

PERCEPÇÃO DE POSICIONAMENTO ARTICULAR E DO NÍVEL DE FORÇA EM SUJEITOS IDOSOS E JOVENS

JOINT POSITION AND STRENGTH LEVEL SENSE IN ELDERLY AND YOUNG SUBJECTS

Priscila Gonçalves Franco*
André Luiz Félix Rodacki**

RESUMO

O envelhecimento causa degeneração em sistemas orgânicos e pode comprometer a função proprioceptiva, que parece influenciar o equilíbrio e o controle postural. O objetivo deste estudo foi determinar diferenças na propriocepção entre idosos e jovens. Quatorze idosos (idade = $66,3 \pm 7,2$ anos) e 15 jovens (idade = $23,9 \pm 2,4$ anos) foram submetidos a um teste de percepção de posicionamento segmentar (PPS) e a um teste de percepção do nível de força (PNF) exercida. Idosos apresentaram maior déficit proprioceptivo em reposicionamentos de membros superiores e inferiores a amplitudes maiores que 90° e em reproduções de baixa intensidade de força (20% e 30% 1RM) de músculos extensores do quadril e flexores do ombro. Os resultados indicam menor capacidade proprioceptiva em idosos na realização de movimentos de grande amplitude para membros superiores e de baixa amplitude para membros inferiores. Déficits na percepção e controle da força, embora em baixos níveis da contração isométrica máxima, foram encontrados em idosos.

Palavras-chave: Controle Postural. Propriocepção. Idosos.

INTRODUÇÃO

O sistema nervoso central recebe constantemente informações sensoriais relacionadas a uma variedade de aspectos do funcionamento fisiológico. A percepção de posição e movimentos corporais é fornecida por vários órgãos sensoriais, como aqueles envolvidos com as sensações de posição e de movimento de uma articulação, localizados na pele e nos tecidos musculoesqueléticos – os proprioceptores. A sensibilidade fornecida por esses órgãos é denominada propriocepção (MARTIMBIANCO et al., 2008).

A propriocepção atua como um dos componentes que fornecem o sentido do próprio corpo, juntamente com a visão e o sistema vestibular (BAITELO JUNIOR, 1999), possibilitando a monitoração contínua da progressão de sequências motoras. Além disso, funciona como base para modificar um próximo comportamento motor e auxilia na coordenação e no equilíbrio dos movimentos

(MARTIMBIANCO et al., 2008; AQUINO et al., 2004).

A percepção de posicionamento segmentar (PPS) e a percepção de nível de força (PNF) têm sido empregadas como medidas proprioceptivas, pois retratam a percepção corporal a partir de diferentes componentes. A avaliação da PPS tem sido uma das formas mais comumente empregadas para a avaliação do senso de posicionamento articular (DOVER; POWERS, 2003; REIDER et al., 2003; HOPPER et al., 2003; BIRMINGHAM et al., 1998; BONFIM et al., 2003; TSANG; HUI-CHAN, 2004), uma vez que avalia a percepção da orientação articular espaço. Essa percepção é derivada de informações proveniente de vários mecanorreceptores, localizados em cápsulas articulares, ligamentos, meniscos, junções musculotendíneas e na pele (KIRAN et al., 2010). A PNF permite determinar a capacidade de percepção do nível de força empregado e retrata o controle do grau de

* Mestre em Educação Física pela Universidade Federal do Paraná.

** Professor Doutor do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná.

força muscular. O controle da força está ligado a mecanismos centrais e periféricos e desempenha papel fundamental na coordenação e precisão de movimentos. (COOPER et al., 1979; MORAES et al., 2000; SVENDSEN; MADELEINE, 2010). Por exemplo, atividades como arremessar um objeto em um alvo ou tomar um copo de água podem não ter bom resultado caso não haja controle do posicionamento articular e da força muscular utilizados.

Os proprioceptores são estruturas localizadas nos músculos, ligamentos e cápsulas articulares e são os receptores primários das alterações de posicionamento corporal. Dessa forma, quando essas estruturas sofrem lesões (ex. trauma) ou são danificadas de alguma forma (ex. cirurgias), “déficits proprioceptivos” (perda ou redução da capacidade sensitiva), podem aparecer e contribuir para o desenvolvimento de doenças articulares degenerativas (MARTIMBIANCO et al., 2008; AQUINO et al., 2004).

A capacidade do sistema neuromuscular depende fortemente de um conjunto de informações sensoriais que permitem perceber rapidamente a interação com o meio ambiente e reagir diante de qualquer distúrbio (ex., tropeços). Em idosos, os processos degenerativos têm sido descritos como importantes fatores de redução da capacidade perceptiva e de aumento na latência das respostas reflexas, que os tornam mais propensos às quedas do que jovens (MELZER et al., 2004). As quedas em idosos têm consequências importantes que envolvem fraturas, risco de morte, declínio da saúde, aumento do medo de cair e restrição de atividades físicas e diárias. Além do prejuízo físico e psicológico, as quedas geram elevados custos com os cuidados de saúde (PERRACINI; RAMOS, 2002).

Os estudos que quantificaram a propriocepção em idosos são escassos e estudos que tenham comparado jovens e idosos não são conhecidos. Acredita-se que os idosos apresentam déficits proprioceptivos, quando comparados aos jovens, devido às alterações induzidas pelo processo de envelhecimento. Assim, o presente estudo objetiva determinar e comparar a capacidade perceptiva entre jovens e

idosos através de testes que analisem a percepção de força e o senso de posicionamento segmentar.

MATERIAIS E MÉTODOS

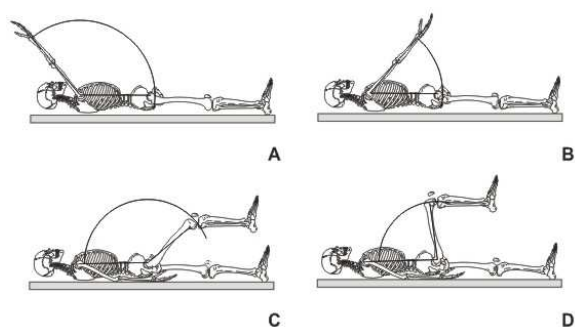
A amostra do presente estudo foi constituída por 14 idosos ($66,3 \pm 7,2$ anos; $74,4 \pm 17,0$ kg; $1,6 \pm 0,1$ m) participantes de projetos de atividade física ofertados à comunidade pela Universidade Federal do Paraná. Também constituíram a amostra do estudo 15 acadêmicos do curso de Educação Física ($23,9 \pm 7,2$ anos; $67,2 \pm 10,7$ kg; $1,7 \pm 0,1$ m) que foram utilizados para caracterizar a população de jovens.

Para participar do estudo, os idosos foram incluídos quando atenderam aos seguintes critérios: ter idade igual ou superior a 60 anos e apresentar atestado médico comprovando aptidão para realizar os testes. Foram excluídos da análise os idosos com comprometimentos visuais ou auditivos severos, disfunção cognitiva, comprometimento severo das articulações do ombro e do quadril. Os acadêmicos obedeceram aos mesmos critérios de inclusão/exclusão aplicados ao grupo de idosos, porém foi estabelecida a faixa etária entre 21 e 28 anos.

Antes do início do experimento, todos os participantes foram informados sobre os objetivos, procedimentos envolvidos e possíveis riscos e benefícios a que estariam expostos durante a pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná mediante o documento de número CEP/HC 1469.137/2007-06. Os participantes compareceram a uma única sessão, onde foram realizados dois testes: percepção de posicionamento segmentar (PPS) e percepção do nível de força (PNF). O teste de PPS foi realizado antes do teste de PNF para minimizar possíveis efeitos de fadiga. Ambos os testes foram realizados de maneira idêntica nos grupos experimentais.

No teste de PPS, os participantes foram posicionados em decúbito dorsal (posição anatômica) sobre uma maca. O avaliador flexionou o ombro direito dos avaliados

(mobilização passiva) de forma que o ângulo articular permanecesse entre 30° e 89° e, em seguida, até uma posição entre 90° e 150° por um período aproximado de 5s. Imediatamente após a determinação de uma angulação, os avaliados tiveram duas tentativas para reproduzi-la sem qualquer orientação por parte do avaliador sobre suas posições segmentares. O mesmo foi realizado com a articulação do quadril. Os sujeitos foram solicitados a manter o olhar fixo em um ponto determinado para evitar a influência do sentido da visão. As posições estabelecidas pelo avaliador como as tentativas de reprodução dos avaliados foram fotografadas para posterior comparação e estão representadas na Figura 1.



Posições de membro superior maior que 90° (A) e menor que 90° (B). Posições de membro inferior maior que 90° (C) e menor que 90° (D).

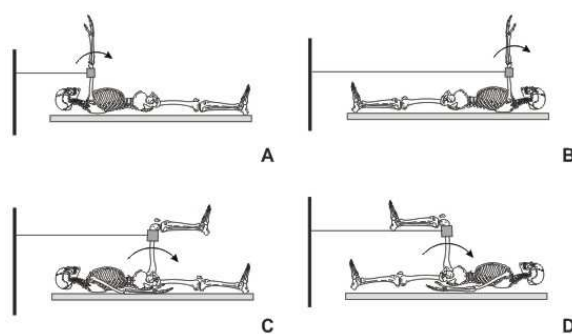
Figura 1 – Representação do teste de percepção de posicionamento segmentar (PPS).

As fotografias foram realizadas no hemisfério direito através de uma câmera fotográfica (Sony Cyber Shot, 4.1Mb), posicionada perpendicularmente a 1,2 m do plano sagital direito dos participantes e com o foco apontando para a linha média corporal do avaliado. Os ângulos articulares adotados para ombro e quadril estão representados na Figura 1. Os pontos corporais foram previamente demarcados sobre a pele ou roupa justa dos participantes por meio de fitas autoadesivas (diâmetro de 9,5 mm) posicionadas sobre (1) o epicôndilo lateral do úmero, (2) acrômio, (3) trocânter maior e (4) côndilo lateral do fêmur.

O erro entre a posição determinada e a posição executada pelos participantes foi utilizado como medida que reflete a capacidade dos sujeitos de reposicionar os segmentos em uma dada posição. O erro entre as diferentes

amplitudes de posições para ambos os grupos também foram determinados para posterior análise. Para a comparação entre os grupos foi utilizada a média das discrepâncias entre duas tentativas em cada posição.

O teste de PNF foi realizado por meio da reprodução de um percentual de força estabelecido através da contração isométrica máxima exercida em uma tentativa, envolvendo os músculos extensores e flexores do quadril e do ombro. Os avaliados foram posicionados em decúbito dorsal (posição anatômica) sobre uma maca e realizaram uma contração máxima a fim de permitir a identificação do pico de força isométrica através de uma célula de carga (Kratos, modelo IK-1C, Brasil) com capacidade de 500 Kgf e resolução de 0.1 kg. Os dados foram convertidos por uma placa conversora A/D (National Instruments, modelo NI USB 6218) conectada a um computador. A análise dos dados foi realizada no software LABVIEW Signal Express 3.0. Durante o teste de PNF os segmentos foram posicionados de forma que o cabo do dinamômetro foi fixado perpendicularmente ao segmento testado e preso através de um sistema ajustável de velcro. As articulações do ombro e do quadril foram testadas e encontram-se representadas esquematicamente na Figura 2.



(A) Extensão de ombro; (B) Flexão de ombro; (C) Extensão de quadril; (D) Flexão de quadril. As quatro contrações isométricas foram testadas a 20%, 30% e 40% da contração isométrica máxima.

Figura 2 – Representação do teste de percepção do nível de força (PNF).

Antes da realização dos testes de força, os sujeitos tiveram a oportunidade de se familiarizar com os procedimentos, quando o feedback verbal e o visual foram providos para que pudessem reproduzir os valores-alvo. Após

a determinação do teste de máximo, os sujeitos foram solicitados a executar uma contração equivalente a 20%, 30% e 40% do valor máximo, realizados em ordem aleatória. A avaliação foi efetuada 20s após o final da tentativa de familiarização. O intervalo foi imposto para evitar possíveis efeitos de fadiga, apesar de as contrações serem de baixa intensidade. A discrepância entre a força dos valores alvo (20%, 30% e 40%) e a contração desempenhada foi utilizada como indicador para quantificar um déficit na capacidade de gerar níveis específicos de força. O erro entre os diferentes níveis de força para ambos os grupos também foram determinados para posterior análise.

Os dados foram analisados com a estatística descritiva padrão e sua normalidade foi confirmada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnoff*. A análise de variância do tipo *two-way* com medidas repetidas foi empregada para determinar o percentual de erro nos testes (PPS e PNF) e nas diferentes condições de testes ($> 90^\circ$, $< 90^\circ$ e valores de força-alvo de 20%, 30% e 40%) entre os grupos analisados (idosos e jovens). Para identificar onde ocorreram diferenças foi aplicado o teste de *Tukey*. Foi fixado o coeficiente de $p \leq 0,05$ para todas as análises, as quais foram executadas no programa *Statística (StatSoft Inc®*, versão 7.0).

RESULTADOS

Os idosos tiveram maior média de erro no teste de PPS ($p \leq 0,05$) em comparação aos jovens nas posições que envolveram uma amplitude superior a 90° . A Tabela 1 mostra os valores médios de erro para jovens e idosos nas variáveis de percepção de posicionamento segmentar e as respectivas diferenças.

Tabela 1 – Médias ($\pm$ desvio padrão) dos erros de posicionamento segmentar.

	Membros Superiores		Membros Inferiores	
	$< 90^\circ$	$> 90^\circ$	$< 90^\circ$	$> 90^\circ$
Idosos	12,23 $\pm$ 6,28	5,75 $\pm$ 4,47	5,55 $\pm$ 4,05	5,59 $\pm$ 3,17
Jovens	9,20 $\pm$ 5,11	2,99 $\pm$ 2,61	8,02 $\pm$ 5,23	3,21 $\pm$ 2,99
Diferença %	24,77%	48%*	-44,50%	42,75%*

(*) $p \leq 0,05$. Diferenças negativas representam maior média de erro do grupo de jovens.

Os idosos apresentaram maior erro no teste de PNF para contrações isométricas dos extensores do quadril realizadas a 20% e 30% da contração máxima e para os flexores do ombro a 20% ($p \leq 0,05$). As médias de erro de ambos os grupos e suas respectivas diferenças encontram-se na Tabela 2.

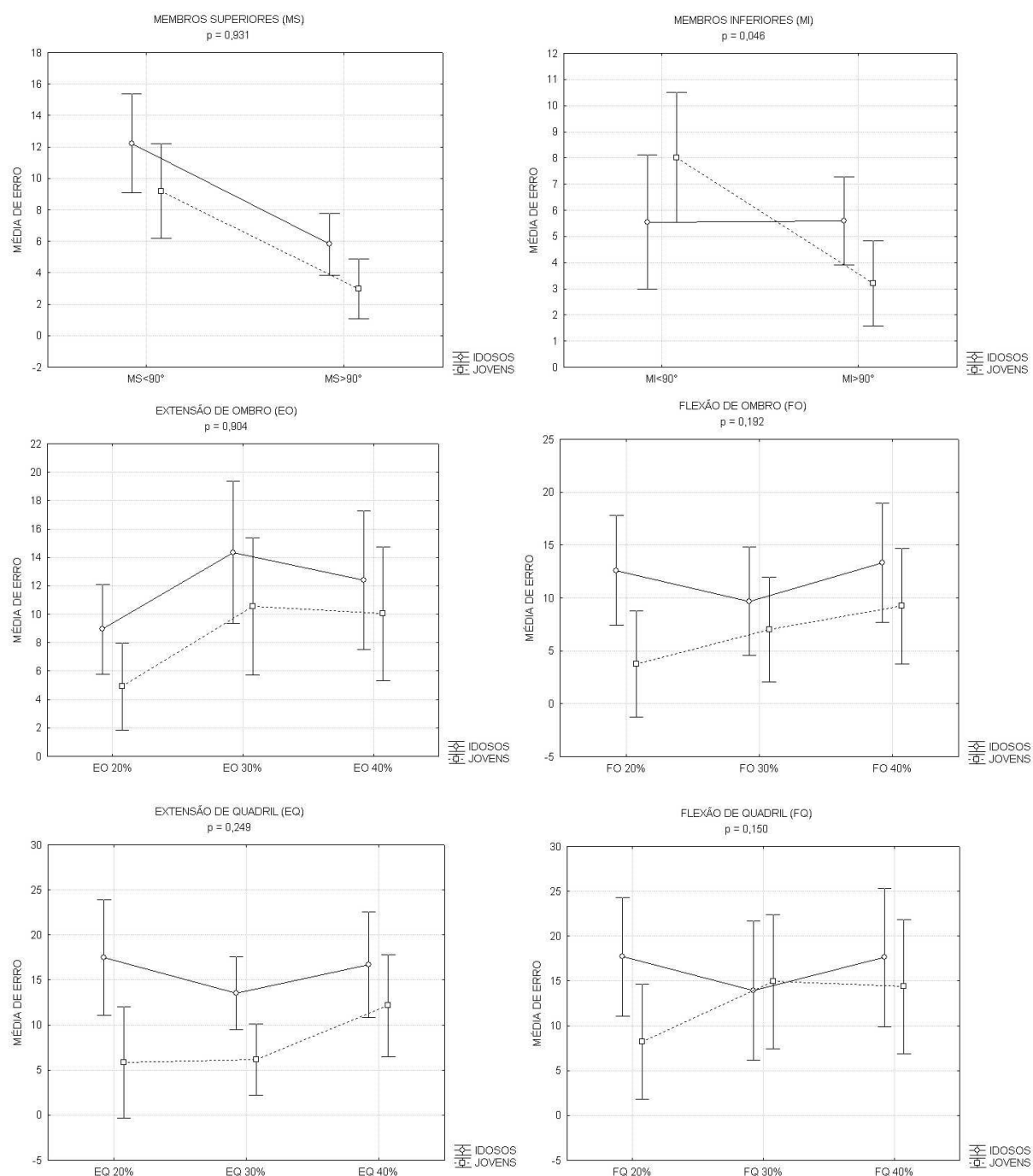
Tabela 2 – Médias ($\pm$ desvio padrão) dos erros de percepção do nível de força

	Extensão de ombro			Extensão de quadril		
	20%	30%	40%	20%	30%	40%
Idosos	8,9 $\pm$ 4,9	14,3 $\pm$ 9,7	12,4 $\pm$ 8,5	17,5 $\pm$ 16,3	13,5 $\pm$ 6,5	16,7 $\pm$ 13,0
Jovens	4,9 $\pm$ 6,5	10,5 $\pm$ 8,5	10,0 $\pm$ 9,2	5,8 $\pm$ 3,9	6,2 $\pm$ 8,1	12,2 $\pm$ 7,9
Diferença %	45,2%	26,6%	18,8%	66,6%*	54,4%*	27,2%
	Flexão de ombro			Flexão de quadril		
	20%	30%	40%	20%	30%	40%
Idosos	12,6 $\pm$ 13,3	9,7 $\pm$ 11,3	13,3 $\pm$ 12,9	17,7 $\pm$ 15,5	13,9 $\pm$ 15,5	17,6 $\pm$ 15,0
Jovens	3,7 $\pm$ 2,9	7,0 $\pm$ 7,1	9,2 $\pm$ 7,0	8,2 $\pm$ 7,4	14,9 $\pm$ 12,6	14,4 $\pm$ 13,3
Diferença %	70,2%*	27,6%	30,7%	53,6%	-7,3%	18,3%

(*) $p \leq 0,05$. Diferenças negativas representam maior média de erro do grupo de jovens.

Interação entre os grupos ocorreu somente para a PPS em membros inferiores. Os jovens apresentam menor média de erro para posições em amplitude maior que 90° , mas tiveram média de erro maior para

posições menores que 90° , quando comparados aos idosos. A Figura 3 ilustra a relação entre as diferentes condições dos testes e a média de erro para ambos os grupos.



Interação entre os grupos. Percepção de posicionamento segmentar em membros superiores (A) e inferiores (B). Percepção do nível de força em extensão de ombro (C), flexão de ombro (D), extensão de quadril (E) e flexão de quadril (F).

Figura 3 – Interações entre as condições experimentais dos testes de percepção de posição e força e os grupos (idosos e jovens).

DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi analisar diferenças na capacidade proprioceptiva de sujeitos idosos quando comparados a jovens. A existência de diferenças proprioceptivas

pode justificar a necessidade de enfoques nessa direção para programas de atividade física dedicados à terceira idade, por isso o estudo buscou quantificar a influência do processo de envelhecimento sobre variáveis proprioceptivas.

O teste de PPS buscou avaliar a capacidade dos sujeitos de perceber seu posicionamento corporal por meio de testes ativos, ou seja, os sujeitos controlaram a posição dos segmentos durante todo o teste. Testes de reposicionamento articular passivos do joelho com jovens e idosos apresentaram média de erro significativamente maior para os idosos (TSANG; HUI-CHAN, 2004); por outro lado, testes de reposicionamento angular passivo são menos complexos, pois envolvem o controle dos segmentos que são passivamente movimentados por algum equipamento e podem não representar a real condição encontrada nas ações realizadas na vida diária. Nas atividades diárias, os segmentos devem ser intencionalmente controlados e organizados a fim de atender às demandas de interação com o meio ambiente.

Ao tentar reproduzir uma posição previamente estabelecida para os membros superiores, os participantes apresentaram média de erro maior em angulações acima de 90° (acentuada flexão do ombro). Provavelmente, o uso infrequente de tais posições nas atividades diárias dificulta a obtenção de informações mais acuradas sobre as posições segmentares, independente das idades (jovens ou idosos). Em geral, a maioria dos movimentos realizados nas tarefas quotidianas pelos membros superiores é realizada em amplitudes menores (HURLEY et al., 1998). Dessa forma, parece que a estimulação constante do sistema proprioceptivo tende a preservar íntegra essa função.

Por outro lado, observa-se que os idosos apresentaram maiores dificuldades em posicionar os membros inferiores em posições acima de 90° (discreta flexão do quadril). Tais achados indicam melhor capacidade dos jovens em determinar a posição dos segmentos inferiores quando comparados a idosos, especialmente em pequenos ângulos de flexão do quadril. A reduzida capacidade dos idosos em identificar posições dos segmentos inferiores em pequenas amplitudes pode ser considerada crítica, devido à menor amplitude articular empregada durante a locomoção em idosos (PRINCE et al., 1997). Idosos apresentam rigidez dos tecidos que circundam a articulação do quadril e sofrem gradativas reduções na amplitude de movimento articular (CRISTOPOLISKI et al., 2008; NICOLATO et

al., 2002); portanto, é provável que posições estabelecidas abaixo de 90° (acentuada flexão do quadril – figura 1D) estejam muito próximas à amplitude máxima da flexão do quadril em idosos. Posições próximas às máximas amplitudes articulares podem distender os tecidos próximo ao seu limite de elasticidade e fornecer referências para o reposicionamento dos segmentos.

A menor capacidade de determinar posições articulares dos segmentos pode ser um fator associado ao risco de quedas em idosos. Estudos têm reportado a presença de déficits proprioceptivos e sensoriais cutâneos em idosos que apresentam histórico de quedas (MELZER et al., 2004), e essa degeneração que ocorre no sistema proprioceptivo e vestibular induz os idosos a utilizar mais outros sentidos para garantir sua interação com o meio ambiente. Dessa forma, a função visual passa a assumir um papel mais relevante na percepção dos movimentos (ALFIERI, 2008; GAUCHARD et al., 1999; VERSHUEREN et al., 2002). Em adição, estudos que envolvem a quantificação do equilíbrio (DUARTE; ZATSIORSKY, 2002; MANN et al., 2008) têm demonstrado que condições experimentais que envolvem privação da informação visual – e consequentemente demandam maior informação proprioceptiva – apresentam desempenhos reduzidos. Assim, a diminuição de informações sensoriais que auxiliam no reposicionamento durante o teste pode otimizar a detecção de déficits proprioceptivos em idosos.

No teste de percepção do nível de força os idosos apresentaram maior média de erros do que os jovens, sendo que algumas condições que demandaram contrações de baixa intensidade diferiram entre os dois grupos (20% e 30% do máximo). Resultados similares ocorreram nos estudos de VAILLANCOURT, LARSSON, NEWELL, 2003, TRACY e ENOKA, 2002, nos quais as maiores diferenças entre os coeficientes de variação dos grupos etários foram encontradas nos menores níveis de forças testados.

Em geral, a alta magnitude de força demandada (elevado percentual do máximo) apresenta maior variabilidade (erro), independentemente da idade (MELLO et al.,

2008). De fato, observa-se uma discreta tendência, porém não significativa, de aumento dos desvios padrão dos jovens nas condições em que o percentual de força (magnitude) foi aumentado (Tabela 2). Tais aumentos foram bastante pronunciados entre as condições de 20% e 30% da força máxima, enquanto entre as condições de 30% e 40% não foi possível observar um claro aumento na variabilidade da força nos jovens, os quais apresentaram um comportamento similar. Por outro lado, a variabilidade nos erros dos idosos apresentou variações similares entre todas as condições (20%, 30% e 40%), quando comparados aos jovens, provavelmente porque idosos possuem maior dificuldade em controlar a produção de dado nível de força, independentemente da intensidade da contração muscular requisitada (GALGANSKI et al., 1993; VAILLANCOURT et al. 2003).

As dificuldades causadas pelos efeitos do envelhecimento em controlar adequadamente os níveis volicionais de força em baixas magnitudes (GALGANSKI; et al., 1993; VAILLANCOURT et al., 2003) independem do segmento testado. No presente estudo, os segmentos inferiores e superiores apresentaram comportamentos bastante similares. A diferença na variabilidade de força com a idade indica um efeito do envelhecimento sobre algumas condições que envolvem percepção de força, as quais não foram muito influenciadas pela magnitude da força exercida. Essa diferença pode estar relacionada ao desuso ou às mudanças naturais no sistema neuromuscular em

diferentes articulações com o envelhecimento (VAILLANCOURT et al., 2003).

Alterações nas características e no comportamento das unidades motoras, assim como alterações na habilidade de coordenar contrações musculares, podem explicar a variabilidade de força em idosos (MORITZ et al., 2005; TRACY; ENOKA, 2002). Os padrões de flutuação de força dependem do número de unidades motoras recrutadas para a execução da tarefa e da interação das múltiplas características de ativação da unidade motora (TAYLOR, et al., 2003; MELLO; MIQUELETI; KOHN, 2008; MORAES, et al., 2000). Como o teste de percepção de força envolveu predominantemente contrações de grandes grupos musculares proximais, os quais apresentam maior número de unidades motoras, os pequenos ajustes necessários para o controle da força, tanto para jovens como para idosos, podem ter sido dificultados. Destarte, testes de percepção do controle de nível de força devem minimizar ao máximo as condições de variabilidade de força, utilizando menores percentuais da força máxima e contrações envolvendo pequenos grupos musculares.

Os testes realizados no presente estudo indicam déficits proprioceptivos em idosos, déficits que são conhecidos como fatores predisponentes para o risco de quedas nessa população (GOBLE et al., 2009). Os testes empregados para quantificar os déficits proprioceptivos em idosos podem ser aplicados em estudos futuros para investigar os efeitos de programas de atividades físicas sobre a percepção de posição e força em idosos.

JOINT POSITION AND STRENGTH LEVEL SENSE IN ELDERLY AND YOUNG SUBJECTS

ABSTRACT

Aging causes degeneration of organic systems and can compromise proprioceptive function which seems to influence balance and postural control. The aim of the present study was to determine proprioception differences between young and elderly subjects. Fourteen elderly (age = 66.3 ± 7.2 years-old) and 15 young (age = 23.0 ± 2.4 years-old) were submitted to a joint position sense test (PPS) and a perceived force exertion test (PNF). The elderly presented the largest proprioceptive deficit in the PPS test for the upper and lower segments in amplitudes greater than 90° and when required to perform low intensity force exertions (20% to 30% 1RM) of hip extensors and shoulder flexor muscles. The results showed reduced proprioceptive ability in the elderly during the performance of movements of large amplitude for the upper limbs and small amplitude for the lower limbs. Proprioceptive and force control deficits in low intensity muscle contractions were found in the elderly.

Keywords: Postural control. Proprioception. Aged.

REFERÊNCIAS

- ALFIERI, F. M. Distribuição da pressão plantar em idosos após intervenção proprioceptiva. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 137-142, 2008.
- AQUINO, C. F. et al. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 35-42, 2004.
- BAITELO JUNIOR, N. B. Imagem e violência: a perda do presente. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 81-84, 1999.
- BIRMINGHAM, T. B. et al. Effect of a neoprene sleeve on knee joint position sense during sitting open kinetic chain and supine closed kinetic chain tests. **The American Journal of Sports Medicine**, [S.n.], v. 26, no. 4, p. 562-566, 1998.
- BONFIM, T. R. et al. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knee. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**, Georgia, v. 84, p. 1217-1223, 2003.
- COOPER, D. F. et al. Perception of effort in isometric and dynamic muscular contraction. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 41, p. 173-180, 1979.
- CRISTOPOLISKI, F. et al. Efeito transiente de exercícios de flexibilidade na articulação do quadril sobre a marcha de idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 139-144, 2008.
- DOVER, G.; POWERS, M. E. Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal an external rotation of the shoulder. **Journal of Athletic Training**, Dallas, v. 38, no. 4, p. 304-310, 2003.
- DUARTE, M.; ZATSORSKY, V. M. Effects of body lean and visual information on the equilibrium maintenance during stance. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 146, p. 60-69, 2002.
- GALGANSKI, M. E. et al. Reduced control of motor output in a human hand muscle of elderly subjects during submaximal contractions. **Journal of Neurophysiology**, Bethesda, v. 69, p. 2108-2115, 1993.
- GAUCHARD, G. C. et al. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. **Neuroscience Letters**, Limerick, v. 273, p. 81-84, 1999.
- GOBLE, J. G. et al. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive process. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, Oxford, v. 33, no. 3, p. 271-278, 2009.
- HOPPER, D. M. et al. Functional measurement of knee joint position sense after anterior cruciate ligament reconstruction. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [S.l.], v. 84, no. 6, p. 868-872, 2003.
- HURLEY, M. V. et al. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. **Age and Aging**, Oxford, v. 27, p. 55-62, 1998.
- KIRAN, D. et al. Correlation of three different knee joint position sense measures. **Physical Therapy in Sports**, Oxford, v. 11, p. 81-85, 2010.
- MANN, L. et al. Investigação do equilíbrio corporal em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 11, no. 2, p. 155-165, 2008.
- MARTIMBIANCO, A. L. C. et al. Efeitos da propriocepção no processo de reabilitação das fraturas de quadril. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 16, no. 2, p. 112-116, 2008.
- MELLO, E. M. et al. Análise da variabilidade da força exercida isometricamente pelo tríceps sural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 21., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: CEFET-BA, 2008. p. 78-83.
- MELZER, I. et al. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. **Age and Ageing**, Oxford, v. 33, no. 6, p. 602-606, 2004.
- MORAES, R. de. et al. Efeito da experiência atlética e de diferentes grupos musculares na percepção de força. **Motriz**, Rio Claro, v. 6, no. 1, p. 17-26, 2000.
- MORITZ, C. T. et al. Discharge rate variability influences de variation in force fluctuations across de working range of a hand muscle. **Journal of Neurophysiology**, Bethesda, v. 93, p. 2449-2459, 2005.
- NICOLATO, E. et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging of the sarcopenic muscle. **BMC Medical Imaging**, London, v. 2, no. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2342/2/2>>. Acesso em: 22 jun. 2009.
- PERRACINI, M. R.; RAMOS, L. R. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 709-716, 2002.
- PRINCE, F. et al. Gait in elderly. **Gait & Posture**, Oxford, v. 5, p. 128-135, 1997.
- REIDER, B. et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, Philadelphia, v. 19, no. 1, p. 2-12, 2003.
- SVENDSEN, J. H.; MADELEINE, P. Amount and structure of force variability during short, ramp and sustained contractions in males and females. **Human Movement Science**, Amsterdam, v. 29, p. 35-47, 2010.
- TAYLOR, A. M. et al. Multiple features of motor-unit activity influence force fluctuations during isometric contractions. **Journal of Neurophysiology**, Bethesda, n. 90, p. 1350-1361, 2003.
- TRACY, B. L.; ENOKA, R. M. Older adults are less steady during submaximal isometric contractions with the knee extensor muscles. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 92, p. 1004-1012, 2002.
- TSANG, W. W. N.; HUI-CHAN, C. W. Y. Effects of exercise on joint sense and balance in elderly men: tai chi versus golf. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, no. 4, p. 658-667, 2004.

VAILLANCOURT, D. E. et al. Effects of aging on force variability, single motor unit discharge patterns, and the structure of 10, 20, and 40 Hz EMG activity.

Neurobiology of Aging, New York, v. 24, no. 1, p. 25-35, 2003.

VERSHUEREN, S.M.P. et al. The effect of aging on dynamic position sense at the ankle. **Behavioural Brain Research**, Amsterdam, v. 136, p. 593-603, 2002.

Recebido em 16/05/2010

Revisado em 20/09/2010

Aceito em 11/01/2011

Endereço para correspondência: Priscila Gonçalves Franco. Departamento de Educação Física, Centro de Estudos do Comportamento Motor. Rua Coração de Maria, 92, Jardim Botânico, CEP 80215-370, Curitiba-Pr. E-mail: prisci_franco@yahoo.com.br