

INFLUÊNCIA DE TÉCNICAS MANUAIS NA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, CAPACIDADE FUNCIONAL E MOBILIDADE DO GRADIL COSTAL DE IDOSOS

Alberito Rodrigo de Carvalho^{1,2} alberitorodrigo@gmail.com

Daiane Mara Butzge¹ daia_butzge@hotmail.com

Leise Cristina Bianchini¹ leisebi@hotmail.com

Patrícia Frezarine Rocco¹ patyfrezarine@hotmail.com

Ana Caroline André Rodrigo¹ k_aninha@hotmail.com

Gisele Cristina Dal Maso¹ giseledalmaso@yahoo.com.br

Stela Regina Carletto¹ stelacarletto@msn.com

doi:10.3900/fpj.7.5.338.p

Carvalho AR, Butzge DM, Bianchini LC, Rocco PF, Rodrigo ACA, Maso GCD, et al. Influência de técnicas manuais na força muscular respiratória, capacidade funcional e mobilidade do gradil costal de idosos. *Fit Perf J.* 2008 set-out;7(5):338-44.

RESUMO

Introdução: Verificar se técnicas manuais modificam a mobilidade do gradil costal, a força muscular respiratória e a capacidade funcional de idosos. **Materiais e Métodos:** Compuseram a amostra 13 homens idosos, saudáveis, sedentários, divididos em: grupo controle (n=7); e grupo experimental (n=6). Após triagem, fez-se a mensuração inicial (Δ INI) das variáveis: capacidade funcional, pelo teste de caminhada de 6min; pressão máxima inspiratória e expiratória, por manuvacuometria; e circunferências torácicas, por toracometa. Tais medidas aconteceram em mais dois momentos: intermediário e final (Δ FIM). A intervenção compôs-se por técnicas de pompagem, músculo-energia e articulares, realizadas três vezes semanais, totalizando 10 sessões. Comparações intergrupos foram feitas pelo teste "t" não-pareado e intragrupos pelo ANOVA com pós-teste de Tukey, todos com $\alpha=0,05$. **Resultados:** Não se encontrou diferenças significativas para as variáveis pressão máxima e mobilidade torácica. Nas comparações intragrupos do teste de caminhada de 6min, o Tukey indicou diferença entre a Δ INI e a Δ FIM, com $p<0,01$, mostrando que os voluntários melhoraram seu desempenho. Contudo, nas comparações intergrupos, não se observou diferença estatística. **Discussão:** Houve influência apenas sobre a capacidade funcional do GE.

PALAVRAS-CHAVE

Aptidão Física, Idoso, Modalidades de Fisioterapia.

¹ Universidade Paranaense - UNIPAR - Toledo - Brasil

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE - Brasil

INFLUENCE OF MANUAL TECHNIQUES IN THE RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH, FUNCTIONAL CAPACITY AND MOBILITY OF THE COSTAL LOW FENCE OF SENIOR

ABSTRACT

Introduction: To verify if manual techniques modifies the mobility of the costal low fence, the respiratory muscle strength and the functional capacity of senior. **Materials and Methods:** The sample was composed by 13 older, healthy, sedentary men divided in control group (n=7) and experimental group (n=6). After screen, it was made the initial mensuração (Δ INI) of the variables: functional capacity, by the 6min walking test; maximum inspiratory and expiratory pressures, by manuvacuometry; and thoracic circumferences, by toracomety. Such a measured ones happened in more two moments: middleman and final (Δ FIM). The intervention was composed by pompagem, muscle-energy and articulatories techniques, and it accomplished three weekly times, totaling 10 sessions. Were comparisons inter-groups made by the test "t" non pareado and intra-groups by ANOVA with post hoc Tukey, all with $\alpha=0.05$. **Results:** It was not significant differences for the variables maximum pressures and thoracic mobility. In the comparisons intra-groups of 6min walk test, Tukey indicated difference between Δ INI and Δ FIM, ($p<0.01$), showing that the volunteers improved your acting. However, in the comparisons inter-groups, statistical difference was not observed. **Discussion:** There was just influence on the functional capacity of EG.

KEYWORDS

Physical Fitness, Aged, Physical Therapy Modalities.

LA INFLUENCIA DE TÉCNICAS MANUALES EN LA FUERZA DEL MÚSCULO RESPIRATORIA, CAPACIDAD FUNCIONAL Y MOVILIDAD DEL CERCO BAJO COSTAL DE PERSONA MAYOR

RESUMEN

Introducción: Para verificar si las técnicas manuales modifican la movilidad del cerco bajo costal, la fuerza del músculo respiratoria y la capacidad funcional de persona mayor. **Materiales y Métodos:** La muestra estaba compuesta por 13 más viejo, saludable, los hombres sedentarios dividieron en el grupo del mando (n=7) y el grupo experimental (n=6). Después de la pantalla, era hecho la mensuración inicial (Δ INI) de las variables: la capacidad funcional, por la prueba ambulante 6min (TC6); el inspirativo máximo y espiratorio, presiones, por el manuvacuometry; y circunferencias torácicas, por el toracomety. Semejante moderados pasaron en más dos momentos: intermediario y último (Δ FIM). La intervención estaba compuesta por las técnicas del pompagen, del músculo-energía y del articulatorias, y él lograron tres tiempos semanales, mientras ascendiendo a 10 sesiones. Los enterrar-grupos de las comparaciones fueron hechos por la prueba los t non pareados e intra-grupos por ANOVA con el poste hoc Tukey, todos con $\alpha=0,05$. **Resultados:** No era las diferencias significantes para las variables las presiones máximas y la movilidad torácica. En los intra-grupos de las comparaciones de la prueba de caminata de 6 min, Tukey la diferencia indicó entre Δ INI y Δ FIM, con $p<0,01$, mostrando que los voluntarios mejoraron su acción. Sin embargo, en los enterrar-grupos de las comparaciones, la diferencia estadística no se observó. **Discusión:** Había sólo influencia en la capacidad funcional de EG.

PALABRAS CLAVE

Acondicionamiento Físico, Anciano, Modalidades de Terapia Física.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo fisiológico que leva a degeneração progressiva da função e da estrutura dos sistemas, reduzindo a eficiência dos mesmos e a capacidade funcional, sendo que esta última depende de fatores, como resistência física, função respiratória, capacidade cardiovascular e condições neuromusculares^{1,2}.

A capacidade funcional é definida como a condição de realizar tarefas que garantam uma vida independente e o bem estar global. Tem sido sugerido que o teste de caminhada de 6min (TC6) é um instrumento seguro, simples e de baixo custo para mensurar a capacidade funcional. Este teste não é específico para nenhum dos

vários sistemas envolvidos diretamente durante o exercício, limitando-se a fazer uma avaliação global e integrada de todos estes sistemas^{3,4,5}.

No sistema respiratório, a limitação da capacidade fisiológica decorrente do envelhecimento induz à diminuição da complacência da parede torácica, à redução da força e da resistência da musculatura respiratória, à diminuição nas taxas de fluxo expiratório e à mobilidade das articulações costovertebrais, ocasionados por prejuízo do recrutamento neuromuscular e por densificação dos tecidos conjuntivos⁶. A força dos músculos respiratórios, classicamente, tem sido expressa em termos de pressão inspiratória máxima ($P_{i\text{máx}}$) e pressão expiratória máxima

($PE_{m\acute{a}x}$), e tem sido medida através da manovacuumetria⁷.

Quando os músculos inspiratórios estão demasiadamente rígidos, a caixa torácica não consegue descer até sua posição normal e, se os músculos encontram-se fracos, não conseguem expandir a caixa torácica. Deste modo, a avaliação da força muscular respiratória e a mobilidade do tórax tornam-se importantes para avaliar a integridade do sistema respiratório exposto ao processo de envelhecimento⁸.

Técnicas de terapia manual são descritas como capazes de reverter danos no tecido conjuntivo e nos tecidos moles que causam mudanças funcionais e influenciam negativamente várias estruturas^{2,9}. A aplicação das técnicas manuais nas restrições miofasciais produz calor e aumenta o fluxo sanguíneo para a região afetada, melhora a drenagem dos detritos metabólicos, realinha os planos fasciais, reajusta o mecanismo sensorial proprioceptivo dos tecidos moles e reprograma o sistema nervoso central, permitindo os movimentos em amplitude funcional¹⁰.

As técnicas de terapia manual, como massagens, pompagens e técnicas de músculo-energia, incluem uma quantidade contínua de movimentos passivos qualificados para as articulações ou tecidos moles relacionados e podem ser aplicadas em velocidades e amplitudes variadas. Entende-se por manipulação, as técnicas de baixa amplitude e alta velocidade e por mobilização, as técnicas de pequena ou grande amplitude e baixa velocidade. Essas técnicas manuais contribuem particularmente para a melhoria da elasticidade da cápsula articular e dos músculos circunvizinhos^{2,11,12}.

Este estudo teve como objetivo verificar se a utilização de uma intervenção por técnicas manuais de mobilização, direcionadas à cadeia respiratória e aplicadas preventivamente, pode modificar a mobilidade do gradil costal, a força da musculatura respiratória e, conseqüentemente, a capacidade funcional de idosos saudáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do estudo

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (CEPEH) da Universidade Paranaense (UNIPAR), sob o protocolo 11773/2007 e caracterizou-se como estudo quase-experimental¹³.

Sujeitos

No primeiro contato foi explicado aos voluntários sobre os propósitos e métodos do estudo e todos concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Fizeram parte da amostra da pesquisa 13

homens idosos, saudáveis, sedentários e com idade entre 60 anos e 74 anos, do município de Toledo - PR.

Os participantes foram submetidos a uma avaliação clínica de triagem visando verificar a elegibilidade no estudo e registrar os dados antropométricos. A altura e o peso foram mensurados por uma balança (Welmy®, Brasil) previamente calibrada.

Os critérios adotados para a inclusão foram: indivíduos que não se exercitavam o suficiente para induzir sudorese pelo menos uma vez por semana, sendo estes classificados como sedentários¹⁴.

Os critérios de exclusão adotados foram: a) voluntários com história clínica de patologia pulmonar, osteomuscular ou cardiovascular; b) voluntários com história clínica de osteoporose; c) comprometimento cognitivo que dificultasse o entendimento dos procedimentos, tanto de teste, quanto de intervenção; d) voluntários que se declarassem tabagistas ou ex-fumantes por um período menor do que cinco anos; e) mais de quatro faltas consecutivas.

Após a triagem, os participantes foram divididos, por conveniência, em dois grupos: o grupo controle (GC); e o grupo experimental (GE). O GC foi composto por sete voluntários com média de idade de $68,0 \pm 1,5$ anos, média de altura de $1,71 \pm 0,05$ m e média de peso de $75,3 \pm 4,3$ kg. O GE foi composto por seis indivíduos com média de idade de $69,6 \pm 3,3$ anos, média de altura de $1,69 \pm 0,03$ m e média de peso de $72,9 \pm 14,7$ kg. As comparações intergrupos para os dados antropométricos não identificaram diferenças significantes através do teste "t" não-pareado com $\alpha = 0,05$. Os valores de p para idade, altura e peso foram, respectivamente, $p = 0,26$, $p = 0,32$ e $p = 0,68$. Isso mostra que os voluntários dos dois grupos partiram de condições antropométricas semelhantes.

Caracterização das variáveis

As variáveis estudadas nesta pesquisa foram classificadas como: a) a utilização das técnicas manuais direcionadas, em sua maioria, à cadeia respiratória, tida como variável preditora e classificada como categórica não-ordenada e dicotômica; b) a capacidade funcional, as pressões inspiratória e expiratória máximas, a mobilidade do gradil costal, sendo todas identificadas como variáveis de desfecho e classificadas como variáveis contínuas¹⁵.

Procedimentos de avaliação

Após a distribuição dos grupos, realizaram-se as mensurações iniciais (ini) das variáveis do estudo. Cada participante foi avaliado por um dos sete avaliadores previamente treinados, após a padronização dos procedimentos, sempre nos mesmos horários do dia, na Clínica Escola de Fisioterapia da UNIPAR Campus Toledo.

A capacidade funcional foi avaliada pelo teste de caminhada de 6min (TC6), instrumento reconhecido como

indicador da capacidade física global e de mobilidade entre idosos^{5,16}.

Previamente à realização de cada TC6, os voluntários foram orientados a permanecerem sentados por 5min, visando normalização hemodinâmica. Dados hemodinâmicos, como frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA), foram mensurados apenas para garantir que os voluntários apresentavam-se em condições clínicas para realizar os testes.

Os testes foram realizados em um percurso de 30m, delimitados no chão por meio de uma faixa metricamente demarcada, sobre a qual o voluntário realizava um percurso de ida e volta. Antes de iniciar o teste, os participantes foram instruídos quanto à execução do mesmo e alertados para que reduzissem o ritmo da caminhada ou até mesmo a interrompessem, caso apresentassem dores no peito, dores musculares intensas ou desconfortos respiratórios. Porém, caso isso acontecesse, o cronômetro permaneceria acionado. Os voluntários também foram orientados a caminhar o mais rápido possível sobre a faixa, porém, sem correr, até que o examinador indicasse o momento de parar, após transcorrer os 6min. Durante toda a caminhada, em intervalos de 30s, o examinador proferia frases de incentivo, como: "Continue assim", "Vamos lá", "Você está indo bem". Durante a realização do teste, o examinador caminhava, discretamente, atrás e não ao lado de cada participante, para não influenciar no ritmo da caminhada. Ao final dos 6min, registrou-se a distância percorrida por cada um dos voluntários^{5,17,18}.

A partir dos dados antropométricos coletados na avaliação de triagem, foram calculadas as distâncias previstas para a idade, sexo, altura e peso de cada voluntário, consideradas como valores de referência (TC6 REF), por meio da fórmula aplicada para homens³:

$$\text{distância} = (7,57 \times \text{altura}) - (5,02 \times \text{idade}) - (1,76 \times \text{peso}) - 309$$

Com a altura em centímetros, a idade em anos, o peso em quilogramas e o resultado em metros.

Avaliou-se a força da musculatura respiratória através de um manovacuômetro (Ger-Ar®, Brasil) pela mensuração de $PI_{\text{máx}}$ e $PE_{\text{máx}}$. Orientou-se o participante a realizar inspiração máxima, a partir do volume residual, para a mensuração da $PI_{\text{máx}}$. Para a determinação da $PE_{\text{máx}}$, o voluntário realizou expiração máxima a partir da capacidade pulmonar total, sendo registradas as pressões de pico⁷. O paciente foi orientado a não utilizar os músculos bucinadores durante a realização do teste. Nos dois testes realizaram-se três manobras e o maior valor, registrado em cmH_2O , foi considerado. Caso, dentre as três manobras, o maior valor aparecesse na última delas, o teste era repetido até que fosse reproduzido um valor inferior. Como a realização do teste é cansativa, concedeu-se ao voluntário um intervalo de 1min entre as manobras.

Os valores previstos para homens brasileiros foram calculados por meio das equações de predição¹⁹:

$$PI_{\text{máx}} (\text{cmH}_2\text{O}) = -0,8 \times \text{idade} + 155,3$$

$$PE_{\text{máx}} (\text{cmH}_2\text{O}) = -0,81 \times \text{idade} + 165,3$$

Usou-se a toracometria para mensurar a mobilidade do gradil costal. Posicionou-se o voluntário na posição bípede e, utilizando-se uma fita métrica convencional de 1,50m, mediram-se as circunferências torácicas das regiões axilar (CTA), xifoidiana (CTX) e basal (CTB). Cada medida foi obtida após solicitar ao paciente que realizasse expiração máxima seguida de inspiração máxima e outra expiração máxima. A diferença entre as duas medidas forneceu informações sobre o grau de expansibilidade torácica. As medidas foram repetidas duas vezes e considerou-se, para o tratamento estatístico, a média dos dois valores obtidos.

Todas as avaliações das variáveis do estudo, para ambos os grupos, foram repetidas em mais dois momentos: a) um momento intermediário, entre o término da quinta sessão e o início da sexta sessão de intervenção (inter); e b) no dia imediatamente seguinte ao término do período de intervenção (fim). O período de intervenção contemplou dez sessões com duração de 40min cada, com uma frequência de três vezes semanais.

As técnicas manuais que compuseram o protocolo de intervenção foram: a) técnicas de pompagens, visando melhora da circulação lacunar e liberação dos folhetos fasciais; b) técnicas de músculo-energia, promovendo relaxamento muscular pós-isometria pela ativação dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG); c) técnicas articulares globais que objetivaram a normalização dos micromovimentos articulares. Os músculos para os quais as técnicas se direcionaram foram os escalenos, esternocleidomastóideos, peitorais menor e maior, latíssimo do dorso, trapézio fibras superiores, intercostais e diafragma. As técnicas articulares foram direcionadas especificamente para a coluna cervical e torácica.

Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi realizado pelo software GraphPad Prism 3.0, adotando-se $\alpha=0,05$, e todas as variáveis apresentaram distribuição normal pelo teste de Smirnov-Komogorof. Para as comparações intragrupos aplicou-se o ANOVA medidas repetidas com pós teste de Tukey. Para as comparações intergrupos aplicou-se o teste "t" não-pareado.

Os dados referentes às $PI_{\text{máx}}$, $PE_{\text{máx}}$ e ao TC6 foram normalizados, dividindo-se o valor de teste pelo valor predito. A normalização facilitou a visualização de quanto o valor de teste se aproximou daquele predito, de forma que: razão < 1 indicou que o indivíduo não atingiu o valor predito; razão = 1 indicou que o valor de teste foi igual ao

Tabela 1 - Estatística descritiva na forma de média e desvio padrão (dp) referentes à toracometria (cm) nos três momentos de avaliação, tanto para o grupo controle (GC) quanto para o grupo experimental (GE)

	GC		GE	
	média	dp	média	dp
CTA INI	3,35	0,94	2,75	0,82
CTA INTER	3,78	1,55	3,08	1,2
CTA FIM	3,64	1,57	3,08	1,59
CTX INI	3,64	1,99	2,33	0,51
CTX INTER	3,71	1,70	3,25	0,75
CTX FIM	4,28	1,86	3,00	1,09
CTB INI	3,57	1,81	2,91	0,58
CTB INTER	3,50	1,55	3,08	0,66
CTB FIM	3,71	1,68	3,50	0,89

CTA: circunferência torácica axilar; CTX: circunferência torácica xifoidiana; CTB: circunferência torácica basal; INI: inicial; INTER: intermediário; FIM: final

predito; e razão > 1 indicou que o valor de teste superou o valor predito.

RESULTADOS

As comparações intragrupos referentes à toracometria não evidenciaram mudanças estatísticas significativas no período de intervenção, sendo que, pelo ANOVA medidas repetidas, o valor de p para o GC foi $p=0,83$ e para o GE foi $p=0,71$. Todavia, as médias do GE tenderam ao aumento com a aplicação das técnicas, como observado na Tabela 1.

Semelhante à toracometria, o tratamento estatístico referente às $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ não demonstrou alterações significativas decorrentes da intervenção, já que, pelo ANOVA medidas repetidas, os valores de p para a $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ do GC foram, respectivamente, $p=0,12$ e $p=0,85$; e os valores de p para a $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ do GE foram, respectivamente, $p=0,23$ e $p=0,66$. A estatística descritiva referente às pressões máximas pode ser visualizada na Tabela 2.

A análise descritiva na forma de média (m) e desvio padrão (dp) para os dados referentes ao TC6, tanto do GC quanto do GE, pode ser visualizada na Tabela 3.

Tabela 2 - Estatística descritiva na forma de média dos valores normalizados e desvio padrão (dp) referentes às pressões máximas inspiratória ($PI_{máx}$) e expiratória ($PE_{máx}$) em cmH_2O , aplicado nos três momentos de avaliação, tanto para o grupo controle (GC) quanto para o grupo experimental (GE)

	$PI_{máx}$ GC		$PI_{máx}$ GE		$PE_{máx}$ GC		$PE_{máx}$ GE	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
Δ INI	1,18	0,22	0,86	0,26	1,13	0,29	0,97	0,21
Δ INTER	1,05	0,28	0,81	0,18	1,16	0,36	0,98	0,14
Δ FIM	1,14	0,28	0,92	0,21	1,17	0,34	1,03	0,25

Avaliação inicial (Δ INI); avaliação intermediária (Δ INTER); avaliação final (Δ FIM)

Nas comparações intragrupo para o TC6, o ANOVA medidas repetidas aplicado no GC não revelou mudanças estatísticas significativas no período de intervenção, com $p=0,35$. Já no GE, o ANOVA medidas repetidas teve um valor de $p=0,010$ e, com o pós teste de Tukey, identificou-se que a diferença ocorreu entre o TC6INI e o TC6FIM, com $p<0,01$. Isso significa que os indivíduos do GE começaram o período de intervenção caminhando aquém do esperado e evoluíram com a aplicação do protocolo. A estatística inferencial intragrupo pode ser visualizada na Figura 1.

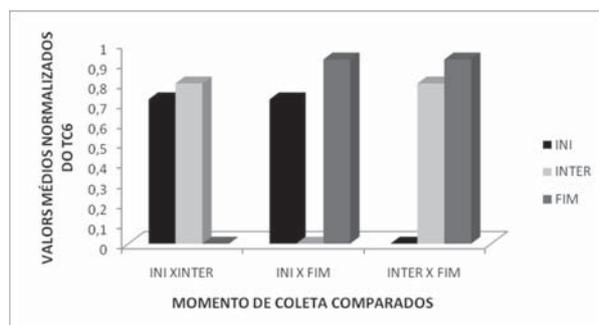
Contudo, na comparação intergrupos, não se observou diferenças significativas pelo teste "t" não-pareado. Os valores de p encontrados foram: TC6INI GC X TC6INI GE ($p=0,08$); TC6INTER GC X TC6INTER GE ($p=0,47$); TC6FIM GC X TC6FIM GE ($p=0,34$).

DISCUSSÃO

O diafragma é o principal músculo gerador de força envolvido no ato respiratório. Porém, frente às necessidades que requeiram aumento da profundidade ventilatória, cresce a participação dos músculos acessórios. É sabido que o envelhecimento induz a redução significativa da força diafragmática, principalmente pela restrição das atividades físicas próprias da terceira idade. Contudo, sugere-se que as mudanças ocorridas nas fibras dos músculos respiratórios, decorrentes tanto da inatividade quanto do treinamento, sejam diferentes daquelas ocorridas nos músculos esqueléticos dos membros. Credita-se essa diferença ao fato que as fibras do diafragma apresentam característica tônica, o que impede o desuso real deste músculo e limita o impacto da inatividade²⁰.

O protocolo utilizado no presente estudo priorizou técnicas de mobilização direcionadas à musculatura acessória e pouca atenção foi dada ao diafragma, inclusive por escassez de técnicas de mobilização direcionadas a ele, devido sua posição anatômica. Talvez a introdução de técnicas manipulativas da coluna vertebral nos segmentos que mantenham relações neuroanatômicas e neurofisiológicas com o diafragma possa ser uma alternativa para que se obtenham melhores resultados. Uma limitação dos estudos que envolvem o treinamento dos músculos

Figura 1 - Comparação entre as médias normalizadas do TC6 nos diferentes momentos de coletas do GE



TC6: teste de caminhada de 6min; INI: inicial; INTER: intermediária; FIM: final; GE: grupo experimental (** $p < 0,01$)

inspiratórios e a falta de fixação da carga, similarmente ao que se é feito para os músculos esqueléticos apendiculares. Em um estudo, os autores fixaram a carga da pressão inspiratória em 80% da máxima e os sujeitos da amostra, que eram jovens e saudáveis, repetiram essa carga três vezes por semana durante dez semanas. Eles observaram que o treinamento dos músculos inspiratórios, com a referida carga, aumentou a capacidade respiratória dos voluntários resultando no aprimoramento do $VO_{2máx}$ verificado pelo melhor desempenho no *ShuttleTest*, e melhoria percebida, pela Escala de Borg, no desempenho esportivo²¹.

Como podemos observar pelos resultados apresentados, o grupo experimental melhorou o seu desempenho no teste de caminhada de 6min, o que, indiretamente, pode sugerir que houve melhora do $VO_{2máx}$. Como as técnicas do protocolo não ofereceram resistência inspiratória e como não se observou melhora significativa das pressões máximas, outras hipóteses foram levantadas para explicar esse resultado.

Um estudo baseado em modelo animal de imobilização do sóleo mostrou que a tensão gerada pelo estiramento é capaz, não só de prevenir a atrofia, mas de induzir a hipertrofia e promover reorganização macromolecular do colágeno no tecido conjuntivo. A justificativa para a hipertrofia é que o alongamento estimula sensores mecânicos que ligam a matriz extracelular ao

citoesqueleto, que funcionam como tradutores do estímulo mecânico do estiramento, regulando a expressão gênica das células musculares que podem ser ativadas pelo estímulo freqüente. O estudo também concluiu que os estímulos diários foram mais eficazes do que aqueles aplicados três vezes por semana²².

Sabe-se hoje que os tecidos biológicos são dotados de uma propriedade chamada bioeletromagnetismo. Assim, o conhecimento das propriedades elétricas celulares e intracelulares, potenciais bioelétricos, correntes teciduais, dentre outras propriedades, parece ser a chave futura para o entendimento de uma série de condutas clínicas. A estrutura celular interna é formada por uma densa rede de microtúbulos, com característica dipolar (moléculas cujas extremidades são carregadas com cargas opostas) que podem ser construídos e desmontados pela célula de modo relativamente rápido, sendo muito ativos na função celular por projetarem estímulos externos para o interior da célula e vice-versa. Por sua característica dipolar apresentam atividade eletropiezo e piezoelétrica. Por isso, a maioria dos tecidos conjuntivos gera potencial elétrico tecidual em resposta à tensão, criando os potenciais relacionados à tensão, e este conceito tem sido utilizado como explicação eletromecânica à lei de Wolff²³.

Deste modo, como as técnicas manuais de mobilização utilizadas neste trabalho impuseram tensão aos tecidos, pode-se suspeitar que a atividade eletropiezo possa ter contribuído de alguma forma para a melhora da capacidade funcional dos voluntários, por modificarem estruturalmente os tecidos.

Outros trabalhos mostram que o relaxamento obtido após um estiramento deve-se mais a alterações biomecânicas nos tecidos conjuntivos musculares do que a mudanças neurofisiológicas (inibição reflexa), por observarem aumento na atividade eletromiográfica dos músculos submetidos ao estiramento. Estímulos tensionais de estiramento podem ser capazes de modificar as propriedades físicas dos tecidos conjuntivos, tais como elasticidade, plasticidade e viscoelasticidade^{24,25}.

Um estudo colocou que os tendões e ligamentos apresentam pouco ou nenhum efeito nas suas características estruturais a curto prazo e efeito mínimo a longo prazo, frente a cargas de estiramento e que, ainda, os estímulos impostos, nos estudos por eles analisados, podem não ter sido suficientes para induzir mudanças, já que não se sabe ao certo a quantidade de tensão necessária para tal condição. Outras considerações feitas por estes autores foram que a resposta dos tecidos conectivos à redução do estresse mecânico é maior do que seu aumento progressivo e que o relaxamento imediato após a tensão se deve principalmente a mudança viscoelástica, sendo esta transitória²⁵.

Tabela 3 - Estatística descritiva na forma de média dos valores normalizados e desvio padrão (dp) referentes ao teste de caminhada de 6min (TC6) aplicado nos três momentos de avaliação: inicial (TC6INI), intermediário (TC6INTER) e final (TC6FIM), tanto para o grupo controle (GC) quanto para o grupo experimental (GE)

	GC		GE	
	média	dp	média	dp
TC6 INI	0,80	0,07	0,72	0,06
TC6 INTER	0,84	0,08	0,80	0,08
TC6 FIM	0,84	0,08	0,92	0,08

Apesar dos ligamentos e tensões serem tecidos conectivos tanto quanto a fásia, eles possuem quantidade e qualidade de moléculas de colágeno diferentes e se prestam a papéis diferentes do ponto de vista biomecânico²⁶. Embora o estudo acima coloque em dúvida a ação do estiramento sobre os ligamentos e tendões, nenhuma das técnicas utilizadas no protocolo de intervenção foi direcionada a estes tecidos e parece haver uma lacuna na literatura com relação a trabalhos que mensurem as modificações decorrentes do estiramento na fásia, que tem papel primordial na transmissão da tensão gerada pelo tecido contrátil. Assim fica aberta a questão se a fásia se comporta similarmente aos outros tecidos conjuntivos fibrosos e se a tensão de estiramento pode ser mais efetiva sobre ela em virtude de suas qualidades biomecânicas.

A observação dos resultados do presente estudo mostra que, embora apenas a capacidade funcional tenha sido modificada de forma significativa, as outras variáveis também apresentaram tendência à melhora. Talvez o tempo de intervenção possa ter sido outro fator limitante, sugerindo-se assim que, em futuros estudos, aumente-se o tempo de intervenção e/ou a frequência da intervenção. Não há, contudo, consenso na literatura, sobre o número e a frequência de sessões ideais para o tratamento com técnicas manuais².

Uma limitação deste estudo foi o fato da distribuição da amostra ter sido por conveniência. O projeto original tinha a intenção de que este fosse um ensaio clínico randomizado. Porém, apesar do contato com idosos freqüentadores de vários clubes de idosos, houve pouco interesse e muitos só concordaram em participar se não tivessem o compromisso de realizar a intervenção. Por isso o delineamento do estudo foi readequado.

O protocolo do estudo foi capaz de modificar positivamente a capacidade funcional dos voluntários do GE sem, contudo, torná-lo diferente do GC. O protocolo também não promoveu mudanças significativas nas $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ bem como na mobilidade do gradil costal.

REFERÊNCIAS

- Zaslavsky C, Gus I. Idoso: doença cardíaca e comorbidade. *Arq Bras Cardiol.* 2002;79(6):635-9.
- Hoeksma HL, Dekker J, Ronday HK, Heering A, Der Lubbe NV, Vel C, et al. Comparison of manual therapy and exercise therapy in osteoarthritis of the hip: a Randomized Clinical Trial. *Arthritis Rheum.* 2004;51(5):722-9.
- Enright PL, Sherril DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158(5):1384-7.
- Malmberg JJ, Miilunpalo SI, Vuori IM, Pasanen ME, Oja P, Haapanen-Niemi NA. A health-related fitness and functional performance test battery for middle-age and older adults: feasibility and health-related content validity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(5):666-77.
- Barata VF, Gastaldi AC, Mayer AF, Sologuren MJ. Avaliação das equações de referência para predição da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos em idosos saudáveis brasileiros. *Rev Bras Fisioter.* 2005;9(2):165-71.
- Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ. The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *J Sci Med Sport.* 2007;10(1):36-44.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
- Souchard PE. O stretching global ativo: a reeducação postural global a serviço do esporte. 2. ed. Bela Vista: Manole; 1996.
- Nobre MEP, Lopes F, Cordeiro L, Marinho PEM, Silva TNS, Amorim C, et al. Inspiratory muscle endurance testing: pulmonary ventilation and electromyographic analysis. *Respir Physiol Neurobiol.* 2006;155(1):666-74.
- Barnes MF. The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. *J body Mov Ther.* 1997;1(4):231-8.
- Reid SA, Rivett DA. Manual therapy treatment of cervicogenic dizziness: a systematic review. *Man Ther.* 2005;10(1):4-13.
- Joshua AC, Maj JDC, Meghann M, Jessica AP, Thomas S. Immediate effects of thoracic manipulation in patients with neck pain: a randomized clinical trial. *Man Ther.* 2005;10(2):127-35.
- Thomas, JR Nelson JK. Métodos de pesquisa em atividade física. 3. ed. Porto Alegre: Artmed; 2002.
- American College Sports Medicine. Manual de pesquisa das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
- Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Hearst N, Newman TB. Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica. 2. ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.
- Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Can Med Assoc J.* 1985;132(8):919-23.
- Gayda M, Temfemo A, Choquet D, Ahmaïdi S. Cardiorespiratory requirements and reproducibility of the six-minute walk test in elderly patients with coronary artery disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(9):1538-43.
- Araújo CO, Makdisse MRP, Peres PAT, Tebexreni AS, Ramos LR, Matsushita AM, et al. Diferentes padronizações do teste de caminhada de seis minutos como método para mensuração da capacidade de exercício de idosos com e sem cardiopatia clinicamente evidente. *Arq Bras Cardiol.* 2006;86(3):198-205.
- Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressure and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):719-27.
- Polla B, D'Antona G, Bottinelli R, MReggiani C. Respiratory muscle fibres: specialization and plasticity. *Thorax.* 2004;59(9):808-17.
- Chatham K, Baldwin J, Griffiths H, Summers L, Enright S. Inspiratory muscle training improves shuttle run performance in healthy subjects. *Physiotherapy.* 1999;8(12):676-83.
- Coutinho EL, DeLuca C, Salvini TF, Vidal BC. Bouts of passive stretching after immobilization of the rat soleus muscle increase collagen macromolecular organization and muscle fiber area. *Connect Tissue Res.* 2006;47(5):278-86.
- Prentice WE. Modalidades terapêuticas em medicina esportiva. 4. ed. Barueri: Manole; 2002.
- Wilkinson A. Stretching the truth. A review of the literature on muscle stretching. *Aust J Physiother.* 1992;38(4):283-7.
- Aquino CF, Viana SO, Fonseca ST. Comportamento biomecânico e resposta dos tecidos biológicos ao estresse e a imobilização. *Fisioter. mov.* 2005;9(2):35-43.
- Whiting WC, Zernicke RF. Biomecânica da lesão musculoesquelética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

Recebido: 30/04/2008 – Aceito: 11/08/2008