento. A questão feita aos sujeitos foi: “Aponte em que parte do seu corpo você se “dobra” para realizar este movimento”. A fisioterapeuta usou um goniômetro universal para simular a flexão do tronco e facilitar o entendimento do que estava sendo perguntado. Os indivíduos apontavam com as mãos em seu próprio corpo e em seguida a fisioterapeuta anotava em uma figura de contorno do corpo humano a região apontada como responsável pela flexão do tronco.

Em seguida, a fisioterapeuta indicava a localização da articulação do quadril no corpo do próprio sujeito, explicando que esta era a principal articulação responsável pelo movimento. Tal intervenção foi composta de estímulos visuais, táteis e verbais. Como estímulo visual, a fisioterapeuta usou a estratégia de se posicionar à frente do sujeito no plano sagital para demonstrar o movimento de flexão do tronco que se objetivava na intervenção. Logo em seguida, a fisioterapeuta aplicou estímulos táteis manuais na região da articulação do quadril dos sujeitos bilateralmente, enquanto estes realizavam movimentos de flexão do tronco, com o objetivo de reforçar a percepção da contribuição do quadril nesse movimento. Ao mesmo tempo, foram dados comandos verbais assim como *feedback* verbal, objetivando comunicar ao sujeito se estava realizando o movimento de acordo com o objetivo da intervenção, ou seja, aumentando a contribuição do quadril na flexão do tronco. Após esse momento da intervenção, na quarta etapa, houve repetição do teste do 3º dedo-solo e mais uma foto por sujeito foi obtida para futuras comparações.

Por meio das fotos, foi feito o cálculo dos ângulos tibiotársico, do quadril, das colunas lombar e torácica usando o *software* Corel Draw (v.10). O Quadro 1 descreve e a Figura 1 ilustra como os ângulos foram calculados¹⁵.

Quadro 1 Ângulos articulares obtidos por meio de fotografias digitais pré e pós-intervenção

Variável	Descrição
Ângulo tibiotársico	Ângulo entre o segmento de reta paralelo ao solo que passa pelo maléolo lateral e o segmento de reta que passa pelo maléolo lateral até côndilo femoral lateral, com vértice no maléolo.
Ângulo do quadril	Ângulo entre o segmento de reta que passa pelo trocânter maior do fêmur até o côndilo femoral lateral e outro segmento que passa pelo trocânter maior até a projeção da espinha íliaca ântero-superior, com vértice no trocânter maior do fêmur.
Ângulo da lombar	Ângulo entre o segmento de reta que passa por T12 até L5 e o segmento de reta que passa por L5 até a espinha íliaca pósterio-inferior, com vértice em L5.
Ângulo da torácica	Ângulo entre o segmento de reta que passa por C7 até T7 e o segmento de reta que passa por T7 até T12, com vértice em T7.

Figura 1 Ilustração dos ângulos articulares obtidos por meio das fotografias digitais

RESULTADOS

A amostra se constituiu de 21 sujeitos saudáveis (10 homens e 11 mulheres) com idade média de $31,8 \pm 7$ anos, massa média de $62,8 \pm 12$ kg e estatura média de $162,1 \pm 8,6$ cm. Trabalhavam na manutenção e limpeza de uma instituição de ensino da cidade de São Paulo, leigos na área da saúde. O grau de escolaridade máximo dos sujeitos era o ensino fundamental completo.

O Banco de Wells foi utilizado como uma das formas de caracterizar os sujeitos e definir os critérios de exclusão. A maioria dos indivíduos avaliados encontrava-se na faixa de boa a excelente flexibilidade. A média encontrada foi de $27,5 \pm 9,9$ cm. A Tabela 1 apresenta as variáveis antropométricas descritas, suas médias e desvios padrão e o resultado do teste de flexibilidade de Wells.

Tabela 1 Média e desvio-padrão das características antropométricas e resultado do teste de flexibilidade de Wells

Variável	valor (n=21)
Sexo masculino (%)	54,5
Idade (anos)	$31,8 \pm 7,0$
Massa (kg)	$62,8 \pm 12,0$
Estatura (cm)	$162,1 \pm 8,6$
Wells (cm)	$27,5 \pm 9,9$

A grande maioria dos sujeitos (71,4%) apontou a região da crista ilíaca como a “dobradiça” do corpo responsável pela realização do primeiro teste 3º dedo-solo. Os demais indicaram a região de T12, a articulação coxofemoral e a região de T8 (Tabela 2).

Tabela 2 Região do corpo apontada pelos sujeitos como responsável pela flexão do tronco

Região do corpo	% (n=21)
Crista ilíaca	71,4
Região de T12	14,3
Coxofemoral	9,5
Região de T8	4,8
	100

Observaram-se alterações significativas nos ângulos de flexão antes e depois da intervenção da articulação do quadril e do ângulo tibiotársico (Tabela 3). Além disso, verificou-se um decréscimo significativo na distância do 3º dedo ao solo (Tabela 3).

A média do ângulo de flexão da torácica antes da intervenção foi de $144,3^\circ$ e, depois, $144,4^\circ$; da lombar, $158,3^\circ$ antes e $157,4^\circ$ depois; não houve diferença significativa entre essas medidas. Já o ângulo tibiotársico foi de $99,4^\circ$ antes e $97,9^\circ$ depois, havendo diferença significativa nessa angulação após a intervenção da fisioterapeuta. O ângulo do quadril e a distância do 3º dedo ao solo apresentaram diferenças importantes e válidas estatisticamente. No quadril, a média anterior foi $131,1^\circ$ e, após a intervenção, foi $123,9^\circ$; a mudança na distância 3º dedo-solo foi de 21,8 cm para 18,5 cm depois. Esses resultados mostram que a intervenção do fisioterapeuta fez com que os indivíduos enfatizassem a articulação do quadril para realizar o movimento solicitado.

Tabela 3 Média e desvio-padrão dos resultados do teste de flexibilidade 3º dedo-solo e ângulos articulares antes e após a intervenção

Variáveis	Momento	(n=21)	p
Distância do 3º dedo ao solo (cm)	Antes	21,8±11,8	0,0007
	Depois	18,5±10,7*	
Ângulo da torácica (graus)	Antes	144,3±6,4	p > 0,05
	Depois	144,4±5,3	
Ângulo da lombar (graus)	Antes	158,3±10,9	p > 0,05
	Depois	157,4±9,4	
Ângulo do quadril (graus)	Antes	131,1±19,5**	0,0036
	Depois	123,9±17,0**	
Ângulo tibiotársico (graus)	Antes	99,4±3,1***	0,0000
	Depois	97,9±3,3***	

DISCUSSÃO

A avaliação no banco de Wells mostrou que a maioria dos indivíduos apresentava boa ou excelente flexibilidade antes da intervenção. A ocupação profissional é uma possível explicação para esses resultados. Milosavljevic *et al.*¹⁶ realizaram um estudo com trabalhadores que se mantinham em período prolongado em flexão anterior do tronco (tosadores de carneiros) e observaram influência dessa ocupação profissional na mobilidade da coluna lombar e do quadril dos sujeitos¹⁶. No entanto, segundo esse autor, a influência de outras atividades profissionais ainda está por se estabelecer. No presente estudo, os indivíduos realizavam trabalho de limpeza e manutenção, onde movimentos cíclicos de flexão anterior do tronco são freqüentemente realizados, sugerindo possível relação dessa ocupação profissional com sua flexibilidade.

Os resultados obtidos com o questionamento sobre qual seria a região do corpo que faria o papel de “dobradiça” na realização do teste 3º dedo-solo mostraram que a maioria dos sujeitos (71,4%) acreditava ser a região da crista ilíaca a principal área responsável pela flexão anterior do tronco. Como visto, o ritmo lombo-pélvico na flexão anterior do tronco inicia-se com predominância da coluna lombar⁸, portanto a percepção dos sujeitos de que a “dobradiça” se encontra na região da crista ilíaca parece estar relacionada à percepção do início do movimento. No entanto, no teste 3º dedo-solo o indivíduo tem de chegar a sua amplitude máxima nesse movimento, no qual a predominância deve ser da articulação do quadril, ou coxo-femoral^{8,9}, mas essa mudança de predominância não foi notada pela maioria dos sujeitos. Essa percepção equivocada de que o movimento de flexão do tronco é realizado somente pela lombar pode estar sobrecarregando esse segmento e limitando a amplitude de movimento do quadril nas atividades motoras desses indivíduos.

A ocorrência de uma melhora significativa na flexibilidade global dos sujeitos pós-intervenção, medida pelo teste do 3º dedo-solo, confirma a hipótese de que os indivíduos provavelmente faziam uso limitado da amplitude de movimento fisiológica da articulação do quadril, já que, por se tratar de intervenção fisioterapêutica única, não houve tempo para ocorrerem adaptações teciduais de alongamento. Essa afirmação é

corroborada pela diminuição dos ângulos do quadril depois da instrução. Esse uso limitado da amplitude de movimento fisiológica da articulação do quadril provavelmente está relacionado com a percepção (aparente) de que durante toda a amplitude de movimento a principal região responsável pela flexão do tronco é a coluna lombar, como foi referida pela maior parte dos indivíduos antes da intervenção.

Por outro lado, os dados das medições dos ângulos da coluna torácica e lombar não mostraram resultados estatisticamente significativos. Em relação à coluna torácica, já era esperado que não houvesse diferença, pois a contribuição desse segmento na flexão do tronco é mínima⁸. E quanto à coluna lombar, o fato de não haver diferença significativa antes e depois da intervenção sugere um ganho de flexibilidade sem acarretar sobrecarga a essa região – além de que a intervenção limitou-se à contribuição da articulação do quadril.

Jonnes *et al.*⁴ encontraram que a diminuição da amplitude de movimento da articulação do quadril é um fator de risco para lombalgia não-específica em adolescentes. Segundo os autores, o embasamento científico para que a diminuição da amplitude articular do quadril seja um fator de risco para lombalgia é que a flexibilidade dessa articulação facilitaria posturas que preservam a coluna⁴. Esse achado confirma a hipótese deste estudo e reafirma a importância de focar a percepção corporal com o objetivo de aumentar a contribuição da articulação do quadril no movimento de flexão do tronco, colaborando para a prevenção ou minimização de lesões lombares degenerativas. Além disso, Wong & Lee¹⁷ realizaram um estudo entre adultos portadores de lombalgia, lombociatalgia e grupo controle, encontrando que a lombalgia está associada à diminuição da amplitude de flexão do quadril durante a flexão anterior do tronco, o que afeta as atividades funcionais e a qualidade de vida dos pacientes. Seria pois interessante a realização de pesquisa similar ao presente estudo, incluindo um grupo de indivíduos com lombalgia, para poder fazer comparações.

Segundo uma recente revisão sistemática, há evidência moderada de que, nas lombalgias não-específicas, as Escolas de Coluna (*Back schools*) conseguem melhores resultados na redução da dor e melhora funcional em relação a outros tratamentos conservadores como exercícios, manipulações ou terapias miofasciais. As Escolas de Coluna, de maneira geral, além de ensinarem exercícios específicos para lombalgia, fornecem informação sobre a anatomia e biomecânica da coluna, postura e ergonomia¹⁸. Assim, seu diferencial reside em focar o conhecimento sobre o corpo, coincidindo com instrução realizada neste estudo.

A diferença significativa observada na diminuição do ângulo tibiotársico pode estar relacionada à diminuição da necessidade de deslocar a massa corporal posteriormente, que ocorre como resposta à inclinação anterior do tronco⁹, pois uma maior flexão do quadril exacerba o deslocamento posterior do centro de gravidade (CG), tornando necessário um reajuste na articulação tibiotársica a fim de anteriorizar o CG, mantendo-o na base de suporte. Além disso, esse aumento da flexão do quadril diminui a distância do CG ao solo, aumentando a estabilidade¹⁹.

Não foram encontrados na literatura estudos semelhantes que tenham investigado a influência da percepção corporal na flexibilidade e na amplitude

articular do quadril. Acreditamos que este estudo possui relevância clínica para a fisioterapia, na medida em que destaca a importância de se utilizar a percepção corporal no tratamento fisioterapêutico.

CONCLUSÃO

Antes da intervenção, a maioria dos sujeitos avaliados apontou a região da coluna lombar como a principal “dobradiça” responsável pela realização da flexão do tronco. Após uma única intervenção, que objetivou aumentar a contribuição da articulação do quadril nesse movimento, houve melhora significativa na flexibilidade global dos indivíduos. Foi possível observar que essa melhora aconteceu pelo aumento da contribuição do quadril – diminuição significativa dos ângulos do quadril – enquanto a contribuição da coluna lombar manteve-se inalterada.

Assim, afirma-se a importância de focar a percepção corporal dos pacientes em intervenções terapêuticas que visem ganho de amplitude de movimento do tronco, pois esta pode estar diminuída por um conhecimento limitado das reais possibilidades fisiológicas da articulação do quadril.

Uma melhor utilização dessa amplitude fisiológica do quadril em movimentos funcionais – pegar objetos no chão, levantar pesos – pode otimizar o ganho de flexibilidade aumentando o alcance dos membros superiores nas atividades diárias, ocupacionais ou esportivas, sem sobrecarregar a coluna lombar e contribuindo para a prevenção de lesões degenerativas nessa região. Futuros estudos com metodologias que envolvam movimentos funcionais podem ser realizados para a confirmação dessas hipóteses.

REFERÊNCIAS

- 1 Burke DG, Holt LE, Rasmussen R, MacKinnon NC, Vossen JF, Pelham TW. Effects of hot or cold water immersion and modified proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility exercise on hamstring length. *J Athl Train.* 2001; 36(1):16-9.
- 2 Dantas EHM. Flexibilidade: alongamento e flexionamento. Rio de Janeiro: Shape; 1999.
- 3 Kiss MAPD. Esporte e exercício: avaliação e prescrição. São Paulo: Roca; 2003.
- 4 Jonnes M A, Stratton G, Reilly T, Unnithan V B. Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *Br J Sports Med.* 2005; 39:137-40.
- 5 Zatsiorsky VM. Kinematics of Human Motion. USA: Human Kinetics; 1998.
- 6 Marques AP. Manual de goniometria. São Paulo: Manole;; 2003.
- 7 Perrey C, Poiraudau S, Martine M, Mayoux Benhamou MA, Revel M. Validity, reliability and responsiveness of fingertip-to-floor test. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82:1566-70.
- 8 Neumann DA. Cinesiologia do sistema musculoesquelético: fundamentos para reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
- 9 Norkin C, Levangie PK. Joint structure and function: a comprehensive analysis. Philadelphia: Davis; 1992.
- 10 Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train.* 2002; 37(1):71-9.
- 11 Kenneth BR, Kaufman L, Thomas JP. Handbook of perception and human performance VI: Sensory processes and perception. New York: John Wiley & Sons; 1986.
- 12 Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of neural science. New York: McGraw-Hill; 2000.

- 13 Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura IC, Oliveira AS, Bevilaqua-Grossi D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev Bras Fisioter.* 2005; 9(3):327-34.
- 14 Satto TO, Vieira ER, Coury HG. Análise da confiabilidade de técnicas fotométricas para medir a flexão anterior do tronco. *Rev Bras Fisioter.* 2003; 7(1):53-9.
- 15 Sacco ICN, Morioka EH, Gomes AA, Sartor CD, Nogueira GC, Onodera NA, et al. Avaliação de posturas sentadas em automóvel: implicações da antropometria; estudo de casos. *Rev Fisioter Univ São Paulo* 2003; 10(1):34-42.
- 16 Milosavljevic S, Milburn PD, Knox BW. The influence of occupation on lumbar sagittal motion and posture. *Ergonomics.* 2005; 48(6):657-67.
- 17 WongTKT, Lee RYW. Effects of low back pain on the relationship between the movements of the lumbar spine and hip. *Hum Mov Sci.* 2004; 23:21-34.
- 18 Heymans MW, Tulder MW, Esmail R, Bombardier C, Koes BW. Back Schools for non specific low-back pain (Cochrane Review). in: *The Cochrane Library, Issue 2.* Oxford: Update Software, 2005.
- 19 Magee DJ. *Avaliação musculoesquelética.* São Paulo: Manole; 2005.

Análise eletromiográfica e da força do músculo deltóide em indivíduos com síndrome do impacto do ombro

Electromyographic and force analysis of the deltoid muscle in subjects with shoulder impingement syndrome

título condensado: EMG e força do deltóide na síndrome do impacto do ombro

Fabiano Politti¹, Evanisi Teresa Palomari², Ricardo Furtado³, César Ferreira Amorim⁴

¹ Fisioterapeuta; Prof. Ms. do Depto. de Anatomia do IB/ Unicamp (Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP)

² Bióloga; Profa. Dra. do Depto. de Anatomia do IB/Unicamp

³ Estatístico; doutorando em Engenharia de Petróleo, Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp

⁴ Engenheiro elétrico; Prof. Ms. do Depto. de Engenharia Biomédica da Univap (Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP)

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Prof. Fabiano Politti

Depto. de Anatomia IB/Unicamp

Caixa postal 6109

13084-971 Campinas SP

e-mail: fpolitti@hotmail.com

Estudo desenvolvido no Depto. de Anatomia do IB/Unicamp com financiamento da Fapesp, Capes e Faep/Unicamp

Apresentação: jun. 2005

Aceito para publicação: jun. 2006

[refs.suely OK](#)

RESUMO: Este estudo visou verificar se existe diferença, na força gerada durante a abdução do ombro e a atividade eletromiográfica da porção clavicular, acromial e espinhal do músculo deltóide, entre indivíduos saudáveis e portadores da síndrome do impacto do ombro. Participaram 15 indivíduos com síndrome do impacto do ombro grau I e II de Neer (média de 44,1±8,6 anos) e 15 indivíduos saudáveis (média de 43,6±8,1 anos) pareados com o primeiro grupo. Os sinais eletromiográficos foram coletados em contração isométrica durante a tração de transdutor de força, com o ombro em abdução de 80°, e normalizados pela contração voluntária máxima. Para a análise das médias eletromiográficas das porções clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide e da força entre os grupos, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney com nível de significância $p < 0,05$. O estudo concluiu que não há diferença na atividade eletromiográfica do músculo deltóide e da força gerada durante a abdução do membro superior entre indivíduos saudáveis e com síndrome do impacto. De acordo com esse resultado, o fortalecimento do músculo deltóide não deve ser o foco principal durante o processo de reabilitação.

Descritores: Eletromiografia; Ombro; Reabilitação

ABSTRACT: This study aimed at comparing electromyographic activity of the pars clavicularis, acromialis, and spinalis of the deltoideus muscle, as well as the force exerted during abduction, in healthy individuals and in those with shoulder impingement. Fifteen subjects with impingement syndrome (44.1±8.6 years old) with Neer degrees I and II took part in the study; 15 healthy subjects (43.6±8.1 years old) were paired to those of the first group. Electromyographic signals were collected in isometric contraction during traction of a force transducer, while the shoulder remained at 80° abduction, and normalized according to the maximum reference isometric contraction. Mann Whitney's parametric test was used at a significance level of $p < 0.05$ to compare mean electromyography of the deltoideus muscle pars, as well as the force, between the two groups. The study concluded that there was no difference in electromyographic activity of the deltoideus muscle or in the force exerted during abduction of the upper limb between healthy controls and individuals with shoulder impingement. It may thus be suggested that deltoideus muscle strengthening should not be the main focus during the rehabilitation process.

Key words: Electromyography; Rehabilitation; Shoulder

INTRODUÇÃO

A eletromiografia é atualmente um importante método empregado para entender a atividade do músculo em condições específicas, como nas irregularidades da ação muscular nos movimentos do ombro em condições normais, patológicas ou durante o tratamento¹⁻⁴.

Dentre as patologias que acometem o ombro, a síndrome do impacto tem se destacado por ser uma das causas mais freqüentes de disfunção e dor⁵, tendo como particularidade anatômica a compressão mecânica das estruturas subacromiais sobre o arco subacromial, somando-se a uma característica degenerativa, iniciada por inflamação, seguida de fibrose e ruptura do manguito rotador, nos casos de maior gravidade^{6,7}.

O maior índice de ocorrência dessa síndrome encontra-se em jovens que praticam esportes com atividades que envolvem ações repetidas do ombro, como natação, tênis, voleibol, beisebol⁸⁻¹⁰, ou em pessoas idosas que, além do envelhecimento biológico do ombro, utilizam o braço em posição acima da cabeça em atividades ocupacionais ou até desportivas^{5,11-13}.

O tratamento inicial concentra-se no controle da dor e da inflamação^{14,15}. Diferentes tipos de fortalecimento muscular, que na maioria das vezes envolvem todos os músculos responsáveis pela estabilização e movimento do ombro^{16,17} e a incorporação de exercícios que priorizem a manutenção da rotação externa para o alívio da dor, podem ser utilizados como forma de tratamento^{14,15}.

Durante a reabilitação, já foi observado que o ombro acometido pela síndrome do impacto apresenta uma considerável diminuição na força de abdução e rotação externa, comparada com o ombro sem lesão¹⁸. Indivíduos com essa síndrome geralmente relatam dor durante a abdução e rotação externa do ombro lesado, possivelmente causada pela diminuição da força muscular¹⁸. Assim, torna-se importante o entendimento dos mecanismos patológicos do ombro, uma vez que esse entendimento constitui a base da estratégia para o treino e a reabilitação¹⁹.

De forma geral, o músculo deltóide participa ativamente nos movimentos do ombro, sendo que a função principal da porção clavicular é a flexão e rotação interna do ombro; o par acromial é exclusivamente abductor; e o par espinhal está envolvido na extensão e rotação externa do úmero²⁰.

A eletromiografia demonstra que a ação das três porções desse músculo não se restringe a gerar a abdução, mas também a realizar diferentes funções em relação à posição do membro superior. Isso permite sugerir que a ação do músculo deltóide é diferente nas três regiões musculares e não apenas restrita ao movimento de abdução. Assim, a porção clavicular e a escapular têm importância na estabilização da articulação glenoumeral e no controle do membro durante o movimento²¹.

A proposta deste estudo foi pois verificar se existe diferença de atividade eletromiográfica da porção clavicular, acromial e espinhal do músculo deltóide e/ou na força gerada durante a abdução do ombro, entre indivíduos saudáveis e portadores da síndrome do impacto do ombro.

METODOLOGIA

Sujeitos

Fizeram parte deste estudo 30 sujeitos destros, triados do Centro Municipal de Fisioterapia da cidade de Pedreira (SP) e da Faculdade de Medicina da Unicamp – Universidade Estadual de Campinas.

Esses voluntários foram divididos em dois grupos com 15 indivíduos cada. O primeiro foi constituído por indivíduos com síndrome do impacto grau I (inflamação aguda) e grau II (degeneração/inflamação) de Neer⁶, sendo seis homens e nove mulheres, com idade entre 24 e 65 anos (média de 44,1±8,6 anos).

Fizeram parte do grupo com síndrome do impacto somente indivíduos que demonstraram sinal positivo para quatro dentre os seis critérios de inclusão, como: sinal de Neer⁶, Hawkins²² e de Jobe²³, dor aguda no arco de movimento livre compreendido entre 60° e 120° no plano escapular²⁴ e os exames de ultra-som e raios X (Tabela 1). Além disso, foram considerados somente os indivíduos que se encontravam no estado inicial de tratamento de fisioterapia e que não passaram por qualquer tipo de fortalecimento dos músculos do ombro.

Tabela 1 Caracterização dos sujeitos com síndrome do impacto segundo seis critérios: dor no arco de movimento (60°-120°) no plano escapular, testes de Neer, Hawkins, Jobe, e análise dos exames complementares de ultra-som e raios X

Sujeitos	Dor no arco de movimento (60°-120°)	Testes específicos			Ultra-som		Raios X
		Neer	Hawkins	Jobe	Inflamação aguda	Inflamação crônica e degeneração	Diminuição no espaço subacromial
1	+	+	+	-	+		+
2	+	-	+	+	+		-
3	+	+	+	+	+		+
4	-	+	+	+		+	-
5	+	+	+	+	+		+
6	-	+	+	+		+	+
7	+	+	+	+		+	+
8	+	+	+	+	+		+
9	+	+	+	+	+		-
10	+	+	+	-	+		+
11	+	+	+	-	+		-
12	-	-	+	+		+	+
13	+	+	+	+		+	+
14	+	+	+	+		+	+
15	-	+	+	+	+		-

(+) Sinal positivo, presente na avaliação; (-) sinal negativo, ausência na avaliação

Não fizeram parte da pesquisa indivíduos com história de dor crônica e instabilidade do ombro, sintomas de dor cervicobraquial, participação em esportes que usem o membro superior²⁵, com história de infiltração de medicamentos, calcificação do tendão do manguito rotador e obesos.

O segundo grupo de estudo, sem a síndrome do impacto, foi pareado em idade, sexo e peso com o grupo portador da síndrome. Assim, todos eram destros com idade entre 24 e 65 anos (média 43,6±8,6), sem desconforto ou história de disfunção no ombro.

A avaliação dos indivíduos foi realizada por um fisioterapeuta com experiência em tratamento de pacientes com distúrbios musculoesqueléticos dos membros superiores e cintura escapular.

Antecedendo o exame físico e a aquisição dos dados, os indivíduos foram informados sobre a proposta e os procedimentos a serem adotados durante os testes e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde; o estudo foi previamente autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp.

Instrumentação

Para a captação do sinal eletromiográfico (EMG) foi utilizado um sistema de aquisição com 8 canais (EMG System do Brasil Ltda.®), filtro de corte passa-banda de 20-500 Hz, com ganho de amplificação de 1000 vezes e modo comum de rejeição de 120 dB. Para a aquisição dos dados foi utilizado o *software* WinDaq (Dataq Instruments®), digitalizados por placa de conversão A/D (analógico-digital) com 16 bits de resolução e sinais com frequência de 2 kHz. Esse sistema foi composto por eletrodos bipolares ativos com ganho de amplificação de 20 vezes.

Para verificar a força durante a abdução em contração isométrica, foi habilitado um canal no sistema de aquisição para a utilização de um transdutor de força (Alfa Instrumentos®), com saída entre 0 e 20 mV e alcance até 100 N (Newton).

Procedimento experimental

Na coleta do sinal EMG foram utilizados eletrodos auto-adesivos circulares de prata-cloreto de prata (Ag/AgCl) descartáveis, com diâmetro de 10 mm (Medical Trace®), e distância inter-eletrodos centro a centro de 20 mm, posicionados no ponto motor em cada porção analisada do músculo deltóide, como sugerido por Soderberg e Cook²⁶, Solomonow²⁷ e Araújo *et al.*²⁸, após limpeza da pele com álcool 70%. Como referência foi utilizado um eletrodo terra, fixado na superfície dorsal do punho esquerdo.

Para o exame eletromiográfico, o indivíduo permaneceu sentado em uma cadeira, com o ombro e o membro desnudo, coluna ereta, com flexão de 90° de joelhos, pés separados, braço abduzido próximo à linha do plano escapular com extensão total do cotovelo, punho cerrado e em rotação interna segurando a argola do transdutor de força (Figura 1). Para controlar a amplitude do movimento de abdução foi utilizado um eletrogoniômetro (EMG System do Brasil Ltda.®), com suas hastes fixadas por faixas com velcro, sendo que a haste móvel permaneceu alinhada com a linha médio-lateral do úmero, a haste fixa, paralela aos processos espinhosos das vértebras, e o centro alinhado com a face posterior do acrômio (Figura 1). Esse equipamento interagiu de forma conjugada com o sistema de aquisição de sinais eletromiográficos, informando a posição articular do ombro durante o movimento de abdução no plano da escápula.

inserir Figura 1 (arquivo Corel)

Figura 1 Posição do indivíduo durante o experimento, com abdução de 80° controlada pelo eletrogoniômetro (1) enquanto realiza a tração do transdutor de força (2) em esforço máximo

Antes do início da coleta dos dados, a altura do transdutor de força foi ajustada pelo eletrogoniômetro, fixado no indivíduo para que a abdução não ultrapassasse 80°, uma vez que na abdução de 90° existe uma aproximação do tubérculo maior do úmero com o arco coracoacromial, com conseqüente pressão e dor na região do

tendão do manguito rotador^{6,7}.

A atividade eletromiográfica das porções clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide e a força obtida durante a abdução de 80° em contração isométrica com esforço máximo, foram gravados simultaneamente durante 4 segundos (Figura 2).

inserir Figura 2 (arquivo .jpg)

Figura 2 Registro da atividade eletromiográfica da porção clavicular (a), acromial (b) e escapular (c) do músculo deltóide; ângulo de movimento controlado pelo eletrogoniômetro (d) durante a abdução de 80° do ombro; e força (e), coletados simultaneamente durante 4 segundos (100% do tempo) em um indivíduo com síndrome do impacto do ombro

Processamento e análise dos dados

Para a normalização dos dados eletromiográficos, foi utilizada a média dos valores obtidos em três coletas com contração voluntária isométrica máxima (CVIM), para cada porção do músculo deltóide, utilizando-se o teste de função muscular sugerido por Kendall²⁹. O tempo de coleta para cada porção muscular foi de 3 segundos, sempre respeitando um intervalo de descanso de 2 minutos entre cada coleta, para evitar os efeitos da fadiga³⁰. Após a normalização, foram extraídos os valores médios do sinal retificado, para serem analisados e comparados entre os dois grupos de estudo.

Análise estatística

O teste não-paramétrico de Mann Whitney foi utilizado para determinar as diferenças entre as médias dos sinais eletromiográficos das porções clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide, bem como para comparar a força entre os dois grupos de sujeitos, respeitando um nível de significância de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Na análise da atividade eletromiográfica não foram encontradas diferenças significantes ($P < 0,05$) entre o grupo controle, composto por indivíduos normais, e o grupo de indivíduos com síndrome do impacto, durante a abdução de 80° no plano escapular, com contração voluntária isométrica em esforço máximo. Esses resultados estatísticos obtidos da comparação dos valores médios da atividade eletromiográfica (normalizada pela CVIM) das porções clavicular ($P = 0,88$), acromial ($P = 0,81$) e escapular ($P = 0,09$) do músculo deltóide referentes aos dois grupos estudados estão demonstrados na Tabela 2. Nesse estudo, também não foi encontrada variação na ordem da atividade eletromiográfica entre as três porções do músculo deltóide, ou seja, todas apresentaram um padrão de atividade semelhante.

Tabela 2 Média e desvio padrão (dp) da atividade eletromiográfica normalizada pela CVIM da porção clavicular, acromial e escapular do músculo deltóide ($p < 0,05$)

Músculo deltóide	Controle Média±dp	Síndrome do impacto Média±dp	$p < 0,05$
Porção clavicular	17,6±2,6	17,1±2,6	0,88
Porção acromial	18,6±3,1	20,7±14,3	0,81
Porção escapular	17,4±3,4	18,3±2,8	0,09

A força (N) verificada pelo transdutor de força durante a abdução de 80° do ombro no plano escapular (Figura 3) não apresentou diferença significativa entre o grupo controle e o grupo de indivíduos com síndrome do impacto ($P=0,17$). Nesse caso, a média para o grupo controle foi de 57,47 N (desvio padrão $\pm 28,13$), e para o grupo com síndrome do impacto foi de 45,93 N (desvio padrão $\pm 20,08$).

inserir Figura 3 (arquivo .xls)

Figura 3 Média e desvio padrão (dp) da força (N) dos indivíduos do grupo controle e com síndrome do impacto, obtida durante a tração do transdutor de força em esforço máximo

DISCUSSÃO

Todos os valores verificados em estudos realizados com contração isométrica e com exercícios isotônicos demonstram que os sinais eletromiográficos dos músculos do ombro em indivíduos normais geralmente são maiores que os valores apresentados pelos indivíduos com presença de síndrome do impacto³¹. Alguns estudos que avaliaram a resposta fisiológica do músculo após estímulo de dor apontam para uma diminuição significativa da atividade eletromiográfica³²⁻³⁴.

Assim, a dor presente nos indivíduos com essa síndrome durante o movimento do ombro^{6,14,35} deve ser levada em consideração, mas já foi demonstrado que, após a injeção subacromial de anestésico, a aquisição do sinal eletromiográfico em contração isométrica ainda continua sendo menor em indivíduos com síndrome do impacto, quando comparados com indivíduos saudáveis³⁶.

Um fator que pode confirmar os resultados apresentados neste estudo é que não foi encontrada diferença na força obtida entre os sujeitos saudáveis e os portadores da síndrome de impacto, embora os primeiros tenham apresentado média maior em relação ao grupo com a síndrome. De maneira geral, é descrito que o aumento da amplitude do sinal eletromiográfico, durante a contração isométrica, está relacionada diretamente com aumento da força e da velocidade da contração do músculo³⁷. Entretanto, neste estudo não foi possível constatar essa característica nos dois grupos estudados.

Outro fator relevante foi a semelhança no padrão de atividade apresentado entre as três porções do músculo deltóide. Na abdução, a porção acromial é sempre mais ativa, seguida da porção clavicular e, finalmente, pela porção espinhal, independente do plano de movimento (escapular ou frontal) e do tipo de contração muscular^{36,38 40,42}.

Contudo, acreditamos que os resultados apresentados devam ser considerados, mesmo que sejam diferentes daqueles encontrados na literatura, uma vez que foi respeitada toda a orientação metodológica previamente estabelecida⁴³.

Limitações

O trabalho seria mais completo, comparado a outros estudos encontrados^{31,36}, se as coletas fossem realizadas em outros ângulos de movimento do ombro. Outro ponto importante é o fato de o aparelho utilizado não ser adaptado para a coleta da atividade dos sinais eletromiográficos com eletrodos de agulha, primordial para estudo dos músculos do manguito rotador.

CONCLUSÃO

Conclui-se que não existe diferença na atividade eletromiográfica do músculo deltóide e na força gerada durante a abdução do membro superior entre indivíduos saudáveis e portadores da síndrome do impacto do ombro. De acordo com os resultados deste trabalho, pode-se afirmar que o fortalecimento do músculo deltóide não deve ser o principal foco durante o processo de reabilitação.

REFERÊNCIAS

- 1 Augé II WK, Morrinson DS. Assessment of the infraespinatus spinal stretch reflex in the normal athletic and multidirectionally unstable shoulder. *Am J Sports Med.* 2000;28(2):206-13.
- 2 Brindle TJ, Nyland J, Shapiro R, Cabon DN, Stine R. Shoulder proprioception: latent muscle reaction times. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(10):1394-8.
- 3 Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, Hawkins R. J. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):784-91.
- 4 Rowlands. LK, Wertsch JJ, Primack SJ, Spreitzer AM, Roberts MM. Kinesiology of the empty can test. *Am J Phys Med Rehabil.* 1995;74(4):302-4.
- 5 Ferreira AAF, Greve JMA, Zoppi AF, Bolliger RN, Costa RCA, Ferreira AN. Tratamento conservador da síndrome do impacto do ombro. *Rev Bras Orthop.* 1988;23(6):167-9.
- 6 Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. *J Bone Joint Surg.* 1972;54:41-50.
- 7 Neer CS, Welsh RP. The shoulder in sports. *Orth Clin.* 1977;8:583-91.
- 8 Ingber RS. Shoulder impingement in tennis/racketball players treated with subscapularis myofascial treatments. *Arc Phys Med Rehabil.* 2000;81:679-82.
- 9 Meister K. Injuries to the shoulder in the throwing athlete. *Am J Sports Med.* 2000;28(2):265-75.
- 10 Tibone JE, Jobe FW, Kerlan RK. Shoulder impingement syndrome in athletes treated by an anterior acromioplasty. *Clin Orthop.* 1985;98:134-40.
- 11 Corrigan B, Maitland GD. Musculoskeletal and sports injuries. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1994.
- 12 Greve JMA, Rossi JDMBA, Cossermelli W, Ferreira AAF. Reabilitação funcional das lesões tendinosas do ombro. *Rev Hosp Clin Fac Med Univ São Paulo.* 1991;46(2):78-86.
- 13 Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematic and associated muscle activity in people with symptoms. *Phys Ther.* 2000;80(3):276-91.
- 14 Marks PH, Warner JJP, Irrgang JJ. Rotator cuff disorders of the shoulder. *J Hand Ther.* 1994;7(2):90-8.
- 15 Nitz AJ. Physical therapy management of the shoulder. *Phys Ther.* 1986;66(12):1912-9.
- 16 Greve JMA, Ferreira AAF, Zoppi AF, Bolliger RN. Síndrome do impacto. *Med Rehabil.* 1995;41:17-24.
- 17 MacCann PD, Wootten ME, Kabada MP, Bigliani LVA. Kinematic and electromyographic of shoulder rehabilitation exercises. *Clin Orthop.* 1993;288:179-88.
- 18 Brox JI. Shoulder pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2003;17(1):33-56.
- 19 Glousman R. Electromyographic analysis and its role in the athletic shoulder. *Clin Orthop.* 1993;288:27-34.
- 20 Pratt NE. Anatomy and biomechanics of the shoulder. *J Hand Ther.* 1994;7(2):65-76.
- 21 Michels I, Boden F. The deltoid muscle: an electromyographical analysis of its activity in arm abduction in various body postures. *Int Orthop.* 1992;16(3):268-71.
- 22 Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med.* 1980;8(3):151-7.

- 23 Jobe FW, Jobe CM. Painful athletic injuries of the shoulder. *Clin Orthop*. 1983;173:117-24.
- 24 Clarnette RG, Miniaci A. Clinical exam of the shoulder. *Med Sci Sport Exerc*. 1998;30:S1-S6.
- 25 Cools AM, Witvrouw EE, Danneels LA, Cambier DC. Does taping influence electromyographic muscle activity in the scapular rotators in healthy shoulders? *Man Ther*. 2002;7(3):154-62.
- 26 Solderberg GL, Cook TM. Electromyography in Biomechanics. *Phys Ther*. 1984;64:1813-20.
- 27 Solomonow M. A practical guide to electromyography. In: *Anal. of the XV Congress of the International Society of Biomechanics, Jyvaskyla, 1995*. Jyvaskyla: International Society of Biomechanics; 1995.
- 28 Araújo RC, Duarte M, Amadio AC. Evaluation of increase in force and EMG activity curves. In: *Anal. of the XV Congress of the International Society of Biomechanics, Jyvaskyla, 1995*. Jyvaskyla: International Society of Biomechanics; 1995.
- 29 Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles: testing and function*. 2nd. ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993.
- 30 Finley MA, McQuade K J, Rodgers, MM. Scapular kinematics during transfers in manual wheelchair users with and without shoulder impingement. *Clin Biom*. 2005;20:32-40.
- 31 Reddy AS, Mohr KJ, Pink MM, Jobe FW. Electromyographic analysis of the deltoideus and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg*. 2000;9(6):519-23.
- 32 Johnson EW. The myth of muscle spasm [editorial]. *Am J Phys Med*. 1989;68:1.
- 33 DeAndrade MS, Grant C, Dixon A. Joint distension and reflex muscle inhibition in the knee. *J Bone Joint Surg*. 1965;47A:313-22.
- 34 Hadler NM. *Occupational musculoskeletal disorders*. 2nd. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
- 35 Kessel L, Watson M. The painful arc syndrome. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1977;59:166-72.
- 36 Brox JI, Roe C, Saugen E, Vollestad NK. Isometric abduction muscle activation in patients with rotator tendinosis of the shoulder. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(11):1260-7.
- 37 De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biom*. 1997;13:135-63.
- 38 Hagberg M. Electromyographic signs of shoulder muscular fatigue in two elevated arm positions. *Am J Phys Med*. 1981;60(3):11-21.
- 39 Kronberg M, Broström A, Nemeth G. Differences in shoulder muscle activity between patients with general joint laxity and normal controls. *Clin Orthop*. 1991;269:181-92.
- 40 McCann PD, Wootten ME, Kadaba MP, Bigliani LU. A kinematic and electromyographic study of shoulder rehabilitation exercises. *Clin Orthop*. 1993;288:179-88.
- 41 Oliveira AS, Rodrigues D, Berzin F. Atividade eletromiográfica das porções anterior, média e posterior do músculo deltóide na abdução do braço. *Rev Bras Fisioter*. 2001;5(1):17-24.
- 42 Townsend H, Jobe F, Pink J. Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program. *Am J Sports Med*. 1991;19:264-72.
- 43 Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol*. 1997;7:I-II.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Fapesp (2002/13559-1), Capes/DS e Faep/Unicamp (0098/02).

Avaliação da curvatura dorsal em mulheres idosas pelo índice da cifose torácica

Evaluation of the dorsal curvature in elderly women by means of the index of thoracic kyphosis

título condensado: Avaliação da curvatura dorsal em idosas

Daniela Cristina Lojudice¹, Cíntia Sabino Lavorato², Gizela Pedrazzoli Pereira³, Jefferson Rosa Cardoso⁴

¹ Fisioterapeuta; Profa. Ms. do Depto. de Fisioterapia da Fafica (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Catanduva)

² Fisioterapeuta; Profa. do Depto. de Fisioterapia da FAI (Faculdades Adamantinenses Integradas)

³ Fisioterapeuta; Profa. Ms. do Depto. de Fisioterapia da Fesurv (Universidade de Rio Verde)

⁴ Fisioterapeuta; Prof. Dr. do Depto. de Fisioterapia da UEL (Universidade Estadual de Londrina)

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Daniela Cristina Lojudice

R. Corumbá 411 Jardim Salles

15804-345 Catanduva SP.

e-mail: daniela_lojudice@hotmail.com

Artigo extraído da monografia apresentada à Faculdade Salesiana de Lins pelas autoras 1, 2 e 3 para obtenção do título de especialista em Fisioterapia Ortopédica e Traumatológica.

Apresentação: out. 2005

Aceito para publicação: set. 2006

RESUMO: A cifose torácica é uma convexidade fisiológica da coluna vertebral, podendo encontrar-se aumentada devido a alterações musculoesqueléticas ou em idade mais avançada. Os objetivos deste estudo foram avaliar a cifose torácica em mulheres acima de 60 anos e comparar os resultados obtidos com os valores padrões da literatura. O estudo envolveu 72 mulheres com mais de 60 anos agrupadas em faixas de idade a cada 5 anos. Foi utilizada para avaliação da curvatura da cifose torácica, feita por dois examinadores, uma régua flexível, moldando a curvatura vertebral entre a coluna cervical (7ª vértebra) e sacral (2ª vértebra). As medidas feitas pelos dois avaliadores foram comparadas pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e foi calculado para cada mulher o índice da cifose torácica (ICT); também foi verificado se havia relação entre a idade, o tipo de trabalho e o ICT. Os resultados mostraram: forte reprodutibilidade (CCI=0,85); a categoria entre 60 e 64 anos foi a que apresentou maior proporção de participantes avaliadas (31,9%) e maior proporção de alterações do ICT (45,1%) quando comparadas com o valor padrão; não houve associação entre os valores normais e alterados quanto à idade nem ao tipo de trabalho. O método, não-invasivo, é simples e de baixo custo. Menos de 50% da amostra apresentou alterações no ICT.

Descritores: Cifose; Idoso; Postura

ABSTRACT: Thoracic kyphosis is a physiological convexity of the spine that may increase due to muscular-skeletal alterations or in advanced age. This study aimed at evaluating alterations of the thoracic kyphosis in women over 60, comparing results obtained with standard values pointed to by literature. The study involved 72 women over 60, divided into 5-year categories. Two examiners assessed the thoracic kyphosis by using a flexible ruler and moulding the spine curvature between the 7th cervical and 2nd sacral vertebrae. Measures taken by the two examiners were compared by the intraclass correlation coefficient (ICC); the index of thoracic kyphosis (ITK) was calculated for each woman. Possible associations between age, kind of work and the ITK were searched for. Results showed: strong reproducibility (ICC=0.85; the 60-to-64 age group presented the largest proportion of assessed subjects (31.9%) and the greatest proportion of ITK alterations (45.1%) when compared to standard values; no relation could be established between normal and altered values, and age or work. The method proved to be non-invasive, simple and a low-cost one. Less than 50% of the sample presented ITK alterations.

Key words: Aged; Kyphosis; Posture

INTRODUÇÃO

A população idosa vem crescendo desde o início da década de 1960, levando ao estreitamento da base da pirâmide populacional devido ao aumento da taxa de fecundidade e à redução da taxa de mortalidade^{1,2}. Dados do Censo de 2000 apontam que indivíduos com idade acima de 60 anos representam 8,56% da população brasileira, dos quais 55% são mulheres. A expectativa de vida da população foi estimada em 68 anos e 7 meses. Os homens vivem, em média, 64,8 anos e as mulheres, 72,6 anos; estas últimas têm pois, em média, oito anos a mais de vida³.

O indivíduo idoso é definido como “o adulto cujo sistema biológico já se tenha maturado”⁴. A Organização Mundial de Saúde (OMS) adotou o seguinte sistema de classificação: meia-idade, 45 a 59 anos; idoso, 60 a 74 anos; velho, 75 a 90 anos; e muito velho, acima de 90 anos. Qualquer que seja a classificação adotada, os idosos formam um grupo cujas capacidades morfológicas, anatômicas e funcionais estão alteradas. No geral, algumas alterações posturais são características e, entre as disfunções encontradas, o aumento da cifose é a mais freqüente⁵.

Uma revisão feita em diversas bases de dados mostrou uma limitada quantidade de estudos sobre modificações na amplitude de movimento articular da coluna vertebral (especificamente na região torácica) em idosos. A diminuição da amplitude articular com a idade na região cervical foi estudada por Ferlic⁶ e Shepard, Berridge e Montelpare⁷. Já Einkauf *et al.*⁸ investigaram a diminuição da amplitude de movimento na coluna vertebral e Batti'e *et al.*⁹ estudaram a diminuição da amplitude em mulheres.

A necessidade de um estudo mais detalhado sobre a coluna torácica motivou-nos a verificar a existência do aumento da cifose nessa região em mulheres entre 60 a 80 anos de idade. Os objetivos do presente estudo foram investigar o grau de cifose torácica de mulheres entre 60 e 80 anos (divididas em grupos em faixas de 5 anos) e comparar os resultados obtidos com os valores padrões da literatura, bem como verificar se há associação entre o índice da cifose torácica com a faixa de idade e a atividade profissional.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal com componentes descritivos e analíticos, que visa determinar uma característica de uma população em um ponto no tempo¹⁰. O estudo foi realizado no Asilo São Vicente de Paulo, no município de Catanduva, Estado de São Paulo. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; o estudo foi aprovado pela Comissão de Ética Médica do Hospital São Domingos de Catanduva, SP.

A amostra do estudo foi constituída por mulheres com idade entre 60 e 80 anos, residentes na instituição. As participantes tinham de se apresentar conscientes e orientadas no tempo e no espaço, capazes de interagir em uma entrevista, além de apresentar-se com condições físicas favoráveis para manter-se em postura ortostática.

Utilizou-se um questionário para coleta de informações referentes à identificação pessoal e à anamnese das participantes. As entrevistas foram realizadas por duas pesquisadoras. Esse questionário também incluía um campo para registrar o valor do índice da cifose torácica (ICT) e sua respectiva classificação (normal, abaixo ou acima

do esperado) formulada por Takahashi e Atsumi¹¹. Para a verificação do ICT, foi empregada uma régua flexível de 60 cm e um folha de papel de 42 x 59,4 cm. Esse instrumento, criado com o intuito de refletir as curvaturas da coluna vertebral, é confiável para detectar as alterações e não requer treinamento intensivo por parte do examinador¹².

Para a avaliação do ICT, cada participante manteve postura ortostática enquanto a régua flexível era colocada entre a sétima vértebra cervical e a segunda vértebra sacral. Posteriormente, reproduziam-se no papel as curvas obtidas. Traçava-se então uma reta unindo as duas extremidades, representada pela letra H, indicando o comprimento total da curva. Em seguida, traçava-se uma perpendicular a partir do ponto mais alto da curva, representada pela letra B, que indicaria a cifose torácica. Para finalizar, media-se a distância da extremidade cefálica da curva até o ponto de intersecção com a reta H (Figura 1). O índice seria obtido com o uso da seguinte fórmula: $ICT = B.100/E$.

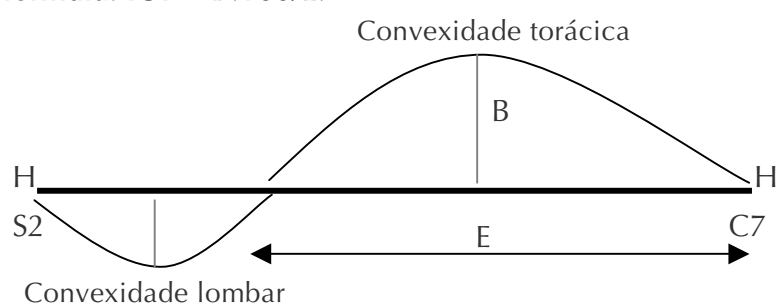


Figura 1 Diagrama ilustrativo do método utilizado para calcular o índice da cifose

Para verificar o ICT das participantes, foi utilizada a tabela formulada por Takahashi e Atsumi¹¹ que descreve o índice de normalidade da curvatura de acordo com a idade, categorizada em faixas de cinco anos. O valor coletado era comparado aos da tabela, determinando-se assim se estava normal ou se havia aumento ou diminuição da cifose torácica.

Foi estipulado primeiro o teste de confiabilidade entre dois examinadores por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC), com intervalo de confiança de 95%, para averiguar a reprodutibilidade do teste do ICT. Esse coeficiente é considerado forte quando o valor supera 0,70¹³. A análise descritiva foi apresentada na forma de média, desvio padrão, valores mínimos e máximos para as variáveis numéricas. Para as variáveis categóricas, foi calculada a frequência absoluta e relativa. Para investigar a associação entre a idade e o tipo de trabalho com os valores normais e alterados do ICT foi utilizado o teste exato de Fisher. A significância estatística foi estipulada em 5% ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas no programa SPSS (Statistical Package for Social Science) versão 11.5.

RESULTADOS

Foram selecionadas 72 participantes que atendiam aos critérios de inclusão do estudo. A média da idade foi de $67,8 \pm 5,61$ anos, a idade mínima, 60 e a máxima, 80 anos. Na comparação entre as mensurações dos dois examinadores, o coeficiente de correlação intraclassa encontrado foi de 0,85, com intervalo de confiança de 95% [0,72;0,94], o que mostra a forte reprodutibilidade da mensuração do ICT.

A categoria de 60 a 64 anos foi a que apresentou a maior proporção (31,9%) na amostra, enquanto a de idade acima de 80 anos foi a menor (4,2%) (Tabela 1). O tipo de ocupação mais freqüente (51,4 %) foi o trabalho rural (Tabela 2).

Tabela 1 Distribuição das participantes pelas categorias etárias

Idade (anos)	N	%
60-64	23	31,9
65-69	20	27,8
70-74	18	25
75-79	8	11,1
80 ou mais	3	4,2
Total	72	100

Tabela 2 Freqüência absoluta (n) e relativa (%) do tipo de trabalho das participantes

Tipo de trabalho	n	%
Doméstica	4	5,5
Trabalhadora rural	37	51,4
Trabalhadora domiciliar	30	41,7
Outros	1	1,4
Total	72	100

A análise dos ICT obtidos apontou que 41 participantes (56,9%) apresentaram valores normais, ou seja, o esperado segundo a classificação de Takahashi & Atsumi¹¹; 31 (43,1%) revelaram resultados alterados, acima ou abaixo do valor esperado. Esses resultados alterados se concentraram na faixa de 60 a 64 anos (14) e 65 a 69 anos (10) (Figura 2). Não houve diferença estatística significativa entre os valores normais e alterados quando associados à idade categorizada ($\chi^2 = 1,389$ com 1 g.l. e $p=0,239$).

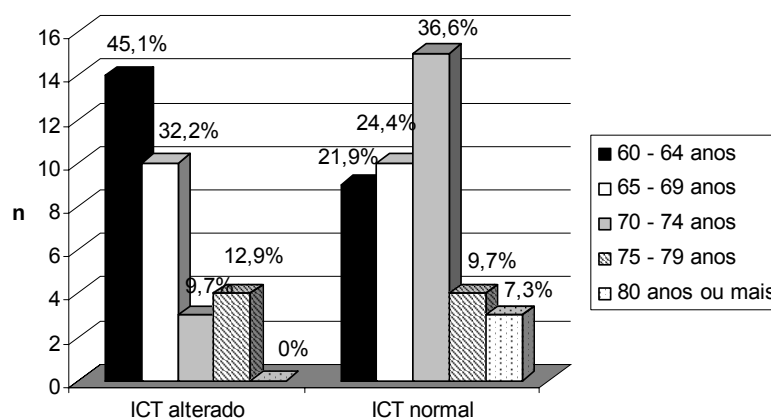


Figura 2 Distribuição do ICT alterado e normal segundo a faixa etária

Das 31 participantes com resultados alterados (acima ou abaixo), 20 (64,6%) eram trabalhadoras rurais, 9 (29%) trabalhavam no lar, uma (3,2%) era doméstica e uma (3,2%) tinha outra função. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores normais e alterados quando associados ao tipo de trabalho (teste exato de Fisher = 5,766 com 3 g.l. e $p=0,124$).

DISCUSSÃO

O aumento da cifose torácica é esperado com o passar dos anos e o presente estudo visou constatar esse aumento por meio do uso de uma régua flexível. O aumento da cifose torácica com o envelhecimento tem como causa a perda de massa óssea, o que favorece o formato em cunha dos corpos vertebrais e o conseqüente aumento dessa curvatura no sentido ântero-posterior^{14,16,17,18}.

De acordo com a literatura, o aumento da cifose segue um padrão de normalidade de acordo com a classificação proposta por Takahashi & Atsumi¹¹. Os dados referentes ao aumento do índice da cifose no presente estudo não foram diferentes dos encontrados nos estudos de Milne e Lauder¹⁴, Milne e Williamson¹⁵, Chow e Harrison¹⁶, Ettinger *et al.*¹⁷ e Cortet *et al.*¹⁸. Neste estudo os resultados mostraram que 56,9% da amostra tinham o ICT dentro dos parâmetros esperados para suas idades e 43,1% apresentaram alterações acima ou abaixo do valor esperado. Isso confirma que, dentro do aumento considerado normal, alguns indivíduos apresentaram alterações excessivas na curvatura cifótica.

Milne e Lauder¹⁴, Chow e Harrison¹⁶ afirmam que o aumento da cifose está relacionado ao tipo de trabalho. Neste estudo, 51,4% dos indivíduos eram trabalhadores rurais, o que pode levar a supor que a manutenção de uma postura alterada, por um longo período, pode ter favorecido a acentuação da curvatura.

A utilização da régua flexível para a constatação do índice da cifose é um método confiável, de baixo custo e fácil manuseio^{11,12,14,15,16,17,19,20}. Já Batti'e *et al.*⁹ afirmam que a aplicação da régua flexível para a mensuração da cifose não é muito eficaz devido a dificuldade no manuseio e reprodução não satisfatória das medidas no papel, podendo apresentar um coeficiente de variação de 12,6%. No presente estudo constatou-se que, por meio do teste de confiabilidade realizado entre os dois examinadores, o valor encontrado foi diferente do estudo de Batti'e *et al.*⁹.

Os resultados apresentaram maior alteração nas participantes entre 60 e 64 anos. Porém, do total da amostra do estudo, 31,9% se encontrava nessa faixa de idade, não sendo, dessa maneira, possível confirmar que o aumento da cifose seja mais significativo nessa faixa etária.

CONCLUSÕES

O cálculo do índice da cifose torácica, utilizando uma régua flexível, mostrou ser um método que possibilita avaliação e acompanhamento da convexidade da coluna dorsal. Ainda, é um método não-invasivo, simples, de baixo custo e alta reprodutibilidade. Não houve associação entre os valores normais e alterados quanto à idade categorizada e ao tipo de trabalho. Sugere-se, ainda, que o valor aumentado do ICT pode estar relacionado ao tipo de atividade laboral.

REFERÊNCIAS

- 1 Chaimowicz F. A saúde do idoso brasileiro às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. *Rev Saúde Pública*. 1997;31:184-200.
- 2 Freitas EV, Py L, Neri AL, Cançado FAX, Gorzoni ML, Rocha SM. *Tratado de Geriatria e Gerontologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
- 3 IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. Disponível em: www.ibge.gov.br.

- 4 Guccione AA. A postura no idoso: fisioterapia geriátrica. 2a.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
- 5 Ricieri DV, Baraúna MA. Fotogrametria computadorizada como instrumento no diagnóstico cinesiológico funcional. In: Moura Filho OF. Diagnóstico cinesiológico funcional. Fortaleza: Ed. Científicas; 2001. p.154-73.
- 6 Ferlic D. The range of motion of the normal cervical spine. Bull Johns Hopkins Hosp. 1962;110:59-65.
- 7 Shepard RJ, Berridge M, Montelpare W. On the generality of the "sit and reach" test: an analysis of flexibility data for an aging population. Res Q Exerc Sport. 1990;61:326-30.
- 8 Einkauf D, Gohdes ML, Jensen GM, Jewell MJ. Changes in spinal mobility with increasing age in women. Phys Ther. 1987;67:370-5.
- 9 Batti'e MC, Bigos SJ, Shechy A, Worthley MD. Spinal flexibility and individual factors that influence it. Phys Ther. 1987;67:653-8.
- 10 Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner ER. Epidemiologia clínica. 3a.ed. Porto Alegre: Artes Médicas; 1996.
- 11 Takahashi E, Atsumi H. Age differences in thoracic form as indicated by thoracic index. Hum Biol. 1955;27:65-74.
- 12 Arnold CM, Beatty B, Harrison EL, Olszynski W. The reliability of five clinical postural alignment measures for women with osteoporosis. Physiother Can. 2000;52:286-94.
- 13 Rosner B. Fundamentals of biostatistics. 5a.ed. Pacific Grove: Duxbury-Thomson Learning; 2000.
- 14 Milne JS, Lauder IJ. Age effects in kyphosis and lordosis in adults. Ann Hum Biol. 1983;12:225-33.
- 15 Milne JS, Williamson J. A longitudinal study of kyphosis in older people. Age Ageing. 1973;1:327-37.
- 16 Chow RK, Harrison JE. Relationship of kyphosis to physical fitness and bone mass on postmenopausal women. Am J Phys Med Rehabil. 1987;66:219-27.
- 17 Ettinger B, Black DM, Palermo L, Nevitt MC, Melnikoff S, Cummings SR. Kyphosis in older women and its relation to back pain, disability and osteopenia: the study of osteoporotic fractures. Osteoporos Int. 1994;4:55-60.
- 18 Cortet B, Houvenagel E, Puisieux F, Roches E, Garnier P, Delcambre B. Spinal curvatures and quality of life in women with vertebral fractures secondary to osteoporosis. Spine. 1999;24:1921-5.
- 19 Cutler WB, Friedmann E, Genovese SE. Prevalence of kyphosis in a healthy sample of pre- and postmenopausal women. Am J Phys Med Rehabil. 1993; 72:219-25.
- 20 Lundon KM, Li AM, Bibersthein S. Interrater and intrarater reliability in the measurement of kyphosis in postmenopausal women with osteoporosis. Spine. 1998;23:1978-85.

Transmissão do *laser* de baixa potência através de filmes plásticos de PVC Transmission of low-power laser through PVC plastic film

título condensado: Transmissão do *laser* através de filmes de PVC

Raquel Aparecida Casarotto¹, Silvia Park², Martha Simões Ribeiro³, Carlos Alberto Anaruma⁴

¹ Fisioterapeuta; Profa. Dra. do Curso de Fisioterapia do Fofito/FMUSP (Depto. de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo)

² Fisioterapeuta

³ Física; Profa. Dra. do Centro de Lasers e Aplicações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

⁴ Biomédico; Prof. Dr. do Depto. de Biodinâmica da Unesp (Universidade Estadual Paulista), *campus* Rio Claro

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Raquel A. Casarotto

R. Cipotânea 51 Cidade Universitária

05360-160 São Paulo SP

e-mail: racasaro@usp.br

Apresentação: ago. 2006

Aceito para publicação: out. 2006

RESUMO: O *laser* de baixa potência é utilizado na fisioterapia na cicatrização de lesões, para acelerar a reparação tecidual. Um filme de PVC na ponteira do equipamento é comumente usado na prática clínica para evitar a contaminação da lesão pelo equipamento, principalmente em mucosas e áreas cruentas. Este estudo visou avaliar se a membrana de PVC interfere na dosimetria transmitida à área tratada, minimizando os efeitos da aplicação. Foi utilizado um medidor de potência para avaliar as medidas percentuais da transmissão de energia de dois equipamentos de *laser* comumente usados na prática clínica, com os seguintes comprimentos de onda: *laser* de HeNe (hélio-neônio), 632,8 nm e de AsGaAl (arsenato de gálio alumínio), 830 nm. Para cada comprimento de onda foram avaliadas 150 medidas: 50 com irradiação direta (grupo controle, GC) e 100 com dois tipos diferentes de filmes de PVC transparentes na ponteira do *laser* (grupos experimentais G1 e G2). Ambos os filmes de PVC tinham 0,01 mm de espessura. Os resultados mostram que, comparando os valores de transmissão do GC com os dos grupos experimentais, o *laser* de HeNe teve as seguintes perdas: G1, 0,9% e G2, 0,8%; para o *laser* de AsGaAl, as perdas foram G1, 2,3% e G2, 1,3%. Apesar de a diferença estatística ter sido significativa, as porcentagens de perdas foram pequenas, mostrando que o filme de PVC transparente não interfere de forma significativa na transmissão da onda *laser*, podendo ser usado eficazmente na aplicação clínica.

DESCRIPTORIOS: *Laser*; Transmissão; Helio neônio; Aarseneto de gálio alumínio

ABSTRACT: Low-intensity laser application is used in physical therapy in view of accelerating wound repair processes. In clinical practice, a PVC film is commonly used covering the laser pen's tip to avoid contamination of the wound by the equipment, mainly on mucosa and cruent areas. From the therapeutic point of view, it is important to evaluate whether the PVC film interferes in the transmitted dosimetry to the tissue, minimizing therapy effects. The aim of this study was to evaluate the percentage of energy transmission of two laser equipments used in physical therapy clinics. Laser wavelengths were 632.8 nm for the HeNe (helium-neon) and 830 nm for the GaAlAs (gallium-aluminium arsenide) laser. For each wavelength a total of 150 measures were evaluated: 50 with direct irradiation (control group, CG) and with two different kinds of PVC film on the laser pen (experimental groups G1 and G2). Both PVC films were 0.01 mm thick. Results showed that the HeNe laser had the following losses when compared to CG: G1, 0.9% and G2, 0.8%; for the AsGaAl laser, the losses were G1, 2.3% and G2, 1.3%. In spite of statistically significant differences, the percentages of loss were small, showing that the film does not interfere in laser transmission. The PVC film can thus be used in clinical practice with no interference in laser dosimetry.

KEY WORDS: Laser/ Helium-neon/ Gallium-Aluminium Arsenide; Transmission

INTRODUÇÃO

A utilização da técnica de contato nas aplicações clínicas de *laser* de baixa intensidade potencializa a transferência de energia entre a caneta emissora e o tecido alvo, uma vez que evita a perda de energia por reflexão, minimiza a atenuação no tecido e facilita a absorção da onda, pois diminui a perfusão, permitindo que a dosimetria emitida atinja o tecido alvo¹. Nos processos de cicatrização de feridas, o contato direto entre a caneta emissora e o tecido alvo tratado pode ser fonte de infecção, transmitindo bactérias entre os pacientes. Embora a presença de bactérias em um nível sub-infeccioso seja importante para desencadear o processo de reparação tecidual, sua presença em grandes quantidades e em diferentes espécies contribui para a não-cicatrização de feridas^{2,3,4}.

Na prática clínica da fisioterapia, o *laser* é utilizado para facilitação dos processos de cicatrização em lesões com potencial de contaminação entre os pacientes, como as úlceras de pele⁵, herpes labial⁶, queimaduras⁷ e cicatrizes pós-operatórias⁸.

Na tentativa de minimizar a contaminação entre os pacientes, uma vez que não é possível a esterilização da caneta emissora, os fisioterapeutas, dentistas e médicos passaram a utilizar filmes transparentes de PVC envolvendo a ponteira da caneta emissora. Os filmes de PVC (do inglês *poly vinyl chloride*, ou policloreto de vinil) foram idealizados originalmente para fazer a embalagem de alguns tipos de alimentos, com o intuito de evitar sua contaminação. Os profissionais da área da saúde, observando essa função, passaram a utilizá-la então no *laser*.

Chen *et al.*⁹ estudaram a transmissão do *laser* utilizando membranas transparentes usadas como proteção para os médicos, a fim de evitar a contaminação através de partículas ejetadas pelos tecidos dos pacientes. Nesse estudo foram analisadas 8 tipos de membranas e as perdas variaram de 7% a 48% em comprimentos de onda (λ) que variaram de 720 a 800 nm.

Pay e Kenealy¹⁰ estudaram a transmissão do *laser* de Q-switched Nd:YAG, o qual é utilizado para o tratamento de lesões cutâneas, inclusive para remoção de tatuagens. Eles demonstraram uma transmissão de 91% para o comprimento de onda de 1064 nm e 95% para o de 532 nm.

Os comprimentos de onda de 632,8 nm e 830 nm ainda não foram estudados do ponto de vista de transmissão e são comumente utilizados na prática clínica da fisioterapia. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a transmissividade do *laser* de 632,8 e 830 nm através de dois diferentes tipos de filmes de PVC.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Centro de Lasers e Aplicações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Foram utilizados neste estudo dois tipos de equipamentos: *Laser* diodo de AsGaAl (arsenato de gálio alumínio), modelo Laserpulse (Ibramed, Brasil), λ de 830 nm e potência de saída de 30 mW, modo contínuo, taxa de fluência de 15 J/cm² e duração do pulso (T) de 30 segundos, calibrado para 30 mW; *Laser* HeNe (hélio neônio) (Coherent, EUA), λ de 632,8 nm, potência de saída de 20 mW, T = 30 seg, calibrado para 15,6 mW.

Um medidor de potência, modelo LM-1 (Coherent, EUA), calibrado para medir a intensidade de luz, foi utilizado para medir a quantidade de luz que passava através dos filmes de PVC.

As medidas dos aparelhos foram realizadas após um período de 15 minutos de irradiação dos aparelhos no medidor de potência acústica, para evitar instabilidade na transmissão devido à falta de aquecimento da circuitaria dos aparelhos.

Foram utilizadas duas marcas comerciais diferentes de filme de PVC para recobrir as canetas aplicadoras, ambas com 10 micras (0,01mm) de espessura. As marcas comerciais dos filmes foram: G1 - Majipack e G2 – Filmitto.

Procedimentos

O aparelho de *laser* foi colocado em um suporte para que a caneta emissora ficasse justaposta e perpendicular ao fotorreceptor do medidor de potência, como ilustrado na Figura 1. Para cada comprimento de onda foram avaliadas 150 medidas: 50 com irradiação direta (grupo controle, GC) e 50 com cada um dos dois tipos diferentes de filme de PVC (grupos experimentais G1 e G2).

Para a realização das medidas, programaram-se os aparelhos para liberar a dose de 10 J/cm². Ao final de cada aplicação foi realizada a leitura direta da potência no medidor de potência (unidade de potência em mW).

Todas as medições foram feitas com as luzes do laboratório apagadas para minimizar a interferência da luz ambiental nas medidas.

Inserir Figura 1

Figura 1 Disposição do medidor de potência e da caneta emissora do *Laser* de HeNe cobertos com o filme de PVC (seta branca)

Foi realizada análise estatística descritiva (média, desvio padrão e porcentagens); para comparação de dados utilizou-se o ANOVA e o teste *post-hoc* Newman Keuls. O nível de significância foi estipulado em < 5%.

RESULTADOS

Os valores das médias e desvios padrões com e sem o filme de PVC do *laser* de HeNe e AsGaAl estão apresentados na tabela 1. A figura 2 apresenta os dados do *laser* de HeNe e a figura 3 do *laser* de AsGaAl.

Tabela 1 Valores da média e desvio padrão das medidas da potência dos *lasers* de HeNe e AsGaAl, sem filme e com filmes 1 e 2

Medidas	<i>Laser</i> HeNe		<i>Laser</i> AsGaAl	
	Média (mW)	Desvio padrão	Média (mW)	Desvio padrão
Sem filme	15,64	0,04	30,25	0,25
Filme 1	15,51	0,07	29,57	0,14
Filme 2	15,52	0,04	29,87	0,13

Comparando-se os valores de transmissão do GC e G1 e G2, o *laser* de HeNe mostrou as seguintes perdas: G1, 0,9% e G2, 0,8% da potência total. Houve diferença significativa comparando GC ao G1 e ao G2 ($p < 0,05$); a diferença não foi significativa quando se comparou G1 ao G2.

No *laser* de AsGaAl, as perdas foram as seguintes: G1, 2,3% e G2, 1,3% da potência total. Houve diferença significativa comparando GC ao G1 e G2 e entre G1 e G2 ($p < 0,05$).

Inserir figura 2

Figura 2 Média e desvio padrão das medidas do *laser* de HeNe **Atenção, diagramador: há um erro nas legendas dos gráficos: a mais escura é GC, e não CG**

Inserir figura 3

Figura 3 Média e desvio padrão das medidas do *laser* de AsGaAl

DISCUSSÃO

O material utilizado para cobrir a caneta emissora de *laser* deve apresentar algumas características que permitam boa transmissão, como transparência, reflexão espectral pequena, pouco espalhamento e pouca absorção da energia emitida. Além disso, deve ter boa resistência, evitando rupturas no momento da colocação na caneta emissora e durante o contato com o tecido, principalmente o infectado e cruento, que é úmido e pode dessa forma facilitar a ruptura do filme.

Este último aspecto é importante, uma vez que o artigo de Pay e Kenealy¹⁰ mostrou o acúmulo de fragmentos de tecido de debridaç o na lente do *laser* nos experimentos realizados por eles. Os fragmentos, além de serem possíveis focos de contamina o entre pacientes e entre pacientes e terapeutas, sujam a lente do *laser*. A sujeira na lente interfere diretamente na transmissão da energia, uma vez que parte dela será absorvida pelos fragmentos a  presentes. Esse mesmo artigo mostrou que a lente do *laser* sofreu danos durante os testes. O filme de PVC dessa forma também exerce a fun o de prote o contra danos no equipamento.

A coloca o de filmes plásticos permite a utiliza o da técnica de contato direto, que minimiza as perdas por divergência da onda. Os *lasers* de HeNe são altamente colimados e sua aplica o com a técnica de não-contato provocaria uma perda mínima por reflex o¹. A utiliza o dos filmes teria um aspecto de prote o do equipamento contra danos, caso se optasse pela técnica de não-contato.

Os *lasers* de diodo semiconductor apresentam uma taxa de colima o inferior e um ângulo de divergência maior quando comparados aos de HeNe¹. Esse aspecto pode ser observado na pequena diferença da porcentagem de perda entre o *laser* de AsGaAl e o de HeNe, mostrando que a perda maior acontece no *laser* de AsGaAl.

Assim, para *lasers* de diodo, a utiliza o da técnica de contato direto   fundamental para minimizar as perdas por divergência e maximizar sua transmissão; o uso dos filmes de plástico, além dos aspectos de prote o do paciente e do equipamento, contribuiriam para uma diminui o das perdas na transmissão por divergência do feixe.

Os *lasers* de HeNe e AsGaAl apresentaram boa estabilidade, observada no pequeno desvio padrão das medidas obtidas.

Os dados obtidos nesta pesquisa mostram que o filme de PVC pode ser usado na aplica o clínica do *laser*, sem interferir na transmissividade, uma vez que as perdas são pequenas. As pequenas perdas na transmissão observadas podem ter ocorrido devido a algum grau de reflexão espectral do material utilizado em sua fabrica o. Uma análise mais detalhada da composi o das membranas poderia revelar se há algum

grau de corante ou existe diferença no brilho, que possa levar à reflexão da onda.

Estes dados corroboram os resultados de Chen⁹ e Pay e Kenealy¹⁰, que testaram diferentes tipos de membranas usadas em cirurgias e tratamentos a *laser* e concluíram que a melhor transmissão se deu através dos filmes de PVC.

As perdas em nosso estudo foram menores e o fator que pode ter contribuído para esse fato foi o posicionamento da ponteira da caneta emissora justaposta ao medidor de potência. Nos artigos de Chen⁹ e Pay e Kenealy¹⁰, parece ter havido uma pequena distância entre a caneta emissora e os instrumentos de medição, fator que pode explicar essas diferenças.

Apesar de a diferença estatística ter sido significativa, as porcentagens de perdas foram pequenas, mostrando que o filme não interfere significativamente na transmissão da onda *laser*.

Um aspecto polêmico no uso de filmes de PVC é a presença de plastificantes na composição desse produto. Plastificantes são produtos químicos utilizados para dar flexibilidade e durabilidade aos plásticos. Os mais comuns são os phtalatos, que transformam o PVC em um plástico flexível. Os phtalatos mostram atividade hormonal e em grandes quantidades podem lesar o fígado, rim, pulmão e testículos em desenvolvimento¹¹.

A molécula de phtalatos migra pouco para a pele humana, de acordo com o estudo de Deisinger¹². Nesse estudo o filme de PVC permaneceu 24 hs na pele depilada do rato; o grupo I foi reembalado no PVC para evitar ingestão de resíduos e removido após 24 hs e o grupo II foi lavado para remover o resíduo, permanecendo por 24 hs assim, até que fossem coletados fezes e urina dos dois grupos para avaliar a quantidade de PVC. O GI apresentou absorção de 0,235 µg/cm² e o GII, de 0,246 µg/cm².

A absorção em áreas cruentas ainda não foi avaliada, o que torna difícil dizer se o ambiente úmido aumenta a absorção. A migração das moléculas de phtalato do PVC para a água aconteceu em altas temperaturas, quando uma tigela coberta com filme de PVC cheia de água foi aquecida durante 10 minutos em um microondas¹³. A quantidade de phtalato liberada foi significativa, o que faz com que não seja recomendado seu uso no microondas. Os materiais plásticos constituídos de polipropileno, usados em embalagens plásticas, também liberam os phtalatos nos alimentos. Por isso é recomendável que o aquecimento de alimentos no microondas seja feito em pratos de vidro.

Como as aplicações de *laser* de baixa potência são atérmicas, pode ser que a aplicação não implique migração do phtalato. A área da ponteira também é pequena, o que contribuiria para minimizar os efeitos da migração do phtalato para a pele, caso isso acontecesse em temperatura ambiente, uma vez que os estudos que mostram seu efeito deletério utilizaram áreas extremamente maiores do que as da ponteira da caneta emissora.

Dessa forma, enquanto não se demonstrar que a aplicação do *laser* com cobertura de filmes de PVC na caneta, simulando as condições da clínica, sejam nocivas, seu uso é recomendável para proteger o paciente e a caneta emissora, uma vez que ambos podem sofrer contaminação durante a aplicação terapêutica.

CONCLUSÃO

O filme plástico de PVC não provoca perdas importantes na transmissividade da onda *laser* nos comprimentos de 632,8 e 830 nm.

REFERÊNCIAS

- 1 Baxter GD. Therapeutic lasers. London: Churchill Livingstone; 1994.
- 2 Edwards R, Harding KG. Bacteria and wound healing. *Curr Opin Infect Dis.* 2004; 17(2):91-6.
- 3 Bowler PG. The 10(5) bacterial growth guideline: reassessing its clinical relevance in wound healing. *Ostomy Wound Manage.* 2003;49:44-53.
- 4 Davies CE, Wilson MJ, Hill KE, Stephens P, Hill CM, Harding KG, et al. Use of molecular techniques to study microbial diversity in the skin: chronic wounds reevaluated. *Wound Repair Regen.* 2001 Sep-Oct;9(5):332-40.
- 5 Kubota J. Defocused diode laser therapy (830 nm) in the treatment of unresponsive skin ulcers: a preliminary trial. *J Cosmet Laser Ther.* 2004; 6(2):96-102.
- 6 Schindl A, Neumann R. Low-intensity laser therapy is an effective treatment for recurrent herpes simplex infection: results from a randomized double-blind placebo-controlled study. *J Invest Dermatol.* 1999 Aug; 113(2):221-3.
- 7 Gaida K, Koller R, Isler C, Aytakin O, Al-Awami M, Meissel G et al. Low level laser therapy: a conservative approach to the burn scar? *Burns.* 2004; 30(4):362-7.
- 8 Herascu N, Velciu B, Calin M, Savastru D, Talianu C. Low-level laser therapy (LLLT) efficacy in post-operative wounds. *Photomed Laser Surg.* 2005; 23(1):70-3.
- 9 Chen C, Diven DG, Lockhart S, Bell B. Laser transmission through transparent membranes used in cutaneous laser treatment. *J Am Acad Dermatol.* 2001; 45(6):919-23.
- 10 Pay AD, Kenealy JM. Laser transmission through membranes using the Q-switched Nd:YAG laser. *Lasers Surg Med.* 1999; 24(1):48-54.
- 11 Hauser H, Calafat AM. Phthalates and human health. *Occup Environ Med.* 2005; 62(11):806-18.
- 12 Deisinger PJ, Perry LG, Guest D. In vivo percutaneous absorption of [¹⁴C] DEPH from [¹⁴C] DEPH-plasticized polyvinyl chloride film in male fischer 344 rats. *Food and Chemical Toxicology.* 1998; 36: 521-7.
- 13 Jen JF, Liu TC. Determination of phthalates esters forms food-contacted materials by on-line microdialysis and liquid chromatography. *J Chromatogr A.* 2006; 1130(1):28-33.

Avaliação dos critérios médicos para o encaminhamento de pacientes com disfunções neurológicas para atendimento fisioterapêutico

Assessment of medical criteria for referring neurological patients to physical therapy treatment

Título condensado: Encaminhamento de pacientes para fisioterapia

Ariane B. Campos¹, Raquel C. Gonçalves², Celso R. F. Carvalho³

¹ Fisioterapeuta do Fofito/FMUSP (Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo)

² Fisioterapeuta Ms. do Fofito/FMUSP

³ Fisioterapeuta; Prof. Dr. do Fofito/FMUSP

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Celso R. F. Carvalho

R. Dr. Arnaldo 455, sala 1216

05408-040 São Paulo SP

e-mail: cscarval@usp.br

RESUMO: Este estudo objetivou investigar critérios utilizados por neurologistas para o encaminhamento de pacientes para o atendimento fisioterapêutico. Foram convidados os 44 neurologistas de um hospital universitário que atuam em todos os níveis do atendimento terciário à saúde. Trinta médicos responderam a um questionário, composto por 12 questões de múltipla escolha e 4 questões subjetivas, visando avaliar os critérios para encaminhamento dos pacientes para fisioterapia e sua percepção pessoal sobre a efetividade desse atendimento. O teste de Spearman foi utilizado para avaliar a relação entre o tempo de experiência profissional e a percepção sobre a efetividade do tratamento fisioterapêutico. A maioria dos médicos (70%) havia concluído a graduação há mais de 3 anos. Apesar de praticamente todos (97%) relataram que encaminham a grande maioria dos pacientes para o atendimento fisioterapêutico, somente 48,3% afirmaram ter certeza da efetividade do tratamento. E, quanto maior o tempo de prática clínica, mais o médico tem a percepção dessa efetividade ($r=0,8$; $p<0,02$). No entanto, a maioria dos profissionais (53%) relatou desconhecer evidências científicas sobre o tratamento fisioterapêutico e 60% relatou nunca ter lido estudos científicos sobre o tema. Os resultados sugerem que o encaminhamento dos pacientes por neurologistas é baseado em sua experiência clínica e reforçam a necessidade de os fisioterapeutas divulgarem evidências científicas a fim de subsidiar o encaminhamento de pacientes.

Descritores: Efetividade terapêutica; Ética clínica; Fisioterapia; Neurologia

ABSTRACT: The aim of the present study was to investigate the criteria used by neurologists to refer patients to physical therapy treatment. All (44) neurologists from a university hospital were contacted. Thirty physicians answered a questionnaire composed by 12 multiple choice questions and four open ones, in view of assessing both their referral criteria and their personal perception of the effectiveness of physical therapy treatment. The Spearman test was used to assess relations between such perception and physicians' time of professional experience. Most physicians (70%) had graduated for over 3 years. Though almost all (97%) reported referring most patients to physical therapy, only 48.3% said they were sure about this treatment effectiveness. And, the longer their time of professional experience, the greater their belief in physical therapy effectiveness ($r=0.8$; $p<0.02$). However, most of the interviewed (53%) reported not being aware of scientific evidence on physical therapy treatments and 60% reported they had never read any scientific studies on it. Results suggest that neurologists' referral is grounded rather on their clinical experience and reinforce the need for physical therapists to disseminate scientific evidence so as to subsidize neurological patients referral.

Key words: Effective therapy; Ethics in science; Neurology; Physical therapy

INTRODUÇÃO

A medicina baseada em evidências (MBE) fundamenta-se na integração do conhecimento clínico individual com as evidências apresentadas em pesquisas sistematizadas¹. A MBE tem sido bastante utilizada com o objetivo de aprimorar o cuidado aos pacientes, pois é por ela que os profissionais se tornam aptos a fornecer melhor tratamento clínico à população. Além disso, os médicos que recorrem a essa prática identificam e promovem intervenções mais eficazes, maximizando a qualidade do serviço prestado^{2,3}.

Nos últimos anos tem crescido entre os fisioterapeutas o recurso a prática semelhante, denominada fisioterapia baseada em evidências (FBE)⁴. O crescimento da FBE se deve à maior quantidade e à melhor qualidade dos trabalhos científicos na área, além do acesso facilitado a artigos de revisão sistematizados, pesquisas clínicas encontradas na internet ou em jornais^{4,5}. Um exemplo da importância do crescimento da FBE é a existência do banco de dados como o Physiotherapy Evidence Database (PEDro)⁶, mantido pela Universidade de Sydney, que contém atualmente 398 guias de prática clínica baseada em evidências, 3.920 estudos controlados e aleatorizados, 713 revisões com relevância para a fisioterapia^{4,7}. No entanto, apesar do desenvolvimento da FBE, muitos profissionais persistem adotando práticas clínicas não-baseadas em evidências científicas⁸. As razões para isso incluem a complexidade da atuação fisioterapêutica, a falta de acesso a estudos nacionais e internacionais, a dificuldade na interpretação dos resultados clínicos e a ineficiência de programas educacionais para difundir e ensinar a prática baseada em evidências⁹.

Harris¹⁰ foi uma das primeiras profissionais a defender a prática da FBE sugerindo que, antes de ser amplamente utilizada, uma intervenção deve responder a alguns critérios científicos tais como: plausibilidade biológica, população alvo, descrição de efeitos adversos, benefícios e limitações. A prática baseada em evidências fortalece os alicerces do conhecimento, possibilita ao profissional selecionar adequadamente os métodos de tratamento para cada paciente e permite estimar a efetividade de cada técnica¹¹. A adoção da FBE é importante para manter o profissional sempre atualizado e promover a produção científica da área, incentivando o embasamento e o crescimento da Fisioterapia e a prática interdisciplinar^{5,12}.

A interdisciplinaridade favorece a melhora dos cuidados de um paciente, tanto em relação ao tempo de recuperação quanto ao tipo de acompanhamento oferecido¹³. Considerando que o processo de reabilitação do paciente deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar e seu encaminhamento para o tratamento fisioterapêutico tem sido, na prática clínica, coordenado ou realizado em colaboração com o médico, torna-se importante avaliar se os critérios para o encaminhamento estão baseados na melhor eficácia do tratamento. Tendo em vista que a reabilitação neurológica envolve de maneira importante a interdisciplinaridade, optou-se por avaliar os neurologistas.

Em vista disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar os critérios utilizados pelo médico neurologista para o encaminhamento de pacientes ao tratamento fisioterapêutico.

METODOLOGIA

Foram solicitados a participar todos os 44 médicos neurologistas (especialidades adulto 95% e pediátrica 5%) que trabalham no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (além de atuar nos diversos níveis da atenção terciária à saúde). Todos foram contatados pessoalmente e informados do objetivo do

estudo. A participação consistia em responder a um questionário. Dois preencheram inadequadamente o questionário (<10%) e 12 se recusaram a participar do estudo alegando falta de tempo ou de interesse. Este estudo baseia-se pois nas respostas de 30 profissionais. O preenchimento do questionário só era iniciado após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido por escrito. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Hospital sob o número 058/04.

O encaminhamento médico para fisioterapia foi avaliado por meio de um questionário elaborado especificamente para este estudo (Anexo 1), que foi respondido individualmente pelo sujeito em frente ao pesquisador e sem possibilidade de consulta. O questionário compõe-se de 12 questões de múltipla escolha, graduadas pela escala Likert¹⁴, e 4 questões subjetivas; seu preenchimento teve a duração média de 10 minutos. As perguntas foram elaboradas com intuito de: i) caracterizar a população estudada quanto à atividade dos profissionais na instituição e o tempo decorrido desde a conclusão da graduação; (ii) verificar se os profissionais encaminham pacientes ao atendimento da fisioterapia e os motivos pelos quais o fazem; (iii) verificar a opinião dos profissionais acerca da efetividade do tratamento fisioterapêutico por meio de perguntas sobre a incidência de melhora dos pacientes encaminhados para fisioterapia; (iv) verificar o conhecimento dos profissionais a respeito da fisioterapia baseada em evidências por meio de questões sobre a leitura ou não de produção científica que comprove a eficácia da atuação da fisioterapia em neurologia; (v) verificar se os profissionais discutem os casos clínicos com o fisioterapeuta responsável pelo atendimento do paciente e que razões o levam a discutir esses casos. A análise das respostas foi realizada de maneira quantitativa pelo percentual das alternativas para cada questão.

Foi utilizada a análise descritiva (média e desvio padrão) para relatar os dados e a análise de regressão linear utilizando o teste de Spearman para avaliar a relação entre o tempo de experiência profissional e sua percepção sobre a efetividade do tratamento fisioterapêutico. O nível de significância foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$). Não foi realizada análise estatística das questões dissertativas.

RESULTADOS

Foram analisados 30 questionários totalmente respondidos. A maioria dos sujeitos que participaram do estudo (70%) estava cursando a residência médica em Neurologia; dos 30% restantes, que já tinham concluído a residência, 7 eram assistentes; um era pesquisador e outro, docente (Tabela 1). A maioria (63,3%) dos sujeitos tinham se formado há menos de 4 anos; apenas 3 (10%) tinham mais de 11 anos de formado.

Tabela 1 Formação profissional dos médicos avaliados (N= 30)

Nível de formação	N	% *
Residência 1	14	46,6
Residência 2	7	23,3
Assistente	7	23,3
Pesquisador	1	3,3
Docente	1	3,3
Tempo de formação desde a graduação (anos)		
1 a 2	9	30
3 a 4	10	33,3
5 a 10	8	26,6
11 ou mais	3	10

* A soma dos percentuais pode não atingir os 100% devido a aproximações dos decimais.

Encaminhamento de pacientes para o atendimento fisioterapêutico: apenas um dos entrevistados referiu não realizar encaminhamento de pacientes ao atendimento fisioterapêutico. Dentre os (29) médicos que afirmaram encaminhar pacientes à fisioterapia, 14 (ou 48,2%) responderam que o fazem porque têm certeza de que o tratamento fisioterapêutico auxiliará na recuperação do indivíduo, enquanto outros 14 o fazem, mas *não* tem certeza que a fisioterapia auxiliará na recuperação do paciente (um não respondeu à questão – Gráfico 1).

É interessante notar que houve uma relação linear positiva entre o percentual de profissionais que *têm certeza* da efetividade do tratamento fisioterapêutico e seu tempo de formado ($r=0,82$; $p<0,02$) (Gráfico 2). Por outro lado, foi verificada uma relação negativa entre o tempo de formado e a indicação de que apenas "achavam" que a fisioterapia era efetiva ($r=-0,8$; $p<0,05$) (Gráfico 3).

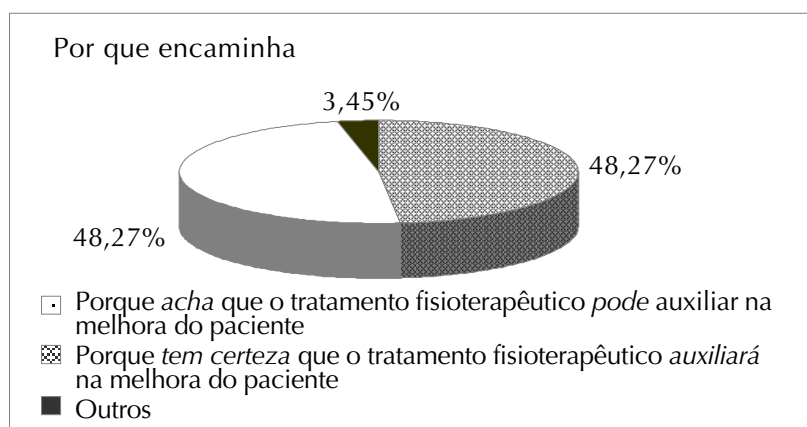


Gráfico 1 Avaliação subjetiva do benefício do paciente ao ser encaminhado para tratamento fisioterapêutico

Inserir gráficos 2 e 3

Gráfico 2 Relação entre o percentual de médicos que relataram "ter certeza" de que o tratamento fisioterapêutico trará benefícios aos pacientes e seu tempo de experiência profissional

Gráfico 3 Relação entre o percentual de médicos que relataram apenas "achar" que o tratamento fisioterapêutico trará benefícios aos pacientes e seu tempo de experiência profissional

Opinião sobre a efetividade da fisioterapia: dentre os profissionais que encaminham seus pacientes para o tratamento fisioterapêutico, 93% (27/29) observam melhora do quadro clínico na maioria dos casos encaminhados; três deles afirmam que há melhora em *todos* os casos após intervenção fisioterapêutica. E, dos 29 que encaminham, 28 dizem perguntar aos pacientes sobre os resultados obtidos com o tratamento fisioterapêutico.

Conhecimento sobre a fisioterapia baseada em evidências: a maioria (60%) dos sujeitos entrevistados nunca leu qualquer publicação científica sobre a efetividade da fisioterapia neurológica. Dentre estes, 44% alegam falta de tempo e 33% referem não ter acesso ou não saber onde encontrar publicações da fisioterapia. A maioria dos sujeitos que participaram do estudo (17/30, ou 56,6%) não sabe dizer se existe evidência científica que fundamente a atuação da Fisioterapia em Neurologia.

Discussão de casos clínicos: dentre os 29 médicos que encaminham seus pacientes para o atendimento da fisioterapia, 69% (20/29) discutem os casos clínicos com o fisioterapeuta no momento do encaminhamento. Dos entrevistados que

afirmaram não discutir seus casos clínicos, 40% alegam falta de contato com o fisioterapeuta responsável pelo paciente e 40% alegam que não existe rotina estabelecida de discussão multidisciplinar.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os resultados mostram que médicos neurologistas desconhecem evidências sobre a efetividade da fisioterapia no paciente neurológico e que a percepção da certeza da eficiência do tratamento fisioterapêutico está diretamente relacionada com o tempo de experiência clínica do médico. Esses resultados sugerem a necessidade de o fisioterapeuta divulgar estudos que subsidiam as evidências de sua atuação dentro da equipe multiprofissional.

Avaliando os critérios médicos de encaminhamento de pacientes para o tratamento fisioterapêutico, os resultados sugerem que a grande maioria dos neurologistas de um hospital de referência encaminha seus pacientes para esse tratamento, mas que apenas metade desses profissionais têm certeza dos resultados positivos da fisioterapia. A crença na eficácia do atendimento fisioterapêutico é maior entre os médicos com maior experiência clínica, ou seja, aqueles com mais tempo decorrido desde o término da graduação, sugerindo que a prática clínica e não a evidência comprovada cientificamente seja o fator diferencial na confiança desses profissionais na fisioterapia.

Os termos eficaz e ineficaz são comumente utilizados para categorizar as intervenções da fisioterapia, o que parece ser uma generalização dos resultados do tratamento fisioterapêutico. Maher *et al.*⁴ relatam a existência de uma grande diferença entre saber que uma determinada técnica é eficaz e conhecer dados estatísticos que comprovem e quantifiquem a melhora produzida pelo método. Dentre os entrevistados na presente pesquisa, mais da metade relatou desconhecer estudos que comprovem a eficácia da fisioterapia e afirmaram nunca terem lido artigos científicos na área. Quando interrogados acerca dos motivos para nunca terem lido qualquer publicação em fisioterapia, a segunda resposta mais citada pelos entrevistados foi a falta de acesso a trabalhos da área.

A prática clínica baseada em evidências é definida como a integração da melhor evidência científica associada à experiência obtida através do cuidado aos pacientes¹⁵. Atualmente, existem mais de 2.700 estudos analisando a efetividade de práticas fisioterapêuticas, sendo boa parte dessas publicações datadas dos últimos anos¹². Os níveis de evidência são hoje utilizados para classificar a qualidade dos estudos realizados na área da saúde¹⁶. As revisões sistemáticas e as metanálises são as melhores classificadas em níveis de evidência científica, seguidas em importância pelos estudos clínicos aleatorizados, os de coorte, de casos-controle, estudos de caso, opiniões de especialistas, experimentação com animais e pesquisas *in vitro*¹⁷. Miller *et al.*⁵ analisaram as publicações de fisioterapia e revelaram que apenas um pequeno número de artigos presentes nesses periódicos poderia ser utilizado na FBE. Maher *et al.*⁴ apontam que a escassez de artigos de alta confiabilidade em publicações científicas específicas de fisioterapia talvez se deva à preferência dos autores em publicar seus trabalhos controlados e aleatorizados em revistas multidisciplinares. Mesmo assim, esses trabalhos parecem estar em número reduzido em jornais multidisciplinares, já que os indivíduos entrevistados no presente estudo relataram uma falta de acesso aos artigos

sobre a eficácia da fisioterapia.

Diversos autores afirmam os benefícios da abordagem multidisciplinar no tratamento de diferentes patologias^{18,19}. Pacientes que sofrem acidente vascular encefálico, por exemplo, necessitam de uma equipe multiprofissional participando de sua recuperação¹⁹. O conceito de multidisciplinaridade se baseia na premissa de que os cuidados serão feitos por uma equipe onde cada membro tem papel profissional distinto e obrigações específicas^{20,21}. O médico é o responsável por coordenar o tratamento do paciente e encaminhá-lo a outros profissionais quando acredita que isso será necessário ou útil em sua reabilitação. Por essa razão, compreende-se que é fundamental que ele reconheça as evidências clínicas e científicas do atendimento fisioterapêutico de seus pacientes.

Os resultados do presente estudo sugerem que, apesar de a maioria dos médicos entrevistados encaminhar seus pacientes para o atendimento da fisioterapia, apenas metade deles acredita na eficácia do tratamento. O reconhecimento da importância da fisioterapia na reabilitação de pacientes neurológicos foi relacionado à maior experiência clínica do médico, ou seja, ao seu maior contato com os resultados positivos da intervenção fisioterapêutica do que efetivamente pelo conhecimento científico desta efetividade.

Acreditamos que duas limitações deste estudo são o tamanho da amostra e o fato de os profissionais avaliados serem de um único hospital. Por outro lado, o estudo foi realizado num dos maiores hospitais do Brasil e o número de profissionais que aceitaram participar do estudo foi significativo (68%). Além disso, por tratar-se de um hospital-escola, esses profissionais atuam em outros hospitais e clínicas da cidade de São Paulo e do interior, sugerindo que configuram uma amostra representativa da categoria. Adicionalmente, compreende-se que profissionais que atuam em hospital-escola têm maior necessidade de atualização e mais acesso à literatura nacional e internacional. Assim, se esses profissionais não têm ou relatam nunca ter tido acesso à literatura de pesquisa multidisciplinar, compreende-se que dificilmente outros profissionais o fariam.

Os resultados sugerem que o encaminhamento dos pacientes por neurologistas é baseado na experiência clínica do profissional. Além disso, parece existir a necessidade de os fisioterapeutas divulgarem as evidências científicas dentro da equipe multiprofissional para subsidiar o encaminhamento dos pacientes. Os resultados do presente estudo, no entanto, devem ser analisados no contexto hospitalar no qual foi selecionada a amostra desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 Lopes AA. Medicina baseada em evidências: a arte de aplicar o conhecimento científico na prática clínica. *Rev Ass Med Brasil*. 2000;46(3):285-8.
- 2 Sackett DI, Rosenberg WMC, Muir Gray JA, Haynes RB, Richardson WS. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ*. 1996;312:71-2.
- 3 Jette DU, Bacon K, Batty C, Carlson M, Ferland A, Hemingway RD, et al. Evidence-based practice: beliefs, attitudes, knowledge, and behaviors of physical therapists. *Phys Ther*. 2003;83(9):786-805.

- 4 Maher CG, Sherrington C, Elkins M, Herbert RD, Moseley AM. Challenges for evidence-based physical therapy: accessing and interpreting high-quality evidence on therapy. *Phys Ther.* 2004;84(7):20-4.
- 5 Miller PA, Mckibbin K, Haynes RB. A quantitative analysis of research publications in physical therapy journals. *Phys Ther.* 2003;83(2):20-3.
- 6 Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. PEDro: a database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Man Ther.* 2000;5(4)223-6.
- 7 Sherrington C, Herbert RD, Maher C, Moseley AM. Evidence-based practice: imperfect but necessary. *Physiotherapy Theory & Practice.* 2001;17:201-11.
- 8 Metcalfe C, Lewin R, Wisher S. Barriers to implementing the evidence base in four NHS therapies: dietitians, occupational therapists, physiotherapists, speech and language therapists. *Physiotherapy.* 2001; 87:433-41.
- 9 Hayne B, Haines A. Barriers and bridges to evidence based clinical practice. *BMJ.* 1998; 317:273-6.
- 10 Harris SR. How should treatments be critiqued for scientific merit? *Phys Ther.* 1996;76:175-81.
- 11 Jull G, Moore A. Evidence based practices: the need for new research directions. *Man Ther.* 2000;5(3):131.
- 12 Herbert RD, Maher CG, Moseley AM, Sherrington C. Effective physiotherapy. *BMJ* 2001; 323:788-90.
- 13 Nolan M. Towards an ethos of interdisciplinary practice. *BMJ.* 1995;311:305-7.
- 14 Mauret TJ, Pierce HR. A comparison of Likert scale and traditional measures of self-efficacy. *J Appl Psychol.* 1998;83(2):324-9.
- 15 Sackett DL, Strauss SE, Richardson WS. Evidence-based medicine: how to practice and teach. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2000.
- 16 Marques AP, Peccin MS. Pesquisa em fisioterapia: a prática baseada em evidências e modelos de estudo. *Fisioterapia e Pesquisa.* 2005;11(1):43-8.
- 17 Atallah AN, Peccin MS, Cohen M, Soares BGO. Revisões sistemáticas e metanálises em ortopedia. São Paulo: Lopso, 2004.
- 18 Mckibbin A, Eady A, Marks SPDQ. Evidence-based principles and practice. Ontario: BC Decker; 1999.
- 19 Guzmán J, Esmail R, Karjalainen K, Malmivaara A, Irvin E, Bombardier C. Multidisciplinary rehabilitation for chronic low back pain: systematic review. *BMJ.* 2001;322:1511-6.
- 20 Bath P, Lees K, Dennis M, Smithard D, Boné I, Grosset D, et al. Should stroke medicine be a separate subspecialty? *BMJ.* 1997;315:1167-8.
- 21 Ovreteit J. Coordinating community care: multidisciplinary teams and care management. Buckingham: Open University Press; 1993.

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO

a) Nível de formação: () residente () preceptor () assistente () docente

b) Tempo de formação acadêmica:

c) Especialidade médica:

Há quanto tempo atua nesta área:

d) Possui outras especialidades?

e) local de atuação: () enfermaria () ambulatório () P.S. () UTI

1 Encaminha seus pacientes ao atendimento fisioterapêutico?

▶ Em caso de resposta **negativa**, por quê?

() o tratamento fisioterapêutico não auxiliará a melhora do paciente

() não sabe se o tratamento fisioterapêutico auxiliará na melhora do paciente

() não há atendimento fisioterapêutico adequado (faltam profissionais)

() existe o atendimento, mas você não sabe como encaminhar

▶ Em caso de resposta **afirmativa**, qual a porcentagem aproximada?

() a minoria dos casos

() cerca de metade dos casos

() a maioria dos casos

Por quê?

() acha que pode auxiliar na melhora do paciente

() os recursos medicamentosos se esgotaram

() por via das dúvidas

() tem certeza de que o tratamento fisioterapêutico auxiliará

2 Você costuma discutir os casos clínicos com o fisioterapeuta, assim que encaminha os pacientes?

▶ Em caso de resposta **negativa**, por quê?

() não há tempo suficiente

() não há profissionais fisioterapeutas disponíveis para a discussão

() não vê motivos para discutir os casos clínicos com o profissional fisioterapeuta

() falta de relacionamento com o profissional fisioterapeuta

() não há uma rotina estabelecida nesse sentido

▶ Em caso de resposta **afirmativa**, qual a porcentagem aproximada?

() a minoria dos casos

() cerca de metade dos casos

() a maioria dos casos

Por quê ?

() para explicar o caso clínico ao profissional fisioterapeuta

() para explicitar as dificuldades do caso ao profissional fisioterapeuta

() porque é importante a discussão multidisciplinar

() porque é rotina

3 Quais são os sinais ou sintomas apresentados pelo paciente que o(a) levam a pensar no encaminhamento para a fisioterapia? Optar por até cinco (5) alternativas (que forem determinantes).

() dor

() limitação motora

() limitações articulares

() sempre pensa no encaminhamento

() limitações cognitivas do paciente

() déficits de equilíbrio ou coordenação

() dificuldades do paciente em realizar as AVDs

() secreção em vias respiratórias

() fraqueza muscular

() restrição ao leito

4 Você discute os casos clínicos com os profissionais fisioterapeutas, ao longo do tratamento?

▶ Em caso de resposta **negativa**, por quê?

() acha intromissão na atuação do outro profissional

() respeita o trabalho de cada profissional

() não fará diferença no tratamento do paciente

▶ Em caso de resposta **afirmativa**, com que frequência aproximada ?

() nunca discute com o fisioterapeuta

() a minoria das vezes discute os casos

() a maioria das vezes discute os casos

() sempre discute os casos com o fisioterapeuta

Por quê?

() curiosidade para saber a efetividade do tratamento f

() acompanhar a evolução do paciente

() saber se houve alguma reação não esperada

() saber se esse tratamento deve continuar sendo empregado

5 Você costuma perguntar ao paciente a respeito dos resultados do tratamento?

- 6 Na sua opinião, em que proporção imagina que há melhora dos sintomas após o tratamento?
- () nunca há melhora
 () na minoria dos casos
 () na maioria dos casos
 () em todos os casos há melhora
- 7 Você considera que, na sua especialidade médica, o tratamento fisioterapêutico tenha efetividade comprovada?
- ▶ Em caso de resposta **negativa**, por quê?
- () a maioria das patologias são irreversíveis
 () a patologia já está instalada e não haverá melhora
 () o medicamento controla de maneira eficaz a doença
 () cada sujeito se adapta às dificuldades da patologia
- ▶ Em caso de resposta **afirmativa**, cite no máximo cinco (5) patologias que se encaixam neste grupo (sobre os quais a fisioterapia seja eficaz): _____
- 8 Já houve algum caso em que a fisioterapia o surpreendeu?
- ▶ Em caso de resposta **afirmativa**, em que patologia(s) ou acometimento(s)? Cite no máximo 5.
- 9 Qual(is) a(s) patologia(s) ou acometimento(s) que mais frequentemente você encaminha à fisioterapia? Cite no máximo 5: _____
- 10 Esta é uma lista de diversas patologias ou acometimentos. Assinale no espaço destinado o número correspondente à sua opinião no que diz respeito à efetividade da atuação fisioterapêutica:
- 1 = não efetiva 2 = pouco efetiva 3 = muito efetiva 4 = não sei dizer**
- | | | |
|--|---|-----------------------------|
| () traumatismos cranioencefálicos | () patologias neuromusculares | () infecções do SNC |
| () traumatismos raquimedulares | () fraqueza muscular | () plegias ou paresias |
| () hipertensão intracraniana | () cirurgias neurológicas | () epilepsias |
| () neuropatias periféricas | () distúrbios do sono | () malformações congênitas |
| () atrasos no desenvolvimento neuropsicomotor | () síndromes dolorosas | () escaras |
| () patologias desmielinizantes | () patologias extrapiramidais | () restrição ao leito |
| () patologias metabólicas e tóxicas | () distúrbios da memória | () comas |
| () pré operatório de cirurgias neurológicas | () distúrbios de equilíbrio ou coordenação | () dor |
| () pós operatório de cirurgias neurológicas | () acúmulo de secreção em vias respiratórias | () apraxias ou agnosias |
| | () doenças involutivas | () hipo/hipertonias |
| | | () adaptação das AVDs |
- 11 Em que fase do tratamento clínico encaminha para a fisioterapia?
- () Início do tratamento
 () Após algumas semanas de tratamento
 () No término do tratamento médico
- 12 Costuma orientar o tratamento fisioterapêutico a ser realizado?
- ▶ Em caso de resposta **negativa**, por quê?
- () desconhece os recursos de tratamento fisioterapêutico
 () o tratamento é definido pelo profissional fisioterapeuta
- ▶ Em caso de resposta **afirmativa**, de que maneira?
- () na guia de encaminhamento
 () por meio de conversa com o profissional fisioterapeuta
 () por meio de orientação ao paciente
- 13 Você já leu algum texto ou artigo científico sobre a efetividade do tratamento fisioterapêutico?
- ▶ Em caso de resposta **afirmativa**, por quê?
- () devido a alguns casos clínicos interessantes
 () interesse nas terapias
 () dúvidas a respeito da eficácia
 () dúvidas a respeito da abordagem mais adequada
 () encontrou na internet
 () algum profissional indicou a leitura
- ▶ Em caso de resposta **negativa**, por quê?
- () não tem interesse
 () não tem tempo
 () existem poucas evidências sobre este assunto
 () não tem acesso às publicações dessa área
 () tem outras prioridades
- 14 Você saberia dizer se existem estudos comprovando a eficácia do tratamento fisioterapêutico nos acometimentos de sua especialidade médica? _____
- ▶ Em caso de resposta **afirmativa**, baseando-se em seus conhecimentos, cite as patologias, sinais e sintomas nos quais o tratamento fisioterapêutico é comprovadamente eficaz (máximo 5): _____

Efeitos da intervenção fisioterapêutica nas habilidades funcionais e no equilíbrio de uma paciente com ataxia espinocerebelar: estudo de caso

Effects of a physical therapy intervention on balance and functional abilities of a patient with spinocerebellar ataxia: case report

titulo condensado: Fisioterapia na ataxia espinocerebelar

Ana Paula Rocha de Oliveira¹, Amanda Maria de Freitas²

¹ Fisioterapeuta; Profa. Ms. do Curso de Fisioterapia da Unifran (Universidade de Franca, SP) e da Uniaraxá (Centro Universitário Planalto de Araxá, MG)

² Graduanda do Curso de Fisioterapia da Unifran

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Ana Paula R. Oliveira

R. João Quirino de Souza 1277 apto 104 bl.2 Vila Industrial

14403-357 Franca SP

e-mail: anaproliveira@uai.com.br

Versão abreviada do trabalho de conclusão do Curso de Fisioterapia apresentado pela autora 2 à Unifran.

Apresentação: out. 2004

Aceito para publicação: jul. 2006

RESUMO

As ataxias espinocerebelares (AEC) formam um grupo heterogêneo de doenças degenerativas do sistema nervoso central, com disfunção cerebelar manifestada por ataxia da marcha, incoordenação e disartria. A ataxia da marcha pode eventualmente progredir para incoordenação de membros, seguida de sinais piramidais e oftalmoplegia. O conhecimento e a aprendizagem dos mecanismos de controle motor são essenciais para tratar esses pacientes; é adequada pois a abordagem de treino funcional voltado à tarefa, também conhecida como abordagem do controle motor ou de aprendizagem motora. Este estudo visou verificar a melhora da independência funcional em atividades diárias e no equilíbrio após treinamento específico de aquisições motoras estáticas e dinâmicas em uma paciente com AEC. Foram feitas duas coletas de dados: linha de base e após intervenção de 16 semanas, aplicando o índice de Barthel (IB) e a avaliação do equilíbrio de Berg. O tratamento consistiu em treino funcional direcionado à tarefa, atividades de equilíbrio estático e dinâmico, de transferência de posições, marcha, alcance e movimentos finos. Houve ganho no controle motor nas atividades funcionais e conseqüente transferência deste para as atividades diárias, demonstrado pelo aumento do IB (35%) e do equilíbrio (37,8%). Conclui-se que houve ganho de função e equilíbrio, confirmando a intervenção proposta como opção terapêutica no tratamento da AEC.

Descritores: Aquisições motoras; Ataxia espinocerebelar; Cerebelo; Equilíbrio

ABSTRACT

Spinocerebellar ataxias (SCA) form a heterogeneous group of degenerative diseases of the central nervous system, where cerebellar disorders reflect in gait ataxia, incoordination and dysarthria. Gait ataxia may occasionally lead to limb incoordination, followed by pyramidal signs and ophthalmoplegia. Knowledge of, and learning the mechanisms of motor control is essential to these patients treatment; hence the functional training, task-oriented rehabilitation approach. An SCA patient was submitted to a learning-based specific motor training in view of improving balance and functional independence in daily activities. Data (Barthel index and Berg's balance evaluation) were collected at base line and after the 16-week program, consisting of task-oriented functional training in position transference, static and dynamic balance, gait, reach and fine movements. Results showed increase in balance (37.8%) and in the Barthel index (35%). Motor control gains were transferred to daily activities, thus showing the proposed training is a valid therapeutic option in the treatment of SCA.

Key words: Cerebellum; Motor acquisitions/balance; Spinocerebellar ataxias

INTRODUÇÃO

Estrutura localizada na base do cérebro, o cerebelo tem grande importância no sistema nervoso pelas funções e inter-relações que desempenha¹. Recebe informações da medula espinhal, que lhe fornece *feedback* sobre os movimentos, e do córtex cerebral, que lhe fornece informações sobre o planejamento dos movimentos, além de transferir resultados para o tronco cerebral^{1,2}. Assim, o cerebelo desempenha funções importantes no controle motor. Uma delas é ajustar as respostas motoras por meio de uma comparação do resultado pretendido com os sinais sensoriais; outra é atualizar os comandos de movimentos, caso desviem do trajeto pretendido. Além disso, o cerebelo modula a força e a amplitude dos movimentos e está envolvido na aprendizagem motora³.

Doenças e distúrbios cerebelares produzem deficiências na velocidade, amplitude e força do movimento. Uma vez que o cerebelo controla o equilíbrio e as atividades musculares rápidas, tais como corrida, datilografia, tocar piano e até mesmo falar, pelo seqüenciamento das atividades motoras, fazendo os ajustes necessários, atendendo aos sinais motores dirigidos pelo córtex motor e por outras partes do cérebro, a perda dessa área do encéfalo pode resultar em incoordenação dessas atividades motoras⁴.

Dentre as disfunções cerebelares, a ataxia espino-cerebelar é uma patologia hereditária de alterações neurodegenerativas, caracterizada clinicamente por progressiva oscilação postural associada com oftalmoplegia, disartria, disfagia e sinais piramidais e extrapiramidais. Geneticamente, essa desordem pode ser dividida em autossômica recessiva, dominante e casos isolados⁵. Com os avanços recentes na área, pode-se utilizar uma subclassificação em três grupos distintos, baseados no principal mecanismo patogênico. O primeiro grupo é de doenças da poliglutamina (como as AEC tipos 1, 2, 3, 7, 17), que resultam da ação de proteínas (ataxinas) com tratos – tóxicos – de poliglutamina. O segundo grupo é representado pelas canalopatias (incluindo as AEC tipos 6 e episódicas tipo 1 e 2, por exemplo), que resultam da disfunção de canais de potássio e cálcio. O último grupo é representado pelos transtornos de expressão de genes (AEC tipos 8, 10 e 12), que resultam de expansões repetidas localizadas fora das regiões de codificação, mas que podem alterar a expressão gênica. As AEC tipos 4, 5, 9, 11, 13-16, 18, 19, 21, 23, 24 e 25 são ainda consideradas de etiologia idiopática⁵.

A AEC tipo 7 é claramente distinta das demais pela presença concomitante de distrofia macular pigmentar. Enevoldson *et al.*¹¹ descreveram 54 membros afetados de 8 famílias. A idade de início da doença é extremamente variável (6 meses-60 anos), com progressão mais rápida nos casos de início mais precoce. Os sintomas de início são ataxia (2/3 dos casos) e/ou perda visual. O grau de retinopatia é variável, muitas vezes discreto, e geralmente inicia-se na área macular. Observa-se o fenômeno de antecipação em descendentes de pais afetados (transmissão paterna). Além de um início mais precoce, o curso da doença é mais grave em descendentes paternos¹¹.

As disfunções no cerebelo resultam em três défices principais: hipotonia, ataxia e tremor intencional. A ataxia é um défice na execução de movimentos coordenados e caracteriza-se pela dismetria (erros na métrica do movimento), disdiadococinesia

(incapacidade de manter um movimento regular de ritmo alternado) e dissinergia (erros na regulação do tempo de movimentos de articulações múltiplas)². A marcha atáxica apresentada por esses indivíduos assemelha-se à marcha de alguém embriagado. O balanço dos braços tipicamente não existe. O indivíduo pode não andar em linha reta sem cair. O comprimento dos passos é desigual, e os pés podem ficar próximos ou distantes demais, ou podem levantar sem um ritmo ou altura regulares. O comprometimento da marcha pode ser resultado de erros na velocidade e nível absoluto de força de contração muscular e podem acompanhar a dismetria de movimentos isolados¹². Os músculos da fonação são acometidos, nos casos adiantados, com fala explosiva, mal modulada, terminando em disartria de grau tão acentuado que a fala torna-se inteligível¹³. Os movimentos voluntários dos olhos também são afetados. Um distúrbio relativamente comum no movimento dos olhos é o nistagmo provocado pelo ato de olhar¹³. Os reflexos dos membros inferiores estão quase sempre ausentes; já os reflexos dos membros superiores, nas fases iniciais, estão presentes, porém podem desaparecer nas fases tardias¹³.

O conhecimento da fisiologia e da fisiopatologia do controle motor é essencial para examinar e tratar esses pacientes. Esse conhecimento permite que o terapeuta forme suposições iniciais em relação aos défices funcionais e prováveis comprometimentos subjacentes. O plano de tratamento do controle motor varia de acordo com o conjunto de comprometimentos e o grau em que o paciente desenvolveu estratégias compensatórias. Os objetivos de uma abordagem orientada ao retreinamento do controle postural e da mobilidade incluem prevenir comprometimentos, desenvolver e adotar estratégias eficazes e específicas à tarefa, de forma que as tarefas funcionais possam ser executadas em contextos ambientais mutáveis¹⁴.

Muitas técnicas terapêuticas são usadas para aprendizagem motora. Provavelmente, a melhora do movimento coordenado pode ser alcançado com a repetição e a prática de um movimento funcional e específico à tarefa. Uma vez que a exigência da acuidade cria demandas crescentes para a coordenação, o terapeuta pode selecionar tarefas funcionais com demandas crescentes de acuidade, durante o treinamento do paciente². Para isso, o tratamento desses pacientes consiste em: ganhar força muscular, a fim de modular o tônus; exercícios para melhorar a estabilidade do tronco; treinar o paciente a realizar as transferências (de deitado para sentado, de sentado para em pé); normalizar a velocidade do movimento; treino de marcha (utilizando pisos regulares e irregulares, rampas, escadas); descarga e transferência de peso; em suma, fazer com que o paciente obtenha a maior independência possível^{12,14}. Dessa forma, a utilização de abordagem de treino funcional voltada à tarefa, também conhecida como abordagem do controle motor, pode beneficiar pacientes com disfunções espinocerebelares.

Este estudo teve como objetivo verificar a melhora da independência funcional em atividades diárias e no equilíbrio após treinamento específico de aquisições motoras estáticas e dinâmicas em uma paciente com ataxia espinocerebelar.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no Setor de Neurologia da Clínica-Escola de Fisioterapia da Unifran (Universidade de Franca), sendo aprovado pelo Comitê de Ética dessa instituição. Foi utilizado o delineamento de sujeito único como seu

próprio controle com duas fases distintas de coleta de dados: linha de base (avaliação inicial) e após intervenção (avaliação final). A paciente foi submetida a 48 sessões, à razão de três por semana, com duração de 50 minutos cada. Os dados de linha de base foram obtidos na primeira sessão, quando foi realizada a avaliação fisioterapêutica inicial. Foi aplicada a escala de avaliação funcional e Índice de Barthel (IB), a fim de obter dados referentes à realização das atividades de vida diária (AVD)¹⁵, em que zero equivale a completa dependência em todas as atividades, e 100 equivale à completa independência em todas as atividades. O IB mede o grau de assistência exigido por um indivíduo em 10 itens de AVD envolvendo mobilidade e cuidados pessoais¹⁵. Cada item do desempenho é avaliado em uma escala ordinal, com um número específico de pontos assinalados para cada nível ou classificação. Pesos variáveis foram estabelecidos pelo grupo que desenvolveu o IB para cada item, com base no julgamento clínico ou em outros critérios implícitos. Um indivíduo que se utiliza de ajuda humana para comer, por exemplo, receberia 5 pontos; a independência para comer receberia um escore de 10 pontos. Uma pontuação global simples, oscilando entre 0 e 100, é obtida calculando-se a soma de todas as pontuações de itens individualmente ponderados.

Aplicou-se também a escala de equilíbrio de Berg¹⁶, no qual se avaliam 14 tarefas em uma escala de 0 a 4, em um total máximo de 56 pontos: 4 pontos indicam que o paciente realiza a tarefa de forma independente e de acordo com os critérios de tempo e distância, e 0 indica incapacidade de realizar a tarefa.

Foi proposto como tratamento o treino funcional direcionado à tarefa, recorrendo a simulações das atividades realizadas no dia-a-dia, treino de equilíbrio estático e dinâmico, treinamento de transferência de posições, treino de marcha em diversos ambientes (utilizando pisos regulares, irregulares, rampas, escadas, obstáculos, zig-zag, circuitos), treinamento do alcance e movimentos finos.

Caso

Paciente E.R.C.Z., sexo feminino, 27 anos, tendo como diagnóstico clínico ataxia espinocerebelar tipo 7 (decorrente de mutação dinâmica no cromossomo 3p12.p13), cujo produto gênico é responsável pelo efeito tóxico nos neurônios do cerebelo, tronco cerebral e retina. A paciente apresentava ataxia da marcha, diminuição da acuidade visual, incoordenação motora, déficit de equilíbrio estático e dinâmico e disartria.

RESULTADOS

A evolução da paciente, ao longo de 48 sessões, pode ser observada nos Gráficos 1 e 2, que mostram dados sobre atividades diárias (IB) e equilíbrio. O Índice de Barthel, aplicado no início e no final do estudo, mostrou sensível melhora nas atividades de vida diária da paciente: no início do estudo, a paciente obteve 65 pontos e, no final do tratamento proposto, obteve 90 pontos (Gráfico 1). Nos valores obtidos na escala de equilíbrio de Berg pode-se observar uma evolução maior, mesmo porque o tratamento realizado focalizou principalmente a marcha: no início do estudo a paciente obteve 23 pontos (dos 56 pontos da escala) e, no final do tratamento, obteve 44 pontos (Gráfico 2).

inserir gráficos 1 e 2

Gráfico 1 Atividades da vida diária: pontuação obtida pela paciente no Índice de Barthel antes e após tratamento fisioterapêutico

Gráfico 2 Equilíbrio: pontuação obtida pela paciente na escala de equilíbrio de Berg antes e após tratamento fisioterapêutico

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo são de grande relevância clínica, uma vez que boa parte da literatura estuda mecanismos de aprendizado motor envolvidos em lesões cerebelares. Levando em consideração a dificuldade em promover estudos com grupos de indivíduos com disfunção cerebelar, devido às diferenças de faixa etária, local, evolução da lesão e comprometimentos, o estudo de sujeito único vem acrescentar dados a essa área.

As ataxias cerebelares hereditárias formam um grupo de doenças neurodegenerativas que têm em comum o envolvimento do cerebelo e suas conexões. As dificuldades na classificação nosológica e na correlação anátomo-clínica das diversas formas de AECs devem-se à variabilidade fenotípica inter e intrafamiliar, observada principalmente nas formas autossômicas dominantes, além da falta de uniformidade e padronização das observações clínicas e neuropatológicas de casos isolados e de famílias afetadas¹⁰.

Alguns experimentos foram conduzidos para determinar o efeito das lesões cerebelares sobre a capacidade de reconsiderar as respostas posturais nas condições mutáveis de tarefa. Nashner *et al.*¹⁷ mostraram que crianças com AEC revelaram uma capacidade significativamente reduzida de manter o equilíbrio em condições nas quais as informações sensoriais são reduzidas. Isso sugere que o cerebelo pode estar envolvido no processamento de informações associadas à organização central e a adaptação das respostas posturais.

A aprendizagem motora pode ser definida como um conjunto de processos internos, associados à prática ou experiência, que levam a mudanças permanentes na capacidade de apresentar um comportamento de habilidade. O treinamento direcionado à tarefa pode pois contribuir para a aquisição de posturas e realização de movimentos mais coordenados¹². Os pacientes são instruídos a praticar as tarefas que lhes são difíceis e a praticá-las em ambientes diferentes. Diversas estratégias cognitivas, perceptivas, biomecânicas e de aprendizagem motora são usadas para melhorar a função. Além dos movimentos funcionais, o terapeuta pode instruir o paciente a praticar movimentos não-funcionais, a fim de melhorar a coordenação³. Exemplos destes últimos são os movimentos alternados rápidos, movimentos recíprocos das mãos e dos pés e desenho de formatos e números, como o número 8, com um dos membros². Essa abordagem representa uma mudança em relação ao enfoque nos comprometimentos. Pacientes que apresentam dano neurológico severo e comprometimento cognitivo não se beneficiam com essa abordagem.

Neste estudo, a abordagem de treino funcional voltado à tarefa incrementou o controle motor, observado pelo ganho de equilíbrio e independência funcional. A paciente foi incentivada a ser um participante ativo do processo de aprendizagem, usando o processamento de informações preceptivo-cognitivas para decidir sobre a

melhor abordagem para o movimento. Assim, essa melhora foi obtida pela repetição, aprendizado motor e plasticidade neural, que está presente nesses indivíduos.

Para verificar a evolução do equilíbrio foi utilizada a escala de equilíbrio de Berg. Foi relatado que este teste apresenta boa objetividade de teste-reteste e consegue discriminar maior propensão a quedas¹⁶. O declínio nas pontuações dessa escala é associado a um risco elevado de queda, porém essa relação não é linear. Na amplitude de 56 a 54, cada ponto a menos na escala de Berg é associado a um aumento de 3 a 4% no risco de quedas. No entanto, na amplitude de 54 a 46, uma alteração de um ponto na escala é associada a um aumento de 6 a 8% no risco de quedas. Abaixo de 36, o risco é próximo dos 100%¹⁸. Portanto, uma mudança de ponto na escala de Berg pode levar a previsões muito diferentes de probabilidade de quedas, dependendo de onde a pontuação de linha-base se encontra na escala^{2,16}. Neste caso, em que a pontuação da paciente passou de 23 para 44, houve sensível redução do risco de queda. A paciente apresentou melhora principalmente nos movimentos realizados em pé e sem apoio. Isso mostrou a importância do treino na postura de bipedestação e marcha em diferentes situações e ambientes.

A evolução da paciente também pôde ser observada pela pontuação no IB. O IB tem sido amplamente utilizado na monitoração das alterações funcionais em indivíduos que estejam recebendo reabilitação. Embora não tenham sido completamente avaliadas suas propriedades psicométricas, o Índice de Barthel tem atingido elevadas correlações com outras medidas de incapacidade física².

Granger *et al.*^{19,20} relataram que uma pontuação de 60 no IB foi fundamental para determinar a conquista da independência assistida. Os pacientes com AVC que obtiveram pontuação abaixo desse nível apresentaram acentuada dependência, enquanto as pontuações inferiores a 40 corresponderam a dependência grave. Esses pacientes tipicamente tiveram estadas mais longas de reabilitação, apresentando menor possibilidade de receber alta. No caso aqui estudado, o IB mostrou-se mais sensível às transferências e aos movimentos de subir e descer escadas, refletindo o ganho de equilíbrio e coordenação motora apresentado por essa paciente.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram que, após o tratamento fisioterapêutico, houve aprendizado motor para as atividades treinadas, tendo havido ganho de independência funcional, resultando em maior equilíbrio para realizar as atividades de vida diária.

REFERÊNCIAS

- 1 Middleton FA, Strick PL. Basal ganglia and cerebellar loops: motor and cognitive circuits. *Brain Res Rev.* 2000;31:246-50.
- 2 Bower JM, Parsons LM. O cerebelo – reconsiderado. *Scientific American Brasil.* 2003 set: 66-73.
- 3 Lundy-Ekman L. *Neurociência: fundamentos para a reabilitação.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
- 4 Kelly PJ, Stein J, Shafqat S, Eskey C, Doherty D, Chang Y, et al. Functional recovery after rehabilitation for cerebellar stroke. *Stroke.* 2001;32:530-4.
- 5 Lau KK, Au KM, Chen ML, Li HL, Sheng B, Chan AY. Spinocerebellar ataxia type 6. *Hong Kong Med J.* 2005;11(3):207-9.

- 6 Zoghbi HY, Pollack MS, Lyons LA, Ferrell RE, Daiger SP, Beaudet AL. Spinocerebellar ataxia: variable age of onset and linkage to human leukocyte antigen in a large kindred. *Ann Neurology*. 1988;23:580-4.
- 7 Lopes-Cendes I, Andermann E, Attig E, Cendes F, Bosch S, Wagner M, et al. Confirmation of the SCA-2 locus as an alternative locus for dominantly inherited spinocerebellar ataxias and refinement of the candidate region. *Am J Hum Genet*. 1994;54:774-81.
- 8 Ranum LP, Schut LJ, Lundgren JK, Orr HT, Livingston LM. Spinocerebellar ataxia type 5 in a family descended from the grandparents of President Lincoln: maps to chromosome 11. *Nature Genet*. 1994;8:280-4.
- 9 Gouw LG, Kaplan CD, Haines JH, Digre KB, Rutledge SL, Matilla A, et al. Retinal degeneration characterizes a spinocerebellar ataxia mapping to chromosome 3p. *Nature Genet*. 1995;10:89-93.
- 10 Van de Warrenburg BP, Steijns JA, Munneke M, Kremer BP, Bloem BR. Falls in degenerative cerebellar ataxias. *Mov Disord*. 2005; 20(4):497-500.
- 11 Enevoldson TP, Sanders MD, Harding AE. Autosomal dominant pure cerebellar ataxia with pigmentary macular dystrophy: a clinical and genetic study of eight families. *Brain*. 1994; 117:445-60.
- 12 Umphred DA. *Fisioterapia neurológica*. 2a.ed. São Paulo: Manole; 2004.
- 13 Veiga Neto ER, Segura DCA. O cerebelo e as aferências da propriocepção inconsciente. *Arq Ciências Saúde Unipar*. 2002;6(3):145-9.
- 14 Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle motor: teoria e aplicações práticas*. 2a.ed. São Paulo: Manole; 2002.
- 15 Mahoney F, Barthel D. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J*. 1965;14:61-5.
- 16 Miyamoto ST, Lombardi Jr I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Braz J Med Biol Res*. 2004; 37(9):1411-21.
- 17 Nashner LM, Shumway-Cook A, Marin O. Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. *Experimental Brain Res*. 1983; 49:393-409.
- 18 Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999; 273:1073-80.
- 19 Granger C, Albrecht G, Hamilton B. Outcome of comprehensive medical rehabilitation: measurement by Pulse profile and the Barthel index. *Arch Phys Med Rehabil*. 1979; 60:145-54.
- 20 Granger CV, Dewis LS, Peters NC, Sherwood CC, Barrett JE. Stroke rehabilitation: analysis of repeated Barthel Index measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1979;60:7-14.

Influência da fisioterapia aquática na função pulmonar de pacientes com espondilite anquilosante: série de casos

Influence of aquatic physical therapy on lung function in patients with ankylosing spondylitis: case series

título condensado: Fisioterapia aquática na espondilite anquilosante

Nidia Aparecida Hernandez¹, Maiza Ritomy Ide², Damaris Franzini Buosi³

1 Fisioterapeuta; pós-graduada em Fisioterapia Cardiorrespiratória

2 Fisioterapeuta; Profa. Ms. do Curso de Fisioterapia da Unioeste (Universidade Estadual do Oeste do Paraná)

3 Fisioterapeuta; pós-graduada em Fisioterapia Cardiorrespiratória e em Acupuntura

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Nidia Aparecida Hernandez

R. Assis Chateaubriand 296 Vila Santo Antônio

87030-190 Maringá PR

e-mail: nyhernandes@onda.com.br; 2maizaide@hotmail.com

Apresentação: fev. 2005

Aceito para publicação: jul. 2006

RESUMO: Espondilite anquilosante (EA) é uma patologia reumática caracterizada por comprometimento progressivo da coluna vertebral e articulações, com envolvimento pulmonar que leva a um padrão ventilatório restritivo, geralmente assintomático. A cinesioterapia aquática é recomendada, pois os princípios físicos da água auxiliam a redução de sintomas e a realização de exercícios. Este estudo visou avaliar os efeitos de um programa de fisioterapia aquática na função pulmonar de pacientes com EA, por meio de análise de parâmetros espirométricos (CVF= capacidade vital forçada, VEF = volume expiratório forçado, VVM = ventilação voluntária máxima). Quatro pacientes com EA (três homens e uma mulher, com idade média de 33,25 anos) foram submetidos à avaliação da capacidade funcional pulmonar antes e após a intervenção. Um programa de fisioterapia aquática foi aplicado três vezes por semana durante 10 semanas. A CVF aumentou em um sujeito, o VEF aumentou em um e diminuiu em outro, permanecendo inalterado nos demais. O índice de Tiffeneau apresentou redução em um sujeito e aumento em dois. A VVM aumentou em um, reduziu-se em outro e permaneceu inalterada nos demais sujeitos. Vê-se pois que os resultados da avaliação espirométrica não foram uniformes nos quatro participantes, sendo necessários estudos com amostra e período de tempo mais amplos para verificar se as modificações encontradas foram induzidas pelo tratamento ou são atribuíveis ao acaso.

DESCRIPTORIOS: Espondilite anquilosante; Fisioterapia aquática; Função pulmonar

ABSTRACT: Ankylosing spondylitis (AS) is a rheumatic disease characterized by spine and joints inflammatory processes. Involvement of the lung, usually asymptomatic, leads to a restrictive ventilatory pattern. Aquatic physiotherapy is a recommended treatment in as much as water physical properties assist in reducing symptoms and performing exercises. This study aimed at assessing the effects of a program of aquatic physical therapy in AS patients lung function, through the analysis of spirometric parameters (FVC= forced vital capacity, FEV = forced expiratory volume, MVV = maximum voluntary ventilation). Four patients with AS, three men and one woman (mean age 33.25), were submitted to lung functional evaluation before and after the program, applied for 10 weeks, thrice a week. FVC increased in one subject; FEV increased in one, diminished in another and remained unchanged in the other two subjects. Tiffeneau index decreased in one subject and increased in two. MVV increased in one, decreased in another and did not change in the other two subjects. Since results of the spirometric assessment were not uniform along the subjects, further studies with greater samples and longer periods of time are necessary to check whether changes here found were hazardous or due to the treatment.

KEY WORDS: Ankylosing spondylitis; Aquatic physiotherapy; Pulmonary function

INTRODUÇÃO

A espondilite anquilosante (EA) é uma espondiloartropatia soronegativa caracterizada por comprometimento progressivo da coluna vertebral e articulações, preferencialmente proximais, resultando em anquilose óssea. O quadro clínico é caracterizado por imobilidade e rigidez articulares¹⁻⁴. Quando formas menos graves da doença são reconhecidas e incluídas, a EA é quase tão comum quanto a artrite reumatóide; também mulheres jovens são afetadas quase tão freqüentemente quanto homens jovens^{1,3,4}. Além do acometimento articular, ocorrem manifestações extra-articulares, como o comprometimento da função pulmonar, que leva a um padrão ventilatório restritivo, geralmente assintomático^{5,6}. A restrição ventilatória é advinda da anquilose óssea e da postura hipercifótica adotada pelo paciente com a evolução da doença⁵.

A fisioterapia é amplamente reconhecida no tratamento da EA, sendo a reabilitação física desses pacientes dirigida para os aparelhos locomotor e respiratório^{7,8}. Cinesioterapia e exercícios não-supervisionados promovem diminuição de dor e rigidez em pacientes espondilíticos, melhorando sua capacidade funcional⁹.

A cinesioterapia aquática desempenha importante papel no tratamento dos pacientes com EA¹⁰. Os princípios físicos da água auxiliam a redução de sintomas e a realização dos exercícios¹¹. Freqüentemente os sintomas subjetivos de dor diminuem na água. Isso pode ser atribuído ao estímulo sensitivo aumentado pela turbulência, pressão e temperatura da água, à atividade muscular diminuída resultante de relaxamento ganho com a flutuação, e à compressão articular diminuída secundária à flutuação¹¹. A mobilidade geral é aumentada, resultando em diminuição na sensação de rigidez¹¹. Os pacientes com EA são submetidos aos efeitos da gravidade que provocam postura em flexão de tronco, conhecida como postura espondilítica ou postura do esquiador. Exercícios aquáticos, visando melhora da postura e coordenação motora, podem minimizar esses efeitos¹¹.

Acredita-se que um programa de fisioterapia aquática que vise melhorar a mobilidade geral e a força muscular respiratória possa alterar a função pulmonar do paciente espondilítico⁵. Vários estudos referem a função pulmonar no paciente com EA; entretanto, poucos a relacionam com a intervenção fisioterapêutica. Além disso, não foram encontrados estudos que avaliassem o efeito de um programa de fisioterapia desenvolvido no meio aquático sobre a função pulmonar do espondilítico.

Os efeitos de programas de intervenção fisioterapêutica em pacientes com EA são controversos. Alguns autores relatam melhora na função pulmonar de pacientes com EA submetidos a algumas semanas de intervenção fisioterapêutica^{6,12}. Por outro lado, estudos com pacientes espondilíticos não encontraram alteração nos parâmetros espirométricos após o tratamento¹³.

Este estudo tem por objetivo avaliar os efeitos de um programa de fisioterapia aquática na função pulmonar de pacientes com EA, utilizando a análise de parâmetros espirométricos.

METODOLOGIA

Foram selecionados quatro participantes com diagnóstico de espondilite anquilosante, sendo três do sexo masculino e uma do sexo feminino, com idade média

de 33,25 anos. Os sujeitos foram denominados 1, 2, 3 e 4, sendo "4" a mulher. O tempo médio de evolução da doença foi de 13,5 anos. Todos os participantes eram acompanhados por um médico reumatologista, com prescrição de fisioterapia e tratamento baseado em antiinflamatórios não-hormonais e corticosteróides. Algumas características dos sujeitos são expostas no Quadro 1.

Os critérios de exclusão foram: tabagismo, queixas, sinais ou sintomas que impediriam a realização das atividades propostas, e disponibilidade de tempo, meio de transporte e aceitação da rotina de treinamento.

Quadro 1 Características dos participantes

Sujeito	Sexo	Idade (anos)	Tempo de evolução da doença (anos)
1	masculino	27	9
2	masculino	35	18
3	masculino	32	7
4	feminino	39	20
	Média	33,25	13,5

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Todos os procedimentos foram executados na Clínica de Fisioterapia da Unioeste.

Os participantes foram submetidos a avaliação fisioterapêutica pré e pós-intervenção, de acordo com protocolo previamente desenvolvido, visando excluir contra-indicações à participação no programa e verificar as condições patológicas em que se encontrava cada um. A avaliação incluiu anamnese, exame físico, testes funcionais e aplicação de questionários que avaliaram qualidade de vida (SF-36, Medical Outcomes Study 36-Item Short Form) e a capacidade funcional dos sujeitos (HAQ, Health Assessment Questionnaire). Não foi possível haver o mesmo examinador em todas as avaliações funcionais. Todos os testes durante o exame físico foram realizados conforme descrição em literatura.

Também foram submetidos a um teste espirométrico, realizado sempre pelo mesmo profissional, não vinculado à Unioeste. Os testes foram realizados no início da tarde, tendo os participantes recebido instruções e recomendações prévias quanto a sua realização. O sujeito foi posicionado sentado, com os pés apoiados e a cabeça em posição neutra e sustentada, usando um clipe nasal. Inicialmente, realizou uma inspiração máxima, sendo que a pausa pós-inspiratória não excedeu 3 segundos. Imediatamente, o tubete foi colocado sobre a língua, entre os dentes e lábios cerrados, evitando-se vazamentos. Então, o sujeito realizou uma expiração forçada durante 6 segundos, seguida por uma inspiração máxima. O número de tentativas variou. As manobras foram realizadas até que se obtivessem três curvas aceitáveis e duas reproduzíveis. Os parâmetros espirométricos coletados foram: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), índice de *Tiffeneau* calculado a partir da fórmula $VEF_1 \times CVF$; e ventilação voluntária máxima (VVM), calculada pela fórmula $VEF_1 \times 37,5$.

Após as avaliações iniciais, os participantes foram submetidos a um programa de hidrocinesioterapia desenvolvido para este trabalho. O programa foi realizado em

piscina aquecida a $32\pm 2^{\circ}\text{C}$, por 10 semanas, com três atendimentos semanais de uma hora de duração. Consistiu em exercícios de mobilidade geral, relaxamento, respiratórios e de condicionamento cardiorrespiratório. Inicialmente, faziam 5 minutos de caminhada na piscina para aquecimento, seguida por alongamentos ativos e passivos de musculatura cervical, de tronco e de membros inferiores. Com o participante em decúbito dorsal utilizando flutuadores, realizava-se mobilização ativa em flexão lateral e rotação de tronco, flexão/extensão de quadril e rotação cervical. Em imersão até o nível dos ombros, realizavam-se exercícios respiratórios associados à mobilização ativa de membros superiores e tronco. Depois, 5 minutos de adução/abdução de ombros utilizando halteres com imersão até o nível dos ombros em velocidade intensa. Para o desaquecimento, realizava-se caminhada leve e movimentos de deslizamento com paciente em decúbito dorsal e uso de flutuadores.

RESULTADOS

Para análise dos resultados, os valores espirométricos pré e pós-intervenção foram comparados em cada participante.

O participante 1 apresentou aumento da CVF de 3,50 litros (65,91% do valor predito) para 3,95 litros (74,38% do valor predito). O VEF_1 foi de 3,33 litros (75% do valor predito) na avaliação pré-intervenção e 3,68 litros (82,88% do valor predito) na avaliação pós-intervenção. A VVM aumentou de 124,87 litros/min (88,76% do valor predito) para 138,00 litros/min (89,72% do valor predito).

No participante 2, o VEF_1 e o valor de VVM permaneceram inalterados. O índice de *Tiffeneau* alterou-se de 86,19% (107,73% do valor mínimo esperado) para 87,72% (109,65% do valor mínimo esperado).

O participante 3 apresentou CVF de 3,81 litros (71,75% do valor predito) na avaliação pré-intervenção e de 3,31 litros (62,33% do valor predito) na avaliação pós-intervenção. O VEF_1 reduziu-se de 3,25 litros (73,19% do valor predito) para 2,88 litros (64,86% do valor predito). A VVM diminuiu de 121,87 litros/min (88,52% do valor predito) para 108,00 litros/min (87,23% do valor predito).

Na participante 4, os parâmetros espirométricos apresentaram-se inalterados na avaliação pós-intervenção. Esses dados são sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 Porcentagem do valor predito* dos parâmetros espirométricos pré e pós-intervenção

Variável	Sujeito			
	1	2	3	4
CVF pré (%)	65,91	77,77	71,75	56,49
CVF pós (%)	74,38	77,02	62,33	56,30
VEF_1 pré (%)	75,00	80,18	73,19	60,58
VEF_1 pós (%)	82,88	80,40	64,86	60,58
<i>Tiffeneau</i> pré (%)	118,92	107,73	106,62	112,07
<i>Tiffeneau</i> pós (%)	116,45	109,65	108,75	112,45
VVM pré (%)	88,76	89,41	88,52	86,45
VVM pós (%)	89,72	89,44	87,23	86,45

CVF = capacidade vital forçada; VEF_1 = volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM = ventilação voluntária máxima

* Valores preditos: CVF, 5,31 litros; VEF_1 , 4,44 litros; índice de *Tiffeneau*: 80%; VVM, 140 litros/min

Apesar de muitos dos parâmetros espirométricos não terem apresentado a melhora esperada em todos os participantes deste estudo, algumas variáveis

fisioterapêuticas, determinadas adicionalmente na avaliação descrita em protocolo, apresentaram alterações expressivas. Os dados estão sintetizados na Tabela 2.

Tabela 2 Demais variáveis avaliadas, pré e pós-intervenção

Variáveis	Sujeitos			
	1	2	3	4
Cirtometria dirigida pré (cm)	5	4	3,5	0,5
Cirtometria dirigida pós (cm)	6	8	5,5	4
Índice de Schober pré (cm)	2	1,5	4	4
Índice de Schober pós (cm)	2,5	1	4	4
Plmáx pré (cmH ₂ O)	140	75	170	130
Plmáx pós (cmH ₂ O)	190	120	170	150
Teste caminhada 6' pré (m)	228,5	183	210	217,5
Teste caminhada 6' pós (m)	430	291,5	376,26	327,75
HAQ pré (escore)	1,25	0,75	1,0	1,0
HAQ pós (escore)	0,5	0,5	0,5	0,875

Plmáx: pressão inspiratória máxima; HAQ: Health Assessment Questionnaire (redução no escore do HAQ representa melhora da capacidade funcional)

A qualidade de vida dos participantes deste estudo foi avaliada pela aplicação do questionário SF-36 (Medical Outcomes Study 36-Item Short Form). Dentre os resultados, os parâmetros capacidade funcional e vitalidade mostraram valores aumentados em todos os sujeitos.

DISCUSSÃO

A análise da função pulmonar por meio de espirometria demonstrou resultados não uniformes, de modo que nem todos os participantes apresentaram melhora da função pulmonar. Isso pode ser atribuído a dificuldades ocorridas no decorrer da intervenção, dentre elas o tempo de aplicação da terapia. O período pode ter sido insuficiente para se obterem os resultados esperados na função pulmonar, visto que a melhora desta é consequência da alteração de muitas variáveis, como mobilidade espinal e da caixa torácica, força muscular respiratória, estado geral de saúde, entre outras.

Um outro fator é a forma de apresentação do quadro clínico da EA. Os pacientes podem apresentar dias com sinais e sintomas exacerbados e outros mais amenos, o que foi observado nos participantes deste estudo. Por isso, os dados de uma avaliação podem apresentar-se alterados conforme o dia da realização dos testes, apesar de sua uniformização. Além disso, o comando verbal utilizado durante a realização da avaliação da função pulmonar pode não ter sido uniforme, visto que as manobras não foram realizadas sempre pelo mesmo avaliador.

O presente estudo verificou aumento da CVF em um sujeito, sendo que no restante da amostra os valores se reduziram ou mantiveram inalterados. Viitanen *et al.*¹², em estudo retrospectivo com 505 pacientes com EA submetidos a intervenção fisioterapêutica com exercícios em solo, observaram aumento estatisticamente significativo ($p < 0,001$) na CVF. A melhora foi, em média, de 200 e 270 mililitros, em homens e mulheres, respectivamente. Hart *et al.*^{*} também avaliaram a função pulmonar antes e após exercícios em solo e observaram melhora em muitos de seus pacientes.

* Hart FD *et al.* Thorax in ankylosing spondylitis. Ann Rheum Dis 1963;22:11-8 *apud* Fisher, Cawley e Holgate⁶.

Por outro lado, Josenhans *et al.*¹³ estudaram 222 pacientes com EA antes e após intervenção fisioterapêutica. As sessões foram constituídas por treinamento postural, exercícios respiratórios, exercícios e massagens em água, compressas quentes nas costas e exercícios para musculatura paravertebral. Os resultados revelaram que os parâmetros espirométricos permaneceram inalterados a despeito da melhora da mobilidade espinhal e da parede torácica.

Em estudo realizado por Fisher, Cawley e Holgate⁶, 33 pacientes com diagnóstico de EA foram examinados e submetidos a exercícios em bicicleta ergométrica, sendo avaliado o consumo máximo de oxigênio e carga máxima. Foi observada significativa associação entre expansão torácica e CVF. Outros estudos também revelaram relação significativa entre expansão torácica e função pulmonar¹⁴⁻¹⁶.

Além de não ter sido o mesmo examinador a fazer todas as avaliações funcionais, o presente estudo apresentou algumas limitações, como reduzidos tamanho da amostra e tempo de aplicação do protocolo.

CONCLUSÃO

O presente estudo não apresentou resultados uniformes entre os participantes da amostra. Os parâmetros espirométricos avaliados apresentaram alterações positivas em alguns, enquanto em outros não sofreram alterações ou, até mesmo, tiveram comportamento inverso ao esperado.

A fisioterapia aquática vem sendo bastante indicada no tratamento de pacientes espondilíticos, porém pouco se estudam seus reais efeitos, particularmente na função pulmonar. Os resultados apresentados por este estudo podem ter sido influenciados pelo reduzido tamanho da amostra e tempo de tratamento. É importante que sejam realizados estudos que correlacionem função pulmonar de pacientes com EA e hidrocinestoterapia, com amostras maiores e mais longo de tempo de tratamento.

REFERÊNCIAS

- 1 Janson RW. Espondilite anquilosante. In: West SG. Segredos em reumatologia: respostas necessárias ao dia-a-dia em *rounds*, na clínica, em exames orais e escritos. Porto Alegre: Artmed; 2000. p.258-64.
- 2 Provenza JR, Watanabe CT, Lima ACR. A importância da distância dedo-chão como método propedêutico diagnóstico da espondilite anquilosante. Rev Ciênc Méd. 1999;8:19-22.
- 3 Salter RB. Distúrbios e lesões do sistema musculoesquelético. 3a.ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2001. p.245-8.
- 4 Skare TL. Reumatologia: princípios e prática. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999. p.171-4.
- 5 Sampaio-Barros PD, Rezende SM, Neto JFM, Samara AM. Função pulmonar na espondilite anquilosante. Rev Bras Reumatol. 1999;39:87-90.
- 6 Fisher LR, Cawley MID, Holgate ST. Relation between chest expansion, pulmonary function, and exercise tolerance in patients with ankylosing spondylitis. Ann Rheum Dis. 1990; 49:921-5.
- 7 Cronsted H, Waldner A, Stenström CH. The swedish version of the bath ankylosing spondylitis functional index: reability and validity. Scand J Rheumatol. 1999;28:1-9.
- 8 Meirelles ES, Kitadai FT. Espondilite anquilosante: aspectos epidemiológicos e clínicos. Acta Ortop Bras. 1998;6:173-9.

- 9 Uhrin Z, Kuzis S, Ward MM. Exercise and changes in health status in patients with ankylosing spondylitis. *Arch Inter Med.* 2000;160:2969-75.
- 10 Skinner AJ, Thompson AM. *Duffield: exercícios na água.* 3a.ed. São Paulo: Manole; 1985. p.113-8.
- 11 McNeal R. Reabilitação aquática de pacientes reumáticos. In: Ruoti RG, Morris DM, Cole AJ. *Reabilitação aquática.* São Paulo: Manole; 2000. p.215-32.
- 12 Viitanen JV, Suni J, Kautiainen H, Liimatainen M, Takala H. Effect of physiotherapy on spinal mobility in ankylosing spondylitis. *Scand J Rheumatol.* 1991;21:38-41.
- 13 Josenhans WT, Wang CS, Josenhans G, Woodbury JFL. Diaphragmatic contribution to ventilation in patients with ankylosing spondylitis. *Respiration.* 1971;28: 331-46.
- 14 Feltelius N, Hedenström H, Hillerdal G, Hällgren R. Pulmonary involvement in ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis.* 1986;45:736-40.
- 15 Seçkin Ü, Bölükbasi N, Gürsel G, Eröz S, Sepici V, Ekim N. Relationship between pulmonary function and exercise tolerance in patients with ankylosing spondylitis. *Clin Exp Rheumatol.* 2000;16:503-6.
- 16 Vanderschueren D, Decramer M, Daele P, Dequeker J. Pulmonary function and maximal transrespiratory pressures in ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis.* 1989;48:632-5.

Efeitos de um programa de cinesioterapia e fisioterapia aquática no desenvolvimento neuropsicomotor em um caso de síndrome de Prader-Willi

Effects of a kinesiotherapy and aquatic physiotherapy program onto the neuropsychomotor development of a patient with Prader-Willi syndrome

título condensado: Fisioterapia na síndrome de Prader-Willi

Ana Paula Bottura¹, Letícia Maria Pires Accacio², Carla Mazzitelli²

¹ Fisioterapeuta; especialista em Fisioterapia Cardiorrespiratória

² Fisioterapeutas; Profas. Ms. da Umesp (Universidade Metodista de São Paulo)

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Ana Paula Bottura

R. Luiz Gomes Paim 135 Jd. Marek

09111-580 Santo André SP

e-mail: paula.bottura@globo.com

Apresentação: jan. 2006

Aceito para publicação: set. 2006

RESUMO

A síndrome de Prader-Willi (SPW) é uma desordem complexa, multissistêmica, de origem genética no cromossomo 15, caracterizada por hipotonia muscular, obesidade, atraso do desenvolvimento neuropsicomotor, hipogenitalismo, hipogonadismo e baixa estatura. Este artigo relata os efeitos de um programa de duração de oito meses de fisioterapia aquática e cinesioterapia no ganho de desenvolvimento neuropsicomotor em uma paciente com SPW de 1 ano e 4 meses. A criança foi avaliada no início e ao final do período de intervenção pela Escala de Atividades Funcionais de Durigon *et al.* (1996). Ao final da intervenção a paciente passou a realizar posturas estáticas que não adotava antes, como sentada e em pé; das atividades dinâmicas, passou a realizar o rolar, arrastar e o pivotear com maior variabilidade motora e a engatinhar e andar de forma funcional. A criança tornou-se mais independente também nas atividades da vida diária, mostrando que a intervenção de cinesioterapia e fisioterapia aquática foi eficiente, ajudando-a em seu desenvolvimento neuropsicomotor.

Descritores: Cinesioterapia; Desenvolvimento neuropsicomotor; Fisioterapia aquática; Síndrome de Prader-Willi

ABSTRACT

The Prader-Willi syndrome (PWS) is a complex, multisystem genetic disorder in chromosome 15, characterized mostly by muscular hypotonia, obesity, neuropsychomotor development delay, hypogenitalism, hypogonadism, and short stature. This article reports on the effects of an eight-month physical therapy program (on soil and in water) onto the neuropsychomotor development of a PWS patient aged 1 year and 4 months at program onset. The child was evaluated before and at the end of the program by the Functional Activities Scale of Durigon *et al.* (1996). At the end of eight months, the child was able to adopt postures (such as sitting and standing) which she couldn't before, and to perform dynamic activities such as rolling and turning round with greater motor variability, as well as functionally crawling and walking. The child became more independent in daily life activities, showing that the kinesio and aquatic physical therapy program proposed was effective in promoting her neuropsychomotor development.

Key words: Aquatic physiotherapy; Kinesiotherapy; Neuropsychomotor development; Prader-Willi syndrome

INTRODUÇÃO

A síndrome de Prader-Willi é uma desordem complexa, multissistêmica, caracterizada por um conjunto de sinais e sintomas de origem genética no cromossomo 15, que ocorre no momento da concepção. Afeta meninos e meninas em um amplo quadro de deficiências, durante toda sua vida¹⁻³. Foi descrita pela primeira vez em 1956 por Prader, Labhart e Willi. A incidência da síndrome é estimada em 1/3.000 a 1/5.000 nascidos vivos e é responsável por 1% dos casos de retardo mental⁴.

Nos cromossomos dos pais dessas crianças não foi encontrada qualquer anormalidade. Isso significa que o defeito (diferença estrutural) aparece de repente na criança com SPW, no cromossomo 15 herdado do pai⁵. Essa alteração estrutural pode ser de três tipos: 1) deleção do cromossomo 15 paterno, responsável por 70 a 75% dos casos conhecidos de SPW; consiste na perda de um fragmento (15q11-q13) do cromossomo 15 paterno; 2) dissomia uniparental materna, responsável por 20 a 25% dos casos conhecidos de SPW – esse nome é dado quando os dois cromossomos 15 são herdados da mãe devido a uma má repartição dos cromossomos e não há cópia do cromossomo 15 paterno; e 3) alteração de *imprinting*: responsável por 3 a 5% dos casos conhecidos de SPW, que consiste em um erro onde o cromossomo 15 herdado do pai contenha uma marca materna⁶⁻¹⁰.

O quadro clínico da SPW apresenta hipotonia muscular, hipogonitalismo e hipogonadismo, obesidade, atraso do desenvolvimento neuropsicomotor, baixa estatura, mãos e pés pequenos, pele hipopigmentada, diminuição da sensibilidade à dor, além de características faciais como fronte estreita, estrabismo e olhos amendoados^{4,11-13}.

A hipotonia muscular não é progressiva e começa a melhorar, em média, entre 8 e 11 meses. Como consequência a esse baixo tônus muscular, as crianças têm dificuldades para se movimentar^{2,4,9,11,12,14,15}.

Criptorquidismo, micropênis e hipoplasia escrotal são observados no período neonatal em 80-100% dos meninos, enquanto hipoplasia e má formação dos pequenos lábios e clitóris é verificada na maioria das meninas. A maioria dos estudos sobre hipogonadismo na SPW conclui que há um comprometimento hipotalâmico, resultante da alteração cromossômica da síndrome, pois os pacientes geralmente mostram níveis basais de hormônios como o LH (hormônio luteinizante) e FSH (hormônio folículo estimulante) diminuídos; o hipotálamo defeituoso resulta nos sintomas da síndrome^{11,16}.

Entre os 2 e 6 anos de idade as crianças com SPW tornam-se obesas devido a hiperfagia, diminuição da percepção de saciedade e um incontável apetite com diminuição da capacidade de vomitar, de caráter progressivo. O padrão de distribuição de gordura é característico nesses indivíduos, concentrando-se principalmente no tórax, abdômen e região proximal dos membros^{5,7,10,12,15-17}. O excesso de apetite, nas pessoas com SPW, deve-se muito possivelmente à alteração dos fatores que regulam a sensação de fome e saciedade. Conclui-se que a destruição ou mau funcionamento do centro da saciedade resultaria em desinibição do centro da fome e, portanto, em superalimentação compulsiva¹⁸. Pode-se assim entender o que

ocorre com os indivíduos portadores da síndrome de Prader-Willi: um excessivo apetite pode ser explicado por uma desordem do hipotálamo; durante uma refeição, a "mensagem" de saciedade não chega e, se não controlado o acesso à quantidade e/ou composição do alimento, o ganho de peso é rápido^{7,11,12}.

Essa desordem muitas vezes limita a movimentação da criança portadora de SPW, gerando atraso do desenvolvimento⁸. Crianças com menos de 6 anos apresentam atraso do desenvolvimento motor, cognitivo e de linguagem¹². Ainda pequena, apresenta atraso para sentar e andar: em média, a criança com SPW começa a sentar-se sem apoio aos 13 meses, engatinhar aos 18 meses, e andar aos 24 a 28 meses^{7,12,15,16}.

O diagnóstico é estabelecido pelo exame clínico, verificando-se a presença das alterações fenotípicas da síndrome. Pode ser realizado o teste genético para verificar se há alteração no cromossomo 15 herdado do pai. Devido às implicações em longo prazo da síndrome, o diagnóstico precoce é importante para oferecer orientações aos pais, de modo a que administrem dieta apropriada e desde cedo estimulem hábitos de alimentação e de atividade física adequada^{1,6,15}. Estabelecido o diagnóstico, é preciso iniciar acompanhamento por uma equipe multidisciplinar composta por médico, fonoaudiólogo, nutricionista, psicólogo ou psiquiatra, terapeuta ocupacional e fisioterapeuta^{5,12,19}.

No tratamento clínico podem ser administrados hormônios como estrógenos, testosteronas e hormônio de crescimento (GH), este tanto para melhora em relação à baixa estatura quanto para a melhora da obesidade^{5,7,11,20}.

Os principais objetivos da fisioterapia nesse caso são favorecer um bom posicionamento para evitar posturas inadequadas no futuro e estimular as aquisições das etapas do desenvolvimento motor, induzindo a criança a adquirir a independência funcional¹⁹. Além disso, a fisioterapia pode auxiliar no gasto energético pela realização de atividades físicas²¹, evitando a obesidade ou fazendo com que se instale mais tardiamente. A intervenção fisioterapêutica pode consistir em cinesioterapia e/ou fisioterapia aquática.

O objetivo deste trabalho é relatar os efeitos de um programa de fisioterapia aquática e cinesioterapia no desenvolvimento neuropsicomotor de uma paciente com síndrome de Prader-Willi.

METODOLOGIA

Este é o estudo de um caso de criança com diagnóstico clínico de síndrome de Prader-Willi, presença de atraso do desenvolvimento neuropsicomotor, encaminhamento médico para tratamento fisioterapêutico (na água e no solo) e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo responsável pela criança. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Metodista de São Paulo.

O caso: paciente MGC, sexo feminino, parto normal na 33ª semana de gestação por descolamento de placenta. Nasceu com 1840 g, 43,5 cm e APGAR de 5,7,8. Apresentou ao nascimento anóxia neonatal e sinais de desconforto respiratório, hipotonia neonatal global e falta de sucção. Permaneceu internada por 70 dias. Após esse período a mãe começou a notar atraso do desenvolvimento neuropsicomotor,

iniciando investigação da causa. Foram investigados erros do metabolismo, doenças na tireóide, neuromusculares, do sistema nervoso central e periférico, entre outras. Aos 6 meses de idade, foi realizado um estudo molecular genético com FISH específico 15q para Prader-Willi/Angelman, onde foi encontrada uma alteração no cromossomo 15, a dissomia uniparental materna; junto com exames clínicos, foi diagnosticado que a criança era portadora da síndrome de Prader-Willi. Após o diagnóstico estabelecido, a paciente iniciou tratamento com fonoaudióloga, nutricionista, terapeuta ocupacional e fisioterapeuta, todos encaminhados pelo médico.

No início das intervenções deste estudo a paciente tinha 1 ano e 4 meses, pesava 8.900g e tinha 74 cm de estatura.

As intervenções foram realizadas nos setores de Hidroterapia e de Pediatria da Clínica-Escola de Fisioterapia da Universidade Metodista de São Paulo. Os materiais utilizados foram: ficha de avaliação, câmera digital Canon (PowerShot SD300), bolas de diferentes diâmetros (45, 55 e 65 cm), feijão, brinquedos, mesinhas de diferentes alturas para apoio de membros superiores, banquinho e tablado. Na hidroterapia foram utilizados flutuadores de diferentes formas e tamanhos, além de degrau (*step*).

O programa consistiu de três sessões semanais, sendo uma na Hidroterapia e duas na Pediatria. Cada sessão teve duração aproximada de uma hora. As sessões foram conduzidas sempre pela mesma fisioterapeuta, por um período de oito meses.

Os exercícios realizados não foram baseados em uma técnica específica, mas elaborados com base nos sinais e sintomas que a patologia apresenta, ajudando a paciente a adquirir todas as etapas do desenvolvimento neuropsicomotor, de acordo com seu estágio de maturação neuromotora e sua resposta em cada exercício. Visou-se sempre ajustar o tratamento às dificuldades que a criança apresentava durante as sessões.

Um exemplo de exercício realizado tinha como objetivo a aquisição da postura "ajoelhada sem apoio". A paciente realizava a transferência de sentada para o gato e, a partir deste, com apoio no quadril dado pela fisioterapeuta, para ajoelhada. A fisioterapeuta oferecia um brinquedo para a paciente para que esta tentasse alcançá-lo, permanecendo ajoelhada com apoio próprio de uma mão, sem mais apoio da fisioterapeuta, até que o brinquedo fosse alcançado. De acordo com a resposta da paciente durante o exercício era diminuído o apoio oferecido. Exercício similar era realizado na água sobre uma bola terapêutica, com apoio da terapeuta em seus membros inferiores.

A repetição de exercícios tinha por objetivo sua aprendizagem e execução com maior facilidade, permitindo assim maior independência. Quando observado que o objetivo dos exercícios que estavam sendo realizados era alcançado, outros exercícios eram formulados, visando novos objetivos.

O método de avaliação aqui utilizado consistiu em avaliação fisiopediátrica feita antes do início das sessões e ao final dos oito meses do programa. A avaliação fisiopediátrica compôs-se de: anamnese, sensibilidades (tátil, propioceptiva, visual e auditiva), exame físico (presença de deformidades, padrão respiratório, alterações de pele e do tônus muscular), presença de reflexos (reflexo tônico cervical assimétrico e simétrico, reflexo tônico labiríntico, reflexo de marcha, Babinsk, Galant e Landau) e de reações (equilíbrio, endireitamento e proteção), descrição dos padrões motores em

supino, prono, sentado, gato, ajoelhado, semi-ajoelhado e em pé, ocorrência e descrição das aquisições motoras (rolar, arrastar, pivotar, engatinhar e marcha) e atividades de vida diária (alimentação, higiene, vestuário). Para a descrição dos padrões e aquisições motoras foi aplicada a Escala de Atividades Funcionais estáticas e dinâmicas proposta por Durigon *et al.* em 1996²². Para as posturas estáticas (sentado, gato, ajoelhado, semiajoelhado e em pé), a pontuação varia de 0 a 9 segundo a criança a adote com ou sem auxílio, com ou sem apoio, sem ou com alinhamento corpóreo. Quanto às atividades dinâmicas (rolar, arrastar, pivotar, engatinhar e andar), para cada item se atribuem pontos de zero (não a realiza) a dois, quando a criança a realiza em padrão normal. A comparação das avaliações inicial e final gerou os resultados apresentados a seguir.

RESULTADOS

Na avaliação inicial a paciente pesava 8.900g e tinha 74 cm de estatura. Na avaliação final, apresentava 78 cm de estatura e pesava 10.425g. Não foram notadas alterações de sensibilidade, no exame físico e os reflexos mantiveram-se integrados e suas reações presentes e completas.

Os resultados obtidos em relação aos padrões motores são resumidos no Gráfico 1. Quanto às posturas supino e prono, desde a avaliação inicial a paciente a adotava sem auxílio, mantinha sem apoio e realizava atividades na postura mantendo o alinhamento corpóreo, apresentando grau 9. Na postura sentada, pode-se observar evolução de grau 2 para 9, pois ao final a paciente passou a executar sem auxílio, manter sem apoio e realizar atividades na postura mantendo o alinhamento corpóreo. A postura semiajoelhada não era realizada na avaliação inicial; na avaliação final, a paciente obteve grau 2, pois a adotava com auxílio, sustentando-a apenas com apoio e mantendo o alinhamento corpóreo. As demais posturas avaliadas – gato, ajoelhada e em pé – não eram realizadas pela paciente na avaliação inicial (grau zero). E, ao final do programa, já as adotava sem auxílio, mantinha sem apoio e realizava atividades na postura mantendo o alinhamento corpóreo, evoluindo para o grau 9.

Inserir Gráfico 1

Gráfico 1 Atividades estáticas (posturas): graus obtidos pela paciente nas avaliações inicial e final

O Gráfico 2 resume a evolução das aquisições motoras (atividades dinâmicas), comparando-se os resultados da avaliação inicial com a final. As atividades que a criança não realizava estão representadas como pontuação 0 e as que realizava, com 1 ponto. A paciente não conseguia realizar o "arrastar-se" na avaliação inicial, apenas tentava o movimento; no final, realizava-o em padrão adequado. Tampouco engatinhava, passando a realizá-lo no final, de forma correta e funcional, com dissociação de cinturas, alternando os membros superiores e inferiores, com base de sustentação normal e com boa velocidade. Quanto à marcha, também não a realizava, já que não permanecia em ortostatismo na avaliação inicial, passando a fazê-lo no final do programa.

Inserir Gráfico 2

Gráfico 2 Atividades dinâmicas: pontuação obtida pela paciente nas avaliações inicial e final

Em relação às atividades de vida diária (AVDs), na avaliação inicial a paciente não realizava alimentação, higiene e vestuário nem com ajuda. Já na final tinha passado a se alimentar com uso de uma colher quando o alimento estava à sua disposição. A criança começou a ajudar na higiene pessoal e na vestimenta, tornando-se mais independente em suas AVDs.

DISCUSSÃO

O atraso no desenvolvimento neuropsicomotor dos portadores da síndrome de Prader-Willi ocorre principalmente por três fatores: a obesidade, que dificulta a criança a explorar seu meio ambiente; a deficiência cognitiva, que ocorre pela falta de motivação que algumas crianças podem apresentar (apatia) ou por dificuldade do planejamento motor para realizar as atividades; e a hipotonia, que gera uma instabilidade articular que, por sua vez, também vai dificultar seu desenvolvimento motor^{4,5,7,8,11,12,14,15,19}.

Esse atraso reflete-se com freqüência na baixa estatura⁷. No caso aqui analisado, a estatura da paciente, que no início do tratamento era de 74 cm, já estava abaixo da média, que é de 77 cm para a idade de 1 ano e 4 meses (segundo o Gráfico de Desenvolvimento Pôndero-Estatural para meninas²³). Ao final do programa, a paciente apresentava 78 cm, mantendo-se abaixo da média para 2 anos de idade, que é de 87 cm. A evolução pôndero-estatural da paciente corrobora os relatos da literatura que descrevem estatura abaixo da média nas crianças portadoras da síndrome^{7,11,23,24}.

Quanto ao peso, a paciente apresentava no início da intervenção fisioterapêutica 8.900 g e, ao final, após oito meses de tratamento, estava com 10.425 g – valor que se encontra dentro dos padrões normais de peso para sua idade e sexo. Tendo em vista a já aludida tendência à obesidade nessa síndrome, este é um bom resultado. As atividades físicas auxiliam no gasto energético e, portanto, propiciam a perda e/ou a manutenção do peso ideal²¹. A fisioterapia, tanto em solo como em água, por meio dos exercícios, fez com que a paciente tivesse maior gasto energético, contribuindo assim para reduzir o risco de se tornar obesa, estimulando e promovendo seu desenvolvimento. As partes submersas do corpo em água encontram resistência em todas as direções do movimento, o que requer uma quantidade maior de gasto energético²⁴. Um recente trabalho²⁵ mostrou os benefícios propiciados pelo exercício na água – comportamentais, metabólicos (redução do peso) e em nível de tônus muscular –, corroborando os resultados aqui obtidos, em que a paciente manteve seu peso dentro da média para sua idade e sexo.

Em relação aos padrões motores, os maiores ganhos que a criança obteve foi nas posturas do gato, ajoelhada e em pé, que evoluíram de zero para o grau 9, ou seja, para grau máximo. Houve ganhos também nas posturas de prono e sentado, já que a paciente passou de grau 2 para 9.

Em relação às aquisições motoras do rolar e pivotar, mostrou-se uma maior variabilidade motora, onde a paciente passou a realizar essas atividades de diferentes formas. A paciente não conseguia se arrastar, engatinhar ou andar na avaliação inicial e apresentou essas aquisições ao final, mostrando que o programa fisioterapêutico ajudou-a em seu desenvolvimento motor. A idade para crianças portadoras da SPW iniciarem a marcha é de 24 a 28 meses^{11,12,15,16}. Neste caso, a paciente iniciou essa

aquisição com 1 ano e 10 meses (ou 22 meses). O tratamento fisioterapêutico aquático pode ter beneficiado muito essa aquisição da marcha, já que na água a atuação da força gravitacional é reduzida, facilitando o início do treino para a marcha²⁶.

O trabalho em água aquecida promove a diminuição do tônus muscular. Apesar disso, a criança pode obter aumento do tônus muscular devido às condutas fisioterapêuticas, que envolvem exercícios ativos e de resistência, além da própria instabilidade da água. As descargas de peso geradas em seus membros e a ação da pressão hidrostática da água promovem uma maior estabilidade articular^{24,26}.

Com a intervenção fisioterapêutica a criança é mais estimulada; os exercícios facilitam o aprendizado de como deve realizar os movimentos. Pode-se então dizer que a fisioterapia possibilitou maior independência da criança. A repetição dos movimentos dos exercícios em casa propicia retenção do ganho funcional obtido em terapia. Ainda, é propiciado o planejamento motor, dando maior oportunidade de a criança explorar seu meio ambiente.

Um estudo recente²⁵ mostrou que há uma melhora das atividades de vida diária dos portadores da síndrome de Prader-Willi após um tratamento fisioterapêutico focalizado no equilíbrio estático e dinâmico. No presente estudo, onde também foram realizados exercícios visando o equilíbrio estático e dinâmico, tanto em solo como na água (já que esta oferece muita instabilidade), também se obteve melhora nas AVDs da paciente.

Em relação às condutas, frequência e intensidade do tratamento fisioterapêutico, a possibilidade de confirmação dos resultados obtidos é restrita, devido à carência de publicações na área fisioterapêutica. A importante melhora funcional da criança evidencia a importância do tratamento fisioterapêutico para crianças portadoras da síndrome de Prader-Willi. Relatos de outros casos poderão permitir a discussão a fim de encontrar um melhor delineamento da intervenção fisioterapêutica.

CONCLUSÃO

Na síndrome de Prader-Willi, o atraso no desenvolvimento neuropsicomotor torna de fundamental importância a intervenção fisioterapêutica, visando estimular ao máximo o potencial motor.

No presente estudo, optou-se pela cinesioterapia em solo associada à fisioterapia aquática como recursos para estimular o desenvolvimento motor de uma criança de 1 ano e 4 meses portadora da síndrome. Após oito meses de intervenção, observaram-se importantes ganhos nas aquisições motoras, que se refletiram em maior independência da criança na exploração do ambiente e na realização das AVDs.

Considerando-se ainda que o desenvolvimento infantil ocorre de forma global e simultânea, pode-se inferir que o ganho motor se reflete em ganhos também em outras áreas, como por exemplo na esfera cognitiva. Na síndrome, o retardo na interação com o meio deve-se às dificuldades da criança em explorar seu ambiente, objetos, brinquedos etc., o que gera atraso nas aquisições cognitivas. Com a intervenção fisioterapêutica, a criança tem melhor interação com o meio ambiente, melhorando assim o componente cognitiva e comportamental¹⁹.

A escassez de publicações sobre o tratamento fisioterapêutico nessa patologia requer mais trabalhos para permitir comparar diferentes possibilidades de conduta, evidenciando os benefícios do tratamento dessa síndrome. Sugere-se a realização de novos trabalhos na área fisioterapêutica, inclusive comparando os dois recursos aqui utilizados.

Os resultados obtidos permitem afirmar que o tratamento fisioterapêutico realizado com cinesioterapia e fisioterapia aquática foi efetivo para melhoria do desenvolvimento neuropsicomotor dessa criança, que se tornou mais independente inclusive nas suas AVDs. Estima-se que, se houvesse um tempo maior para a intervenção fisioterapêutica, a paciente teria ainda maiores aquisições motoras, inclusive a corrida e subir e descer escadas, tornando-se ainda mais independente.

REFERÊNCIAS

- 1 Fong BF, Vries JIP. Obstetric aspects of the Prader-Willi syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;21:389-92.
- 2 Prader A, Labhart A, Willi H. Ein Syndrom von adipositas, kleinwuchs, kryptorchismus und oligophrenie nach myotonieartigem zustand im neugeborenenalter. *Schweiz Med Wochenschr.* 1956;86:1260-1.
- 3 Van Mill EGA, Westerterp KR, Kester ADM, Curfs LMG, Gerver WJM, Schrandt-Stumpel CTRM, et al. Activity related energy expenditure in children and adolescents with Prader-Willi syndrome. *Int J Obes.* 2000;24:429-34.
- 4 Schwartzman JS. Deficiência mental: Síndrome de Prader-Willi. São Paulo;1997. Disponível em <<http://www.entreamigos.com.br/>> [2004 dez 11].
- 5 Eiholzer URS, Schlum V. Das Prader-Willi Syndrome. Zürich; 2004; Disponível em <http://geocities.yahoo.com.br/prader_willi_br/> [2004 dez 15].
- 6 Fridman C, Kok F, Koiffmann CP. Síndrome de Prader-Willi em lactentes hipotônicos. *J Pediatr.* 2000;76(3):246-50.
- 7 Jones KLMD. Padrões reconhecíveis de malformações congênicas. 5a.ed. São Paulo: Manole; 1998.
- 8 Mustacchi Z, Peres S. Genética baseada em evidências: síndromes e heranças. São Paulo: Manole; 2000.
- 9 Saitoh S, Buiting K, Cassidy SB, Conroy JM, Driscoll DJ, Gabriel JM, et al. Clinical spectrum and molecular diagnosis of Angelman and Prader-Willi syndrome patients with an imprinting mutation. *Am J Med Genet.* 1997;68(2):195-206.
- 10 Wiedemann KD. Atlas de síndromes clínicas dismórficas. 3a.ed. São Paulo: Manole; 1992.
- 11 Ballone GJ. Síndrome de Prader Willi. *Psiqu Web Psiquiatria Geral;* 2003. Disponível em <<http://gballone.sites.uol.com.br/infantil/dm4.html>> [2005 fev 10].
- 12 Fridman C. Síndrome de Prader-Willi e Síndrome de Angelman: imprinting genômico na espécie humana. *Sociedade Brasileira de Genética – Série Monografias* 1997;5:1-55.
- 13 Holm VA, Cassidy SB, Butler MG, Hanchett JM, Greenswag LR, Whitman BY, et al. Prader-Willi syndrome: consensus diagnostic criteria. *Pediatrics.* 1993;91:398-402.
- 14 Ren J, Lee S, Pagliardini S, Gerard M, Stewart CL, Greer JJ, et al. Absence of Ndn, encoding the Prader-Willi syndrome-deleted gene necdin, results in congenital deficiency of central respiratory drive in neonatal mice. *J Neurosci.* 2003;23(5):1569-73.
- 15 Diamant A, Cypel S. Neurologia infantil. In: Koiffmann CP, coordenador. *Genética e neurologia infantil.* São Paulo: Atheneu; 2005. v.1 p.403-6.
- 16 Batista DAS. Estudo citogenético em pacientes com síndrome de Prader-Willi. São Paulo; 1983 [Dissertação de Mestrado em Biologia no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo].

- 17 Allemand JD, Eiholzer URS, Schlumpf M, Torresani T, Girard J. Carbohydrate metabolism is not impaired after 3 years of growth hormone therapy in children with Prader-Willi syndrome. *Horm Res.* 2003;59:239-48.
- 18 Schmidt RF, Altner H, Grüsser OJ, Grüsser CU, Klinke R, Zimmermann M. Sede e fome: sensações de ordem geral. In: Schmidt RF. *Fisiologia sensorial*. São Paulo: Edusp; 1980. p.288-99.
- 19 Nobre MC, Czarniak ICP. Como a fisioterapia pode ajudar na Síndrome de Prader-Willi: intervenção precoce. São Paulo; s.d. Disponível em <http://geocities.yahoo.com.br/prader_willi_br/> [2005 mar 15].
- 20 Obata K, Sakazume S, Yoshino A, Murakami N, Sakuta R. Effects of 5 years growth hormone treatment in patients with Prader-Willi syndrome. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2003;16:155-62.
- 21 Powers SK, Howley ET. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. São Paulo: Manole; 2000.
- 22 Durigon OFS, Sá CSC, Sita LV. Desenvolvimento de um protocolo de avaliação do desempenho motor e funcional de crianças com paralisia cerebral. *Arq Neuro-Psiquiatr* 1996;54 Suppl2:24.
- 23 Marcondes E. *Crescimento normal e deficiente*. São Paulo: Sarvier; 1989. Cap. Crescimento normal, p.41-61.
- 24 Skinner AT, Thomson AM. *Duffield: exercícios na água*. 3a.ed. São Paulo: Manole; 1985.
- 25 Zardo IP, Seixas AF. *Análise do equilíbrio estático e dinâmico em uma criança portadora da síndrome de Prader-Willi: um estudo de caso*. Curitiba; 2003. [Trabalho de conclusão de curso - Faculdade de Fisioterapia da Unicenp].
- 26 Bates A, Hanson N. *Exercícios aquáticos terapêuticos*. São Paulo: Manole; 1998.

Alterações musculares na doença pulmonar obstrutiva crônica Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease

título condensado: Alterações musculares na DPOC

Victor Zuniga Dourado¹, Irma de Godoy²

¹ Fisioerapeuta; Prof. Dr. adjunto de Fisioterapia da Unifesp (Universidade Federal de São Paulo), *campus* de Baixada Santista

² Médica pneumologista; Profa. Livre-Docente adjunta de Pneumologia na Faculdade de Medicina de Botucatu da Unesp (Univesidade Estadual de São Paulo)

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Victor Zuniga Dourado

Av. Ana Costa 95

11060-001 Santos SP

e-mail: vzuniga2006@yahoo.com.br

Apresentação: set. 2003

Aceito para publicação: dez. 2004

RESUMO: Aumentou recentemente o interesse da comunidade científica nas causas da intolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Além do desuso imposto principalmente pela inatividade física, há evidências de alterações no músculo esquelético do portador de DPOC. Esta revisão expõe sucintamente as principais alterações muculoesqueléticas encontradas nos portadores de DPOC, dando ênfase a estudos referentes às alterações funcionais, estruturais e bioenergéticas. A perda de força muscular ocorre principalmente nos membros inferiores; a força muscular se mantém nos membros superiores em função do grande número de atividades de vida diária exercidas com a parte superior do corpo. Alguns pacientes com DPOC também apresentam diminuição da área de secção transversal tanto de braço quanto de coxa. A literatura descreve ainda diminuição de enzimas oxidativas, manutenção de enzimas glicolíticas e redução de fosfocreatina muscular, resultando em perda da capacidade aeróbia. Além da diminuição crônica do condicionamento, fatores como desnutrição, miopatia causada pelo uso crônico de corticosteróides, redução dos hormônios anabólicos e do metabolismo de aminoácidos, inflamação e estresse oxidativo estão envolvidos na patogênese das alterações musculares. Os fatores determinantes dessas disfunções ainda não estão totalmente esclarecidos. Estratégias como exercício físico, estimulação elétrica neuromuscular, suplementação com anabolizantes e com creatina e terapia antioxidante são racionais para o tratamento das alterações musculares.

Descritores: DPOC; Alterações musculares; Intolerância ao exercício

ABSTRACT: Intolerance to exercise in COPD patients has recently drawn increased attention, as muscular changes have been suggested to be the main factor responsible for the physical impairment. In addition to deconditioning related to physical inactivity, there are evidences of skeletal muscle changes in these patients. This article briefly reviews the skeletal muscle dysfunction in patients with COPD, underlining muscular functional, structural, and bioenergetic changes. Loss of muscle strength occurs mainly in lower limbs; muscle strength remains near to normal in upper limbs probably due to daily-life activities being performed by the upper body. Some patients with COPD present reduced arm and leg muscle crosssectional area. There are evidences that oxidative and phosphocreatine capacity is reduced with normal glycolitic enzymes concentration, resulting in poor aerobic capacity. Malnutrition, miopatya caused by chronic use of corticosteroids, reduced anabolic hormones, deconditioning, reduced aminoacids metabolism, local or systemic inflammation, and oxidative stress, may contribute to the pathogenesis of skeletal muscle dysfunction in COPD. The decisive factors of this dysfunction are not still totally explained. Strategies as exercise, neuromuscular electrical stimulation, supplementation with anabolic agents and creatine, and antioxidant therapy, are rationale for the muscle abnormalities management.

Key words: COPD; Skeletal muscle dysfunction; Exercise intolerance

INTRODUÇÃO

Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresentam intolerância ao exercício em consequência de alterações funcionais do pulmão e de disfunção muscular esquelética^{1,2}. A contribuição da disfunção muscular esquelética para a diminuição da capacidade de exercício em pacientes com DPOC foi sugerida primeiramente por Killian *et al.*³, que observaram que pacientes com DPOC freqüentemente se queixavam de sensação de fadiga nos membros inferiores como fator limitante para o desempenho (Figura 1).

inserir Figura 1

Além da diminuição crônica do condicionamento comum em pacientes com DPOC, as alterações musculares têm como outros possíveis mecanismos a desnutrição, a miopatia causada pelo uso crônico de corticosteróides, os baixos níveis de hormônios anabólicos circulantes, redução do metabolismo de aminoácidos, inflamação local e sistêmica e estresse oxidativo. A disfunção envolve alterações funcionais, estruturais e bioenergéticas, resultando em diminuição da capacidade para realizar exercícios^{4,5}.

Quando expostos a situações dinâmicas repetidas, os pacientes com DPOC apresentam aumento da demanda ventilatória que os obriga a evitar tais atividades e, em consequência, são acometidos por sedentarismo crônico⁴. Este, por sua vez, reduz a força e a massa musculares e a capacidade aeróbia que resulta em demanda ventilatória ainda mais intensa para as mesmas atividades dinâmicas, fechando o ciclo denominado dispnéia-sedentarismo-dispnéia⁴ (Figura 2).

inserir Figura 2

Tendo em vista que a função ventilatória pode ser melhorada apenas parcialmente por terapias clínicas, o recondicionamento muscular tem papel fundamental na tentativa de reduzir a demanda ventilatória e diminuir a sensação de dispnéia⁶. A disfunção muscular periférica nesses pacientes tem-se mostrado, pelo menos parcialmente, reversível⁷ e algumas estratégias terapêuticas têm sido propostas. Entre elas podem ser citadas: o exercício aeróbio, o treino de força, a suplementação com esteróides anabolizantes⁸ e com creatina⁹ e a estimulação elétrica neuromuscular¹⁰.

Esta revisão inclui investigações abordando as alterações musculares e suas consequências nos pacientes com DPOC e tem como objetivo descrever os principais aspectos da disfunção muscular esquelética nesses pacientes. A revisão bibliográfica foi feita nas bases de dados Medline, OVID, Scielo e Lilacs, utilizando unitermos tais como *skeletal muscle dysfunction*, COPD e suas traduções para a língua portuguesa. Dentre os artigos localizados, publicados entre 1990 e 2006, mais de 50, consultados, são listados ao final.

ALTERAÇÕES DA FUNÇÃO MUSCULAR

O Quadro 1 apresenta as principais alterações musculares funcionais, estruturais e bioenergéticas encontradas em pacientes com DPOC, segundo a literatura revisada. As forças da musculatura respiratória e periférica ficam significativamente reduzidas e a redução se correlaciona positivamente com a intensidade dos sintomas respiratórios e com a capacidade para realizar exercícios^{11,12}. Além disso, há evidências de correlação negativa entre força muscular periférica e aumento significativo dos gastos com recursos de saúde e aumento dos dias de internação em pacientes com DPOC¹³.

Quadro 1 Principais alterações musculares funcionais, estruturais e bioenergéticas encontradas em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica segundo a literatura revisada

Alterações funcionais	Alterações estruturais	Alterações bioenergéticas
1) ↓ da força e resistência muscular periférica, sobretudo nos membros inferiores 2) ↓ da força e resistência dos músculos respiratórios 3) ↓ da capacidade para realizar exercícios relacionada às alterações da função muscular periférica e respiratória	1) ↓ da massa muscular, evidenciada pela redução das áreas de secção transversal do braço e da coxa 2) ↓ da área de secção transversal das fibras musculares do tipo I e do tipo II 3) Redistribuição de fibras musculares, com aumento do percentual de fibras do II 4) ↓ do número de contatos entre capilares e fibras musculares do tipo I e IIa	1) ↓ da concentração de enzimas oxidativas: citrato sintase, succinato desidrogenase e β-hidroxiacil coenzima A desidrogenase 2) ↔ ou ↑ da concentração de enzimas glicolíticas: fosfofrutoquinase, hexoquinase e lactato desidrogenase 3) ↓ da concentração e ↑ do tempo necessário para ressíntese de fosfocreatina muscular 4) ↑ da produção de radicais livres de oxigênio e ↓ da concentração de substâncias antioxidantes, resultando em ↑ do estresse oxidativo

↓ = redução; ↔ = manutenção; ↑ = aumento

Segundo Hamilton *et al.*¹¹, a capacidade máxima de exercício em indivíduos com DPOC é reduzida em 27% quando comparada com a observada em indivíduos controles. Tanto em pacientes com DPOC, quanto em controles, a capacidade máxima de exercício está diretamente relacionada à força dos extensores do joelho. Esse estudo¹¹ mostra a participação da fraqueza muscular na intolerância ao exercício e enfatiza a necessidade de abordagens terapêuticas para essa alteração em pacientes com DPOC.

A influência dos músculos da deambulação na capacidade para realizar exercícios em pacientes com DPOC já foi descrita por diversos autores^{2,3,11,12}. Em contrapartida, os dados acerca da influência dos músculos do tronco na capacidade para realizar exercícios estão restritos à medida das pressões respiratórias máximas¹².

Recentemente, estudo realizado por nosso grupo¹⁴ apontou a força muscular periférica (com uma repetição máxima, 1RM) no exercício de puxada alta (latíssimo do dorso, trapézio, rombóides e abdominais), realizado em equipamento de musculação, como fator de previsão para o desempenho no teste de caminhada de seis minutos (TC6) em pacientes com DPOC. Nesse estudo, as medidas de 1RM nos exercícios de pressão das pernas (dos quadríceps, isquiotibiais e glúteos – *leg press*), de extensão dos joelhos (quadríceps), de supino reto (peitoral maior, tríceps e abdominais) e de puxada alta apresentaram correlações positivas significativas com a distância percorrida no TC6; entretanto, apenas a medida de 1RM no exercício de puxada alta foi selecionada com determinante da distância percorrida no TC6 após análise de regressão múltipla. Posteriormente, em delineamento longitudinal, observamos que o fortalecimento dos músculos do tronco foi determinante para o aumento da distância percorrida em TC6 após programa de treinamento de força¹⁵. Esses achados sugerem a influência dos músculos do tronco, além dos músculos da deambulação, na capacidade funcional de exercício em pacientes com DPOC^{14,15}.

Gosselink *et al.*¹² estudaram a força muscular respiratória e periférica em 22 indivíduos idosos saudáveis e 40 pacientes com DPOC. Observaram diminuição de 36% na força muscular respiratória e de 25% na força muscular periférica nos pacientes com DPOC quando comparados com o grupo controle; além disso, a força muscular periférica mostrou-se reduzida de forma mais significativa nos membros inferiores.

Estudos recentes mostram que a diminuição de força preferencialmente localizada nos membros inferiores¹⁶ é evidenciada mesmo quando a função muscular é avaliada por métodos involuntários (estimulação elétrica supra-máxima)¹⁷. Heijdra *et al.*¹⁸ avaliaram a força muscular de membros superiores em pacientes com DPOC sem diminuição do índice de massa magra do corpo e concluíram que não houve diferença de força entre os pacientes com DPOC e o grupo controle homogêneo. Entre as explicações possíveis para isso, podem ser citadas: 1) pacientes com DPOC são inativos nas atividades de vida diária – por menor dispêndio de tempo diário com atividades que envolvem sustentação de peso, como caminhar e ficar na posição ortostática e, ao contrário, gastam maior tempo sentados e deitados¹⁹; 2) predomínio das atividades de vida diária realizadas com a parte superior do corpo; 3) grande parte dos músculos de cintura escapular, responsáveis pela elevação dos membros superiores, participa concomitantemente da respiração acessória^{2,4}.

As conseqüências da disfunção muscular esquelética na resistência muscular periférica em portadores de DPOC ainda não estão bem definidas. Um estudo mostra resistência muscular normal em pacientes com DPOC hipoxêmicos²⁰, o que não seria esperado, tendo em vista a redução de enzimas oxidativas encontradas no vasto lateral desses indivíduos^{21,22}. Por outro lado, há relato de redução de 50% da resistência muscular do quadríceps²³. Recentemente, Coronell *et al.*²⁴ observaram que pacientes com DPOC (de leve a muito grave), independentemente do nível de atividade física, apresentam redução significativa da resistência muscular do quadríceps, a qual não está associada com a redução da força muscular, tampouco com a gravidade da doença. Os dados de Coronell *et al.*²⁴ sugerem que outros fatores relacionados à doença, além da diminuição crônica do condicionamento, são determinantes para a resistência muscular à fadiga. Nos membros superiores, um estudo mostra resistência normal de flexores do cotovelo em pacientes com DPOC²⁵, enquanto outro estudo apresenta resultados que mostram redução da resistência muscular nos membros superiores²⁰.

Nos músculos respiratórios, pacientes com DPOC mostram força e resistência muscular expiratória reduzidas quando comparados a indivíduos controles²⁶. O prejuízo expiratório é proporcional à gravidade da doença e está associado com menor força em diferentes grupos musculares²⁶.

ALTERAÇÕES DA ESTRUTURA MUSCULAR

Alguns pacientes com DPOC apresentam diminuição de massa magra do corpo e diminuição da área de secção transversal da coxa quando comparados com indivíduos saudáveis²⁷. Segundo Debigaré *et al.*²⁸, pacientes com DPOC que apresentam área de secção transversal da coxa em valores abaixo de 70cm² mostram evidências de predomínio do catabolismo sobre o anabolismo protéico. Adicionalmente, as áreas de secção transversal da coxa e do braço, avaliadas por meio de tomografia

computadorizada, foram apontados como fatores de previsão independentes de mortalidade para pacientes com DPOC^{29,30}.

Resultados de biópsias musculares em pacientes com DPOC, quando comparados aos obtidos em indivíduos normais, mostram atrofia tanto das fibras musculares do tipo I quanto do tipo II⁴. Nos membros superiores não foi observada desproporção entre os dois tipos de fibras musculares, provavelmente em função da grande necessidade da parte superior do corpo nas atividades de vida diária¹⁶, enquanto, nos membros inferiores, foi descrita redução do percentual das fibras musculares do tipo I em relação às do tipo II⁴. A hipoxemia e a diminuição crônica do condicionamento podem, em parte, explicar a maior proporção de fibras tipo II encontradas em portadores de DPOC⁴.

Em consequência da hipoxemia e da diminuição crônica do condicionamento, há substituição de miosina de cadeia leve (MCL), típica de fibra do tipo I, por miosina de cadeia pesada (MCP), típica de fibra do tipo II⁴. Satta *et al.*³¹ mostraram proporção significativamente maior de MCP IIb, no vasto lateral de indivíduos com DPOC, e correlação positiva entre a menor proporção de MCL com os valores de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁).

A relação entre a quantidade de capilares e a de fibras musculares não se mostrou significativamente reduzida em pacientes com DPOC quando comparado aos resultados obtidos em grupo controle pareado por idade. Contudo, o número de contatos entre os capilares e as fibras do tipo I e do tipo IIa apresentou-se diminuído nos pacientes com DPOC³².

Jobin *et al.*³³ avaliaram 15 indivíduos (8 com DPOC e 7 controles) durante teste de esforço máximo em cicloergômetro e, posteriormente, os submetem a biópsia do músculo vasto lateral. Os resultados mostraram quantidade reduzida de capilares sanguíneos associada à diminuição do consumo máximo de oxigênio (VO₂max) nos portadores de DPOC quando comparados ao grupo controle. Além disso, a relação entre a quantidade de capilares musculares por fibra muscular se mostrou reduzida nos pacientes com DPOC. Os autores concluíram que as alterações capilares podem ser incluídas entre as causas da redução da capacidade para realizar exercícios em pacientes com DPOC e que as alterações provavelmente são causadas pela diminuição crônica do condicionamento.

Os fatores citados acima, associados à redução de 25% da quantidade de mioglobina circulante, podem contribuir para a reduzida oferta de oxigênio característica da musculatura periférica de portadores de DPOC⁴.

ALTERAÇÕES DA BIOENERGÉTICA MUSCULAR

Quanto às enzimas oxidativas, há descrição de redução de citrato sintase, succinato desidrogenase e β -hidroxiacil coenzima A desidrogenase em biópsias do vasto lateral de pacientes com DPOC^{21,22,34}. Por outro lado, quando analisadas amostras da quantidade de enzimas glicolíticas como fosfofrutoquinase, lactato desidrogenase e hexoquinase, estas se encontram inalteradas ou aumentadas em relação à quantidade encontrada em indivíduos controles homogêneos^{21,22,34}. A hipoxemia e o prolongado tempo de inatividade física parecem contribuir para essas alterações enzimáticas⁴.

Pacientes com DPOC apresentam quantidade reduzida de fosfocreatina (CP) e baixa capacidade de ressintetizá-la³⁵. O tempo de recuperação da CP é duas vezes mais lento em pacientes com DPOC³⁵. O sistema ATP-CP é fundamental nos primeiros instantes de qualquer atividade física e sua atividade protela a lactacidose³⁶. Assim, o déficit da CP associado à baixa concentração de enzimas oxidativas e à manutenção ou aumento da concentração de enzimas glicolíticas faz com que a acidose metabólica devida ao acúmulo de ácido láctico ocorra precocemente nesses indivíduos³⁴ (Figura 3).

inserir Figura 3

ETIOLOGIA DAS ALTERAÇÕES MUSCULARES NA DPOC

A disfunção muscular esquelética na DPOC é multifatorial³⁴. Embora a inflamação sistêmica, o uso crônico de fármacos, a hipoxemia, a redução de hormônios anabólicos e a depleção nutricional possam contribuir para o desenvolvimento das alterações musculares²⁷, a diminuição crônica do condicionamento apresenta-se como o principal mecanismo envolvido^{2,16,37-39}.

Diminuição crônica do condicionamento

Em função da dispnéia, os pacientes com DPOC passam a ter estilo de vida marcado pela inatividade física⁵. De forma semelhante ao que ocorre em idosos normais sedentários, os pacientes com DPOC apresentam decréscimo de enzimas aeróbias e redistribuição de fibras musculares, que resultam em diminuição de força e da resistência musculares⁵. Esses achados sugerem a influência da diminuição crônica do condicionamento na disfunção muscular esquelética nesses pacientes⁵.

Algumas evidências suportam essa afirmativa: 1) a fraqueza muscular encontra-se preferencialmente nos membros inferiores devido à maior quantidade de atividades de vida diária realizada com os braços²; 2) em indivíduos normais, a densidade mitocondrial pode dobrar seu valor em cinco semanas de treinamento aeróbio; no entanto, uma semana de inatividade pode provocar a perda de 50% da densidade adquirida³⁶; 3) a redução da concentração de enzimas oxidativas no vasto lateral dos pacientes com DPOC²¹ não se confirma quando a biópsia é realizada no deltóide³⁸ ou no tibial anterior, mesmo em pacientes sob administração de prednisolona³⁷, dado o caráter postural desses músculos, o que justifica a maior atividade e preservação da estrutura e função muscular; 4) a redução de força muscular no quadríceps de pacientes com DPOC não se confirma nos músculos abdominais, devido à grande atividade desse grupo muscular na expiração forçada e na tosse³⁹.

Depleção nutricional

Outra condição envolvida na disfunção muscular é a desnutrição. Pacientes com DPOC apresentam prevalência de depleção nutricional entre 26 e 47%^{40,41}. Por outro lado, pacientes com peso do corpo normal podem apresentar desnutrição e atrofia muscular⁴². Portanto, a diminuição da massa muscular não está sempre associada à desnutrição⁵. Kutsuzawa *et al.*³⁵ investigaram a relação entre o índice de massa corporal (IMC) e o metabolismo energético muscular em pacientes com DPOC e em indivíduos saudáveis. Os pacientes foram divididos em dois grupos: o primeiro, de indivíduos desnutridos e o segundo, de eutróficos. Os resultados sugeriram que o metabolismo muscular alterado não é influenciado pelo estado nutricional dos

indivíduos. Por outro lado, Palange *et al.*⁴³ observaram que pacientes com peso do corpo menor que 90% do ideal apresentaram menor capacidade para realizar exercícios e lactacidose precoce quando comparados aos pacientes sem alteração do estado nutricional. Adicionalmente, o índice de massa magra do corpo, um dos principais atributos do estado nutricional, é fator independente de previsão de mortalidade em pacientes com DPOC⁴⁴.

Uso crônico de corticosteróides

Muitos pacientes são tratados com corticosteróides e alguns autores já correlacionaram o uso crônico dessas drogas com diminuição da força do quadríceps e outras alterações musculares na DPOC⁴⁵. O medicamento causa alterações principalmente em músculos proximais⁴⁵. O uso prolongado de corticosteróides (maior que um mês) provoca redução significativa dos níveis de testosterona, a qual resulta em disfunção sexual⁴⁶, estimula a proteólise e inibe tanto a síntese protéica quanto o transporte de aminoácidos para os músculos, resultando em perda de massa e força muscular⁴⁶. Ainda não é conhecido quanto tempo persiste a miopatia após a interrupção da administração de corticosteróides. A hipóxia, hipoxemia e a presença de mediadores inflamatórios provavelmente influenciam o tempo de persistência da disfunção muscular⁵.

Redução de hormônios anabólicos

Os hormônios responsáveis pelo desenvolvimento dos músculos são o hormônio do crescimento (GH) e os esteróides androgênicos. Indivíduos idosos saudáveis apresentam taxa reduzida de fator de crescimento insulino-dependente (IGF-1), principal mediador da ação do GH nos músculos. Nos homens, os níveis de testosterona declinam com a idade⁴⁷. Esse declínio está associado a disfunção sexual⁴⁶, fraqueza e atrofia muscular⁴⁸ e osteopenia⁴⁹. Na DPOC, os níveis de testosterona são ainda mais baixos. Há evidências de baixos níveis de testosterona nas exacerbações da doença, além de baixos níveis de IGF-1 em ambos os gêneros⁵. Van Vliet *et al.*⁵⁰ compararam, pela primeira vez, pacientes com DPOC com indivíduos saudáveis quanto aos níveis de testosterona e observaram níveis de testosterona significativamente reduzidos, associados à redução de força muscular, e prevalência de hipogonadismo significativa-mente maior nos pacientes (50%) quando comparados aos saudáveis (25%).

Redução do metabolismo de aminoácidos

Algumas manifestações extrapulmonares da DPOC influenciam negativamente o metabolismo de aminoácidos e promovem perda muscular. Concentrações séricas mais baixas de glutamato, glutamina e alanina foram encontradas em pacientes com DPOC de predomínio enfisematoso. Esses aminoácidos desempenham papel importante na gliconeogênese, na nutrição dos leucócitos e fibroblastos e nas reações de transaminação²⁷.

Inflamação local e sistêmica e estresse oxidativo

A inflamação, local ou sistêmica, característica da fisiopatologia da DPOC, apresenta influência negativa nos músculos esqueléticos periféricos por meio da intensificação do estresse oxidativo⁵¹. A inflamação sistêmica mostrou associação com eventos cardiovasculares e foi apontado como fator de previsão de mortalidade em pacientes com DPOC⁵². Recentemente, Montes de Oca *et al.*⁵³ observaram a

presença de mediadores inflamatórios em elevadas concentrações no tecido muscular de pacientes com DPOC. Posteriormente, Yend *et al.*⁴⁸ observaram, em população de 2273 pacientes com DPOC, associação entre VEF₁ e força muscular do quadríceps. Os autores também observaram correlação entre os elevados níveis de IL-6 e a força do quadríceps e entre IL-6 e a capacidade para realizar exercícios.

O estresse oxidativo, intimamente relacionado à inflamação, pode explicar em parte as alterações musculares em pacientes com DPOC. Esses pacientes apresentam elevada produção de radicais livres de oxigênio e metabolismo antioxidante reduzido, o que influencia negativamente na estrutura e função muscular e resulta em prejuízo da capacidade para realizar exercícios⁵⁴.

Os resultados de Rabinovich *et al.*⁵⁴, de Montes de Oca *et al.*⁵³ e de Yend *et al.*⁴⁸ argumentam em favor da influência da inflamação, local e sistêmica, e do estresse oxidativo na patogênese das anormalidades musculares encontradas nos pacientes com DPOC.

IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

A disfunção dos músculos esqueléticos periféricos é uma das principais manifestações extrapulmonares da DPOC. Embora essa disfunção tenha causa multifatorial, a diminuição crônica do condicionamento apresenta-se como principal fator na patogênese das anormalidades musculares. Nesse sentido, algumas estratégias de tratamento têm sido propostas. O exercício aeróbio pode resultar em aumento da capacidade máxima (VO₂max) e funcional (TC6) de exercício, da concentração de enzimas oxidativas e do percentual de fibras musculares do tipo I; entretanto, tem pouco ou nenhum efeito na redução de força e massa muscular⁴. O treinamento de força pode aumentar a força e massa muscular e apresenta resultados mais consistentes relacionados à melhora da qualidade de vida^{55,56}. A estimulação elétrica neuromuscular é estratégia emergente para melhorar a capacidade para realizar exercícios, sobretudo nos pacientes com DPOC muito grave, os quais não toleram atividades físicas mesmo extremamente leves¹⁰. As estratégias ergogênicas, principalmente suplementação com esteróides anabolizantes⁸ e com creatina⁹, já mostraram resultados positivos em pacientes com DPOC. A terapia antioxidante pode ser estratégia racional para os pacientes com DPOC, tendo em vista que a N-acetilcisteína já mostrou efeitos positivos na capacidade residual funcional de 523 pacientes com DPOC⁵⁷.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos pacientes com DPOC apresentam disfunção muscular esquelética. São evidentes alterações musculares funcionais, estruturais e bioenergéticas; entretanto, os fatores determinantes dessa disfunção ainda não estão esclarecidos. Fatores como desnutrição, uso crônico de corticosteróides, diminuição de hormônios anabólicos, diminuição crônica do condicionamento, redução do metabolismo de aminoácidos, inflamação local ou sistêmica, e estresse oxidativo, podem estar envolvidos na patogênese das anormalidades musculares nesses pacientes. As estratégias para pesquisas futuras devem ter como objetivo a determinação dos principais fatores desencadeantes da disfunção muscular e a real influência de cada um deles, além de estabelecer estratégias de tratamento efetivas.

REFERÊNCIAS

- 1 Maltais F, Leblanc P, Simard C, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J, et al. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;154:442-7.
- 2 Bernard S, Leblanc P, Whitton F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158:629-34.
- 3 Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJM. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1992;146:935-40.
- 4 American Thoracic Society, European Respiratory Society Statement. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159:1s-28s.
- 5 Casaburi R. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:662s-70s.
- 6 Neder JA. Estratégias emergentes para o condicionamento muscular esquelético na DPOC. In: Fernandes ALG, Mendes ES, Terra Filho M, editors. *Pneumologia: atualização e reciclagem*. 2a.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. p.1-13.
- 7 Maltais F, Simard A, Simard C, Jobin J, Desgagnés P, Leblanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153:288-93.
- 8 Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L, Porszasz J, Somfay A, Lewis MI, et al. Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;170:870-8.
- 9 Fuld JP, Kilduff LP, Neder JA, Pitsiladis Y, Lean ME, Ward SA, et al. Creatine supplementation during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2005;60:531-7.
- 10 Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackey E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax*. 2002;57:333-7.
- 11 Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiopulmonary disorders. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:2021-31.
- 12 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;153:976-80.
- 13 Decramer M, Benedetto FD, Ponte AD, Marinari S. Systemic effects of COPD. *Respir Med*. 2005;99:9s-10s.
- 14 Dourado VZ, Antunes LCO, Tanni SE, Paiva SAR, Padovani CR, Godoy I. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. *Chest*. 2006;129:551-7.
- 15 Dourado VZ. Treino de força para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Botucatu; 2006. Tese (doutorado) Faculdade de Medicina de Botucatu / Unesp.
- 16 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopul Rehabil*. 2000;20:353-60.
- 17 Man WDC, Soliman MGG, Nikolettou D, Harris ML, Rafferty GF, Mustafa N, et al. Non-volitional assessment of skeletal muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2003;58:655-9.
- 18 Heijdra YF, Pinto-Plata V, Frants R, Rassulo J, Kenney L, Celli B. Muscle strength and exercise kinetics in COPD patients with a normal fat-free-mass index are comparable to control subjects. *Chest*. 2003;124:75-82.

- 19 Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171:972-7.
- 20 Zattara-Hartman MC, Badier M, Guillot C, Tomei C, Jammes Y. Maximal force and endurance to fatigue of respiratory and skeletal muscles in chronic hypoxemic patients: the effects of oxygen breathing. *Muscle Nerve.* 1995;18:495-502.
- 21 Maltais F, LeBlanc P, Whittom F, Simard C, Marquis K, Bélanger M, et al. Oxidative enzyme activities of the vastus lateralis muscle and functional status in patients with COPD. *Thorax.* 2000; 55:848-53.
- 22 Allaire J, Maltais F, Doyon JF, Noël M, Leblanc P, Carrier G. Peripheral muscle endurance and the oxidative profile of the quadriceps in patients with COPD. *Thorax.* 2004;59:673-8.
- 23 Serres I, Gautier V, Varray A, Prefaut C. Impaired skeletal muscle endurance related to physical inactivity and altered lung function in COPD patients. *Chest.* 1998;113:900-5.
- 24 Coronell C, Orozco-Levi M, Méndez R, Ramírez-Sarmiento A, Gáldiz JB, Gea J. Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2004;24:129-36.
- 25 Newell SZ, Mckenzie DK, Gandevia SC. Inspiratory and skeletal muscle strength and endurance and diaphragmatic activation in patients with chronic airflow limitation. *Thorax.* 1989;44:903-12.
- 26 Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Barreiro E, Méndez R, Ferrer A, Broquetas J, et al. Expiratory muscle endurance in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2002;57:132-6.
- 27 Jagoe RT, Engelen MPKJ. Muscle wasting and changes in muscle protein metabolism in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2003;22:52-63.
- 28 Debigaré R, Côté CH, Maltais F. Peripheral muscle wasting in chronic obstructive pulmonary disease: clinical relevance and mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 164:1712-7.
- 29 Marquis K, Debigaré R, Lacasse Y, LéBlanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Midthigh muscle cross sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166: 809-13.
- 30 Soler-Cataluña JJ, Sánchez-Sánchez L, Martínez-García MA, Sánchez PR, Salcedo E, Navarro M. Mid-arm muscle area is a better predictor of mortality than body mass index in COPD. *Chest.* 2005;128:2108-15.
- 31 Satta A, Migliore GB, Spanevello A, Neri M, Bottinelli R, Canepari M, et al. Fiber types in skeletal muscles of chronic obstructive pulmonary disease patients related to respiratory function and exercise tolerance. *Eur Respir J.* 1997;10:2853-60.
- 32 Whittom F, Jobin J, Simard M, Leblanc P, Simard C, Bernard S, et al. Histochemical and morphological characteristics of the vastus lateralis muscle in COPD patients. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:1467-74.
- 33 Jobin J, Maltais F, Doyon JF, Leblanc P, Simard PM, Simard A, et al. Chronic obstructive pulmonary disease: capillarity and fiber-type characteristics of skeletal muscle. *J Cardiopul Rehabil.* 1998;18:432-7.
- 34 Jakobsson P, Jordfelt L, Henriksson J. Metabolic enzyme activity in the quadriceps femoris muscle in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;151:374-7.
- 35 Kutsuzawa T, Shioia S, Kurita D, Haida M, Otha Y, Yamabaiashi H. ³¹P-NMR study of skeletal muscle metabolism in patients with chronic respiratory impairment. *Am Rev Respir Dis.* 1992;146: 019-24.
- 36 McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Aprimoramento da capacidade de transferência da energia. In: McArdle WD, Katch FI, Katch VL, editors. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* 5ed. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan; 2003. p.470-2.
- 37 Pouw EM, Koerts-de Lang E, Gosker HR, Freling G, van der Vusse GJ, Wouters EF, et al. Muscle metabolic status in patients with severe COPD with and without long-term prednisolone. *Eur Respir J.* 2000;16:247-52.

- 38 Gea JG, Pasto M, Carmona MA, Orozco-Levi M, Palomeque J, Broquetas J. Metabolic characteristics of the deltoid muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2001; 17:939-45.
- 39 Man WDC, Hopkinson N S, Harraf F, Nikolettou D, Polkey MI, Moxham J. Abdominal muscle and quadriceps strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2005; 60:718-22.
- 40 Paiva SAR, Godoy I, Vanucchi H, Favaro RMD, Geraldo RRC, Campana AO. Assessment of vitamin A status in chronic obstructive pulmonary disease patients and healthy smokers. *Am J Clin Nutr*. 1996; 64:928-34.
- 41 Godoy I, Castro e Silva MH, Togashi RH, Geraldo RRC, Campana AO. Is chronic hypoxemia in patients with chronic obstructive pulmonary disease associated with more marked nutritional deficiency? A study of fat-free-mass evaluated by anthropometry and bioelectrical impedance methods. *J Nutr Health Aging*. 2000; 4:102-8.
- 42 Engelen MAM, Schols AMWJ, Baken WC, Wesseling GJ, Wouters EFM. Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in an outpatient population with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 1994;7:1793-7.
- 43 Palange P, Forte S, Onorati P, Pravati V, Manfredi F, Serra P, et al. Effect of reduced body weight on muscle aerobic capacity in patients with COPD. *Chest*. 1998;114:12-8.
- 44 Schols AMWJ, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, Wouters EF. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr*. 2005;82:53-9.
- 45 Decramer M, Debock V, Dom R. Functional and histologic picture of steroid-induced myopathy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996; 153:1958-64.
- 46 Creutzberg E. Leptin in regulation to systemic inflammation and regulation of the energy balance. *Eur Respir Mon*. 2003; 24:56-67.
- 47 Abbasi AA, Drinka PJ, Mattson DE, Hudman D. Low circulating levels of insulin-like growth factors and testosterone in chronically institutionalized elderly man. *J Am Geriatr Soc*. 1993; 41:975-82.
- 48 Yende S, Waterer GW, Tolley EA. Inflammatory markers are associated with ventilatory limitation and muscle dysfunction in obstructive lung disease and in well functioning elderly subjects. *Thorax*. 2006;61:10-6.
- 49 Berry J, Baum C. Reversal of chronic obstructive pulmonary disease-associated weight loss. *Drugs*. 2004; 64:1041-52.
- 50 VanVliet M, Spruit MA, Verleden G, Kasran A, Van Herck E, Pitta F, et al. Hypogonadism, quadriceps weakness, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;172:1105-11.
- 51 Sin DD, Man SFP. Skeletal muscle weakness, reduced exercise tolerance, and COPD: is systemic inflammation the missing link? *Thorax*. 2006;61:1-3.
- 52 Sin DD, Man SFP. Why are patients with chronic obstructive pulmonary disease at increased risk of cardiovascular diseases? *Circulation*. 2003;107:1514-9.
- 53 Montes de Oca M, Torres SH, De Sanctis J, Mata A, Hernández N, Tálamo C. Skeletal muscle inflammation and nitric oxide in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2005;26:390-7.
- 54 Rabinovich RA, Ardite E, Troosters T, Carbo N, Alonso J, Gonzalez de Suso JM, et al. Reduced muscle redox capacity after endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 164:1114-8.
- 55 O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: a systematic review. *Chest*. 2004; 126:903-14.
- 56 Puhan MA, Schunemann HJ, Scharplatz M, Bachmann LM. How should COPD patients exercise during respiratory rehabilitation? Comparison of exercise modalities to treat skeletal muscle dysfunction. *Thorax*. 2005; 60:367-75.
- 57 Decramer M, Dekhuijzen PN, Troosters T, van Herwaarden C, Rutten-van Molken M, van Schayck CP. The Bronchitis Randomized On NAC Cost-Utility Study (BRONCUS): hypothesis and design. BRONCUS-trial Committee. *Eur Respir J*. 2001;17: 329-36.

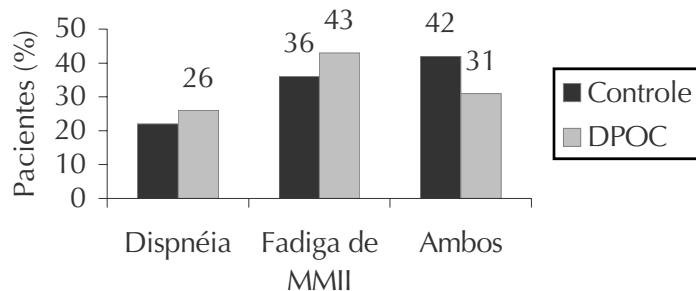


Figura 1 Sintomatologia no exercício máximo em 92 pacientes com DPOC e em 320 indivíduos saudáveis homogêneos. A maioria dos pacientes com DPOC interrompeu o teste incremental máximo, por sintomas de fadiga de membros inferiores (MMII), o que sugere a influência dos músculos esqueléticos periféricos em sua capacidade para realizar exercícios. Dados do estudo de Killian *et al.*³

Figura 2 Ciclo de dispnéia-sedentarismo-dispnéia apresentado por pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

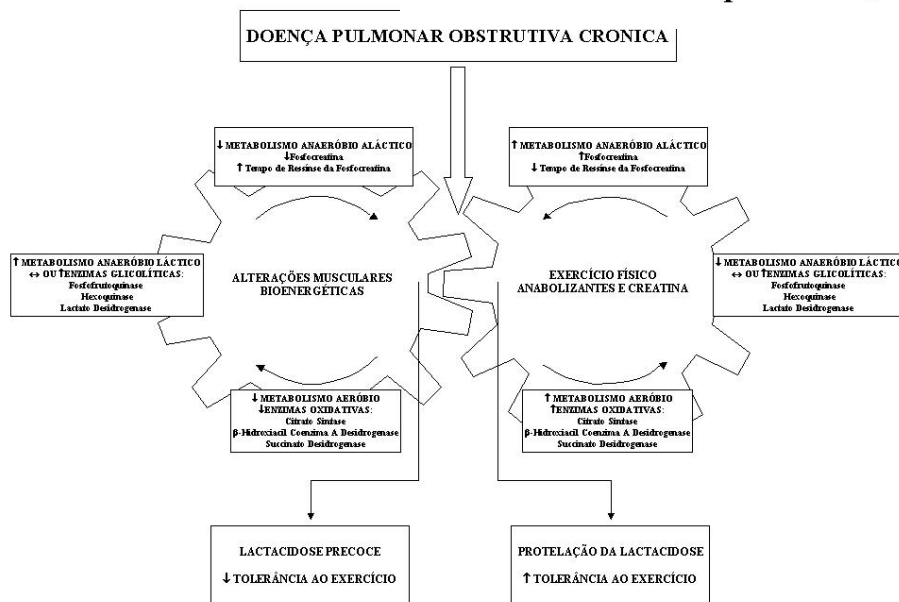
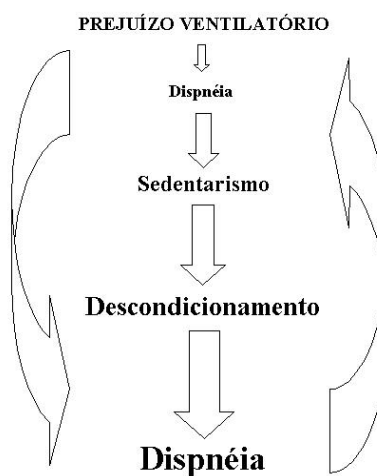


Figura 3 Mecanismo de lactacidose precoce apresentado por pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica e duas possíveis estratégias de tratamento (engrenagem à direita)

Atenção, diagramação: autor pede para retirar a palavra “ anabolizantes” da roda à direita