

Correlação entre flexibilidade das articulações glenoumerais e coxofemorais e o desempenho funcional de idosas fisicamente ativas

Association between flexibility of the glenohumeral and coxofemoral joints and functional performance in active elderly women

Geraldes AAR^{1,2}, Albuquerque RB¹, Soares RM², Carvalho J³, Farinatti PTV^{4,5}

Resumo

Objetivo: Investigar a relação entre a flexibilidade da flexão e extensão das articulações glenoumerais (GU) e coxofemorais (CF) e o desempenho funcional (DF) de idosas funcionalmente independentes e fisicamente ativas. **Métodos:** Determinou-se em 22 voluntárias (idade=70±6 anos) seis conjuntos de amplitudes de movimentos por goniometria ativo-assistida (ADM) na flexão e extensão das GU e CF. O DF foi determinado pelos testes: velocidade de caminhada habitual (VCH) e máxima (VCM); levantar e sentar em cadeira (LSC); Timed up and Go Test (TUGT); vestir blusa (VBL); subir degraus (SE); levantar do decúbito dorsal (LDD); pegar moeda no solo (PMS); teste de caminhada de seis minutos (TC6M). As associações entre as variáveis ADM e o DF foram testadas por técnicas de correlação simples e múltipla. **Resultados:** Houve correlações significantes ($p < 0,05$) entre as ADM de CF e os testes LSC ($r = 0,42$ e $r = 0,45$), SE ($r = 0,52$ e $r = 0,53$) e TC6M ($r = 0,58$ e $r = 0,59$) (lados direito e esquerdo, respectivamente). A correlação múltipla ratificou esses resultados ($r^2 = 0,51$; $p < 0,05$), indicando que 51% da variância nos testes deveu-se à ADM de CF. Não houve associações significantes entre as ADMs de GU e os testes de DF. **Conclusões:** Verificou-se associação significativa entre a flexibilidade ativo-assistida de CF e alguns testes específicos de DF. Nenhuma relação foi identificada para ADM de GU. Estudos adicionais são necessários para elucidar as relações entre flexibilidade passiva de diferentes grupos articulares e a funcionalidade de idosos.

Palavras-chave: envelhecimento; atividade física; flexibilidade; goniometria; aptidão física.

Abstract

Objective: To investigate the relationship between flexibility of flexion and extension of the glenohumeral and coxofemoral joints and functional performance among physically active and functionally independent elderly women. **Methods:** Six sets of range of motion (ROM) measurements relating to flexion and extension of the glenohumeral and coxofemoral joints were determined in 22 volunteers (age 70±6 years), using assisted-active goniometry. Functional performance was measured using the following tests: normal walking speed (NWS); maximum walking speed (MWS); sit-to-stand test (SST); timed up and go test (TUGT); putting on a blouse (PBL); going up stairs (GUS); rising from dorsal decubitus (RDD); picking up a coin from the floor (PCF); and 6-minute walk test (6WT). The relationships between the ROM variables and functional performance were tested using simple and multiple regression techniques. **Results:** There were significant correlations ($p < 0.05$) between coxofemoral ROM and the SST ($r = 0.42$ and $r = 0.45$), GUS ($r = 0.52$ and $r = 0.53$) and 6WT ($r = 0.58$ and $r = 0.59$) (right and left sides, respectively). The multiple regression ratified the results ($r^2 = 0.51$; $p < 0.05$), thus indicating that coxofemoral ROM accounted for 51% of the variance in the tests. There were no significant correlations between the glenohumeral ROMs and the functional performance tests. **Conclusions:** There was a significant association between assisted-active flexibility of the coxofemoral joint and some specific functional performance tests. No relationship involving glenohumeral ROM was identified. Additional studies are needed in order to elucidate the relationships between passive flexibility of different joint groups and functional performance in elderly people.

Key words: aging; physical activity; flexibility; goniometry; physical fitness.

Recebido: 29/03/07 – **Revisado:** 16/11/07 – **Aceito:** 20/05/08

¹Laboratório de Aptidão Física, Desempenho e Saúde (Lafides), Núcleo de Educação Física e Desportos (Nefd), Centro de Educação (Cedu), Universidade Federal de Alagoas (Ufal) – Maceió (AL), Brasil

²Curso de Educação Física da Faculdade de Alagoas (FAL) – Maceió (AL), Brasil

³Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer (Ciafel), Faculdade de Desporto (Fade), Universidade do Porto (UP) – Porto, Portugal

⁴Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (Labsau), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil

⁵Programa de Pós-Graduação em Ciências das Atividades Físicas, Universidade Salgado de Oliveira (Univero) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil

Correspondência para: Amandio Geraldes ou Paulo Farinatti, Laboratório de Aptidão Física, Desempenho e Saúde (Lafides), Núcleo de Educação Física e Desportos (Nefd), Centro de Educação (Cedu), Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Campus A.C. Simões, BR 104 Norte, Km 97, Tabuleiro dos Martins, CEP 57072-970, Maceió (AL), Brasil, e-mail: amandiogeraldes@ofm.com.br / paulofarinatti@ig.com.br

Introdução

A flexibilidade tem sido definida como o componente da aptidão física, caracterizado pela capacidade de movimentar uma articulação ou grupo de articulações. Tal componente relaciona-se à capacidade de alcançar a máxima amplitude de movimento (ADM) articular possível, sem o comprometimento da integridade músculo-tendíneo e articular¹. Devido à relação observada entre a flexibilidade passiva fisiológica máxima e a amplitude articular, vários estudos¹⁻³ vêm utilizando a amplitude de movimento como indicadora de flexibilidade e mobilidade^{4,5}. Nesse contexto, a goniometria articular tem sido considerada o padrão ou critério ouro para a medida da flexibilidade passiva⁵.

A flexibilidade depende da resistência oferecida ao movimento articular pelos diferentes tecidos ou estruturas corporais, como a cápsula articular, músculos, tendões e pele^{5,6}. Com o avanço da idade, essas estruturas sofrem alterações que diminuem sua elasticidade⁷⁻⁹. Dessa forma, o envelhecimento é considerado um dos principais responsáveis pela diminuição da mobilidade e, conseqüentemente, diminuição da qualidade de vida. Entretanto, as alterações observadas nas estruturas corporais relacionam-se também aos níveis de atividade física^{4,10}. Os músculos esqueléticos parecem ser os tecidos corporais mais responsivos, fato este que pode explicar a grande perda da aptidão muscular, observada durante o envelhecimento, atribuída ao desuso^{7,11-13}. Sendo assim, a inatividade física, voluntária ou aquela causada pela presença de doenças⁵, tem sido considerada determinante da alteração da flexibilidade em populações idosas, que pode alterar sua funcionalidade, mobilidade e qualidade de vida.

Tem-se defendido que os sujeitos fisicamente ativos apresentam maior ADM quando comparados com sedentários^{4,10}. Neste sentido, Cunningham et al.¹⁴ compararam os níveis de força, flexibilidade (representada pela ADM das articulações dos ombros, quadris, cotovelos e punhos) e a aptidão cardiorrespiratória de idosos independentes, com as de idosos vivendo em instituições de cuidados permanentes (asilos), e verificaram correlações significantes entre a flexibilidade passiva e níveis de atividade física. Os autores observaram ainda, que os idosos fisicamente ativos (independentemente do tipo de atividade que realizavam no cotidiano), além de viverem de forma autônoma, apresentavam maiores níveis de flexibilidade geral, maior velocidade de caminhada, melhor aptidão cardiorrespiratória, e relatavam melhor qualidade de vida, quando comparados aos idosos institucionalizados¹⁴.

Nesse contexto, é interessante notar que apesar dos exercícios de flexibilidade serem incluídos em programas de treinamento físico com o objetivo de minimizar o risco de lesões e melhorar a aptidão física e funcional^{4,10,15}, as relações e, principalmente, a capacidade preditiva da flexibilidade para

o desempenho funcional, tem sido pouco estudada. A grande maioria dos estudos direcionados à observação da relação entre a flexibilidade e o desempenho funcional volta-se para as relações entre a flexibilidade e alterações nos padrões de marcha¹⁶, equilíbrio¹⁷ ou risco de quedas^{16,17}.

Alguns estudos propuseram que, em idosos funcionalmente independentes, as relações entre a flexibilidade e desempenho nas tarefas cotidianas não seriam evidentes^{18,19}. No entanto, esses estudos enfatizaram os membros inferiores. Uma das razões para isso poderia advir do fato de o declínio da flexibilidade das articulações dos membros superiores ser menor do que o observado em outras articulações²⁰. Além disso, as queixas de idosos, relacionando as limitações da flexibilidade dos membros superiores, são relativamente menos freqüentes em comparação com as que remetem aos membros inferiores²¹. Por outro lado, é inegável que a mobilidade de membros superiores é necessária para muitas atividades cotidianas, como deslocar objetos de prateleiras, vestir-se ou banhar-se. Dessa forma, seria importante observar de que forma se dão as relações entre flexibilidade e funcionalidade em atividades de diversas naturezas. Nota-se, ainda, que são poucas as pesquisas que verificaram as correlações entre a flexibilidade e o desempenho funcional em idosos não absolutamente frágeis, fisicamente ativos. De fato, a maioria dos estudos, sugerindo que a flexibilidade se correlacionaria de maneira importante com o desempenho funcional, observou idosos com idade muito avançada, institucionalizados ou com baixo nível de aptidão física^{14,17,21,22}.

Portanto, existem lacunas no que diz respeito à possibilidade da flexibilidade ser utilizada como variável preditiva para o desempenho funcional em amostras formadas por sujeitos idosos fisicamente ativos. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo investigar as relações entre seis conjuntos de ADM, formados pela associação de movimentos de flexão e extensão das articulações glenoumeral e coxofemoral, e o desempenho funcional de idosos fisicamente ativos, avaliado por meio da realização de tarefas motoras relacionadas com as atividades cotidianas.

Materiais e métodos

Sujeitos

Para participar do estudo, o sujeito deveria ter idade igual ou maior que 60 anos e ser independente para o desempenho nas atividades físicas básicas do dia a dia (AFBDD) e atividades físicas instrumentais do dia a dia (AFIDD). Vinte e duas mulheres ofereceram-se como voluntárias e atenderam aos critérios de inclusão do estudo (idade: 70±6 anos, estatura: 1,53±0,07m, massa corporal: 62,5±8,6kg e IMC: 26,9±3,3kg/m²).

Os critérios de inclusão foram estabelecidos por meio de dois questionários. O primeiro destinava-se à coleta de dados gerais (idade, data de nascimento, estado civil, dentre outros), informações sobre medicações e relatos de doenças existentes, bem como, sobre a prática regular de atividade física (tipo, frequência e intensidade), durante o mês anterior à pesquisa. Para a classificação dos níveis de atividade física dos sujeitos, utilizou-se a estratégia proposta pelo Behavioral Risk Factor Surveillance System Survey²³. O nível de atividade física foi estabelecido pelas respostas dos sujeitos sobre suas práticas em atividades físicas de lazer, como por exemplo: corridas, caminhadas, jogos de salão, dança de salão, danças folclóricas, jardinagem, dentre outros.

Após submissão a consultas com seus médicos particulares e terem apresentado documento atestando a capacidade de participar dos testes propostos, todos os sujeitos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com as recomendações da Convenção de Helsinque e da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil para Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Federal de Alagoas (processo número 006119/2005-50).

A avaliação do desempenho funcional foi realizada por meio do auto-relato da capacidade de desempenho para realizar as AFBDD e AFIDD. Para tal fim, utilizaram-se duas escalas: a de Katz²⁴ para avaliar o desempenho nas AFBDD e a de Lawton²⁵, para as AFIDD. Sendo assim, foram considerados totalmente independentes, os sujeitos capazes de realizar todas as AFBDD e AIDD, sem necessidade de assistência humana ou uso de

suporte ou acessórios. Portanto, foram inclusos na amostra os idosos classificados como funcionalmente independentes (aqueles que, além de serem capazes de realizar os serviços domésticos, praticavam pelo menos uma atividade física de lazer, em sessões com duração mínima de 30 minutos e frequência igual ou superior a três sessões semanais). Foram excluídos da amostra os sujeitos engajados em programas formais de exercícios físicos (exemplo: aulas de ginástica, alongamento, musculação, dentre outros) e os portadores de problemas físicos ou mentais (amputações, demência, problemas de visão e audição, dentre outros), que pudessem impedir a participação nos testes propostos.

Mensuração da flexibilidade

As ADMs foram mensuradas utilizando-se um goniômetro universal padrão (International Standard SFTR Goniometer, Orthopedic Equipment Co., Bourbon, Indiana, USA), em dois diferentes dias, por dois pesquisadores treinados. As medidas foram realizadas de maneira ativo-assistida. Enquanto o sujeito era solicitado a realizar o movimento, um dos avaliadores mantinha a direção do movimento e cuidava do alinhamento postural adequado. O segundo avaliador posicionava e fixava manualmente o goniômetro. Para a realização das medidas, respeitaram-se as técnicas descritas pela American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS)²⁶.

As medidas de ADM das articulações glenoumerais (GU) foram realizadas com os sujeitos sentados. Nessa posição, o eixo do goniômetro era posicionado sobre o acrômio, de forma que o braço fixo estivesse posicionado ao longo da linha axilar média do tronco (apontado para o trocanter maior do fêmur), enquanto o braço móvel, estava apoiado por sobre a superfície lateral do corpo do úmero (voltado para o epicôndilo lateral). As ADMs das articulações coxofemorais (CF), foram medidas com os sujeitos em decúbitos dorsal (medida da flexão) e ventral (medida da extensão). Para ambas as medidas, o goniômetro foi posicionado da mesma forma: na superfície lateral da articulação coxofemoral, de forma que o eixo estivesse posicionado ao nível do trocanter maior, o braço fixo do goniômetro deveria estar posicionado na linha axilar média do tronco e o braço móvel, sobre a superfície lateral da coxa, apontando para o côndilo lateral do fêmur. O posicionamento do goniômetro pode ser observado na Figura 1.

Destaca-se que, embora todos os movimentos permitidos pelas articulações estudadas sejam importantes para o desempenho funcional, por motivos operacionais optou-se por medir somente os arcos de movimentos possíveis e compostos pelos movimentos de flexão e extensão. Sendo assim, utilizaram-se como medidas de flexibilidade os seguintes conjuntos de ADMs: 1) somatório das ADMs das articulações GU - flexão de ombros

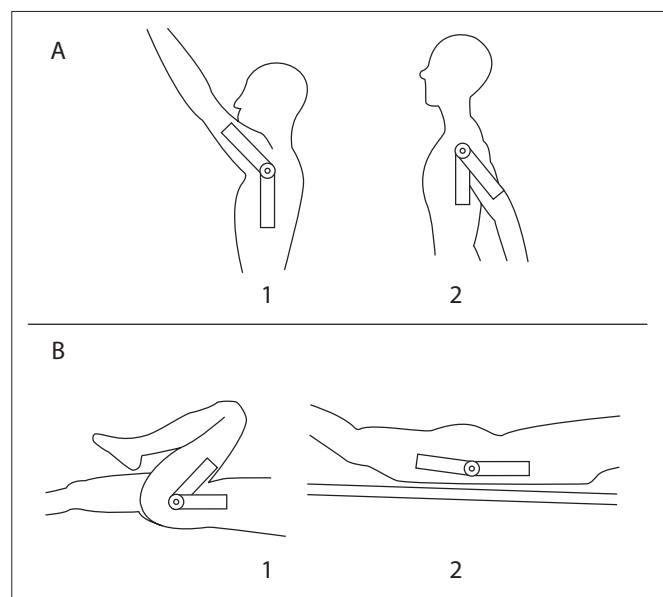


Figura 1. A – posicionamento do goniômetro para as medidas da ADM de flexão (1) e extensão (2) da articulação glenoumeral (GU); B – posicionamento do goniômetro para a medida da ADM de flexão (1) e extensão (2) da articulação coxofemoral (CF).

direito e esquerdo (FOD+FOE) e extensão de ombros direito e esquerdo (EOD+EOE); 2) somatório das ADMs das articulações CF - flexão de quadris direito e esquerdo (FQD+FQE) e extensão de quadris direito e esquerdo (EQD+EQE); 3) somatório das ADMs de flexão e extensão de ambas as articulações GU - flexão e extensão de ombros direito e esquerdo (Σ ADMO); 4) somatório das ADMs de flexão e extensão de ambas as articulações CF - flexão e extensão de quadris direito e esquerdo (Σ ADMQ).

Com o objetivo de minimizar as possíveis diferenças decorrentes da dominância manual, utilizou-se como estratégia, representar a flexibilidade através da soma das ADMs de ambos os hemisférios. A reprodutibilidade (confiabilidade) intra-avaliadores foi verificada por meio do coeficiente de correlação intraclassas (CCI; $p < 0,05$). Os valores apresentados demonstraram uma alta confiabilidade: 0,92; 0,90; 0,93 e 0,90 ($p < 0,05$), respectivamente, para FO, EO, FQ e EQ.

Mensuração do desempenho funcional

Para avaliar o desempenho funcional, foram utilizadas oito tarefas motoras consideradas importantes para a independência funcional. Com exceção do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6M), cujo critério de medida foi a distância percorrida, o tempo mínimo gasto para realizar cada uma das seguintes tarefas foi utilizado como medida²⁷⁻³⁰:

- Teste de caminhada de 6 minutos (TC6M): com o objetivo de avaliar a capacidade aeróbia dos sujeitos, este teste exigiu que os sujeitos percorressem a maior distância possível, em seis minutos^{30,31}. Caso necessário, por cansaço ou qualquer outro motivo, o avaliado poderia parar o teste e, após o período de recuperação necessário, recomeçar o mesmo. Em estudo recente, Andersson et al.³¹ demonstraram, que este teste apresenta elevada reprodutibilidade teste-reteste (CCI=0,98);
- Velocidade de caminhada habitual (VCH) e máxima (VCM): nesse teste, o sujeito deveria caminhar, em duas velocidades diferentes (habitual e o mais rapidamente possível), sem correr, quatro metros de distância²⁹. O tempo foi medido com um cronômetro digital, disparado e interrompido por um dispositivo denominado de laser gate. O laser gate é composto por duas lanternas de feixes de raio laser (modelo EQ014) e duas células fotoelétricas (modelo EQ012B). O bloqueio da recepção dos dois feixes de luz determinava o disparo ou desligamento do cronômetro utilizado (Wackerrit®, modelo EQ018D). Todos os equipamentos que compuseram o laser gate foram fabricados pela mesma empresa: Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa (Cidepe®, Canoas, RS, Brasil). Para demarcar a distância foram afixadas no solo duas tiras adesivas de 0,5m de comprimento. Como estratégia para minimizar os efeitos da aceleração e desaceleração, o sujeito iniciava a caminhada a 1m de distância do ponto de partida

e só começava a desacelerar 1m depois do ponto de chegada. Os sujeitos caminharam três vezes, duas delas com velocidade habitual e a terceira o mais rapidamente possível. Van Loo et al.³² reportaram um CCI médio de 0,95, para este teste;

- Levantar e sentar na cadeira (LSC): com o objetivo de testar a habilidade de levantar e sentar em um cadeira, solicitou-se aos sujeitos que, sentados em um banco de 43 cm de altura, com as costas encostadas na parede e os braços cruzados na altura do peito, levantassem do mesmo. Sendo a tarefa realizada com sucesso, o sujeito deveria iniciar o teste que consistia em levantar e sentar cinco vezes no banco. O teste era iniciado com o sujeito sentado e finalizado no quinto (último) levantar. De acordo com Bohannon²⁸, o teste apresenta CCI moderado (CCI=0,77). O teste foi realizado em uma única tentativa;
- Timed up and Go Test (TUGT): Esse teste considerou o tempo gasto para o sujeito levantar de um banco com 43 cm de altura, com os braços cruzados à frente do peito, caminhar em linha reta a distância de três metros e, contornando um cone que demarcava a distância, voltar a sentar. De acordo com seus proponentes³³, o teste apresenta coeficientes de reprodutibilidade elevado (CCI=0,99). Após a familiarização, o teste foi realizado em uma única tentativa;
- Vestir e abotoar uma blusa (VBL): o teste consistiu em vestir e abotoar uma blusa de tamanho previamente selecionado ao físico de cada um dos sujeitos (pequeno, médio e grande). Nesse teste, o tempo começou a ser computado quando os sujeitos tocavam a blusa oferecida pelo avaliador e terminava quando todos os botões fossem abotoados de forma correta²¹. Após a familiarização, o teste era realizado em uma única tentativa;
- Subir uma escada de três degraus (SE): para esse teste, utilizou-se uma estrutura portátil com altura de 49 cm, composta por três degraus, tendo o primeiro deles, 13 cm de altura, 24 cm de profundidade e 68 cm de largura; o segundo degrau, com a mesma profundidade e largura do primeiro, tinha 18 cm de altura. O terceiro e último degrau (a plataforma), tinha a mesma altura e profundidade do segundo, entretanto, largura igual a 67cm. O teste se iniciava com o sujeito em pé, o mais próximo possível do primeiro degrau. Ao sinal de "já", o sujeito deveria subir, o mais rapidamente possível, os três degraus. A contagem do tempo era iniciada quando o pé do sujeito se movia e interrompida quando o sujeito estivesse em pé, com o equilíbrio totalmente recuperado, com os dois pés em cima da plataforma³⁴. Após a familiarização, o teste era realizado em duas tentativas. O melhor tempo foi anotado como resultado;
- Levantar da posição decúbito dorsal (LDD): proposto por Alexander et al.²⁷, o teste era iniciado com o sujeito deitado em um colchonete, na posição de decúbito dorsal. Ao sinal de partida, o sujeito deveria levantar e ficar em pé. O cronômetro era disparado quando o sujeito começava a se mover e interrompido quando, na posição de pé, estivesse

totalmente equilibrado. Foram permitidas três tentativas. O melhor tempo obtido foi considerado como resultado;

- Pegar uma moeda no solo (PMS): para este teste, destinado à medida da mobilidade e flexibilidade das articulações da coluna vertebral e coxofemoral³⁵, uma fita adesiva com 30 cm de comprimento foi fixada no solo. A 30 cm da fita, ficava colocada uma moeda. Para a realização do teste, o sujeito deveria estar em pé, de lado para a fita e para a moeda e, ao comando de “já”, deveria se abaixar e, o mais rapidamente possível, pegar a moeda. O cronômetro era disparado ao sinal de partida e interrompido quando o sujeito estivesse em pé, com o equilíbrio totalmente recuperado. De acordo com seu protocolo, somente duas tentativas foram permitidas para o teste, sendo o menor tempo dentre as duas, utilizado como medida.

Pelo fato da literatura não apresentar a confiabilidade dos quatro últimos testes de desempenho funcional (VBL, SE, LDD e PMS), os mesmos foram aplicados em dois diferentes dias, com intervalo de 24 horas. Após a obtenção dos resultados verificados no primeiro dia de teste, os sujeitos voltaram ao laboratório para a reavaliação. O tempo estabelecido nos dois testes foi considerado e, caso a diferença entre ambos os resultados fosse menor que 5%, o menor valor era aceito como resultado final³⁶. Caso a diferença fosse superior a 5%, o sujeito deveria ser reavaliado uma terceira vez. Dessa forma, como proposto por Suzuki et al.³⁶, os coeficientes de reprodutibilidade das medidas verificadas em nosso estudo, calculadas por meio do coeficiente de correlação intraclass (CCI), foram classificados como excelentes, por serem iguais ou superiores a 0,85 (VBL, CCI = 0,87; SE, CCI = 0,90; LDD, CCI = 0,85; PMS, CCI = 0,92).

Análise estatística

O número de sujeitos da amostra foi calculado no programa Primer of Biostatistics 4.0 (McGraw-Hill Inc., New

York, NY, USA), após estudo piloto, considerando um corte de 0,85 para o desvio-padrão dos resíduos. Assumiu-se um poder estatístico de 80% e uma significância de 5% ($p < 0,05$). Desse modo, determinou-se um mínimo de 16 indivíduos para compor a amostra. A homogeneidade das variâncias dos dados coletados foi confirmada pelo teste de Levene e a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilks. Enquanto os seis conjuntos de ADM (EOD+EOE; FOD+FOE; Σ ADMO; EQD+EQE; FQD+FQE; Σ ADMQ) representaram as variáveis independentes, os oito testes funcionais representaram as variáveis dependentes. As correlações entre as medidas de flexibilidade e os testes de desempenho funcional foram calculadas por meio de técnicas de correlação simples (r de Pearson) e, a associação entre a interação dos conjuntos de ADM e os testes de desempenho funcional foi calculada por meio de técnicas de correlação múltipla^{14,37}. Todos os cálculos estatísticos foram realizados pelo programa Statistica 6.0[®] para Windows (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

Resultados

Os resultados nos testes utilizados para a avaliação do desempenho funcional dos sujeitos, podem ser observados na Tabela 1.

Os resultados (expressos em graus) das ADM das articulações glenoumerais e coxofemorais, medidos através da goniometria, podem ser observados na Tabela 2.

A Tabela 3 exhibe os resultados da correlação simples. Nota-se que três dos oito testes de desempenho funcional (LSC, SE e TC6M) apresentaram correlações significantes com a flexibilidade das articulações CF, variando entre 0,45 e 0,59.

A correlação múltipla confirmou os dados da correlação simples, indicando que apenas as ADM das articulações CF se associaram de maneira significativa com o desempenho

Tabela 1. Resultados dos testes de desempenho funcional (n=22).

Variáveis	Amplitude	Média±dp	IC95%
VCH (seg)	2,62-5,15	3,6±0,8	3,3-3,9
VCM (seg)	1,79-3,87	2,6±0,5	2,4-2,8
LSC (seg)	4,75-10,40	6,6±1,4	6,1-7,2
TUGT (seg)	5,0-7,1	6,1±0,6	5,8-6,4
VBL (seg)	14,8-46,0	31,1±9,0	27,6-35,3
SE (seg)	0,9-1,7	1,3±0,2	1,2-1,4
LDD (seg)	1,8-8,7	3,9±1,5	3,3-4,5
PMS (seg)	1,4-5,1	2,3±0,7	1,9-2,6
TC6M (m)	362,1-710,9	501,1±75,1	469,3-532,8

IC95%=limites: inferior e superior para intervalo de confiança a 95%; Média=média aritmética; dp=desvio-padrão (dp); VCH=velocidade de caminhada habitual; VCR=velocidade de caminhada rápida; LSC=levantar e sentar na cadeira cinco vezes; TUGT=Timed up and Go Test; VBL=vestir e abotoar uma blusa; SE=subir os três degraus; LDD=levantar da posição decúbito dorsal; PMS=pegar uma moeda no solo; TC6M=teste de caminhada de 6 minutos.

Tabela 2. Resultados da goniometria nos diferentes movimentos analisados (n=22).

Variáveis	Amplitude	Média±dp	IC95%
FOD+FOE (graus)	200-338	277,3±32,1	263,8-290,9
EOD+EOE (graus)	60-150	96,1±21,6	87,0-105,0
Σ ADMO (graus)	286-470	373,1±46,2	353,9-393,0
FQD+FQE (graus)	126-246	197,3±25,6	186,5-208,1
EQD+EQE (graus)	6-42	15,8±8,5	12,2-19,3
Σ ADMQ (graus)	140-281	213,1±29,7	200,5-225,6

FOD+FOE=soma das ADM de flexão de ambas as articulações GU (direita+esquerda); EOD+EOE=soma das ADM de extensão de ambas as articulações GU; Σ ADMO=somatório das ADM de flexão e extensão de ambas as articulações GU (FOD+FOE+EOD+EOE); FQD+FQE=soma das ADM de flexão de ambas as articulações CF; EQD+EQE=soma das ADM de extensão de ambas as articulações CF; Σ ADMQ=somatório das ADM de flexão e extensão de ambas as articulações CF (FQD+FQE e EQD+EQE).

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre os diferentes índices de amplitude de movimentos e os testes de desempenho funcional (n=22).

Variáveis	FQD+FQE	EQD+EQE	ΣADMQ	FOD+FOE	EOD+EOE	ΣADMO
VCH	-0,29	-0,40	-0,36	-0,10	-0,13	-0,00
VCM	-0,31	-0,38	-0,37	-0,25	-0,20	-0,27
LSC	-0,45*	-0,11	-0,42*	-0,08	-0,00	-0,06
TUGT	0,16	-0,33	0,04	0,20	0,34	0,30
VBL	-0,40	-0,16	-0,39	-0,33	-0,21	-0,32
SE	-0,52**	-0,28	-0,53**	-0,32	-0,21	-0,32
LDD	-0,35	-0,30	-0,39	-0,25	-0,12	-0,11
PMS	0,02	-0,09	-0,01	-0,08	0,13	0,11
TC6M	0,58**	0,31	0,59**	0,37	0,07	0,29

**correlação significativa para $p < 0,01$; *correlação significativa para $p < 0,05$.

funcional (Tabela 4). A ADM que apresentou maior capacidade preditiva para o desempenho funcional foi FQD+FQE, tendo sido responsável por 51% da variância nos testes. O ΣADMQ também apresentou correlação significativa com o desempenho funcional, sendo responsável por 44% da variância dos testes.

Discussão

Com o envelhecimento, é esperada uma diminuição geral da flexibilidade e uma repercussão funcional relacionada com o aumento do gasto energético, além da limitação da capacidade de execução das atividades cotidianas^{6,7,11,13,14,21}. Como esperado, os sujeitos observados apresentaram valores angulares inferiores em 21 a 28% aos valores normativos obtidos em populações mais jovens²⁶. Por outro lado, comparando-se a flexibilidade aferida com os dados de estudos feitos em idosos com elevados níveis de funcionalidade^{6,13}, os presentes resultados foram equivalentes ou pouco superiores a tais valores de referência. Por exemplo, Cunningham et al.¹⁴ mediram a flexibilidade de 44 idosas ativas e independentes, encontrando valores médios de 138° ($\pm 20^\circ$) e 108° ($\pm 24^\circ$) para o ΣADMO e ΣADMQ, respectivamente, enquanto no presente estudo os sujeitos alcançaram 187° e 107° nos mesmos movimentos.

Nota-se que, quando comparadas com os valores de flexibilidade de sujeitos jovens, as diferenças foram menores para as articulações GU que para as CF. Esse achado reforça as observações de Bell e Hoshizaki²⁰, os quais verificaram que o declínio dos níveis de ADM para as articulações dos membros superiores seria menor que para outros segmentos corporais, em 190 homens e mulheres com 18 a 88 anos de idade. Para Lung, Hartsell e Vandervoort⁹, essa diferença na perda de mobilidade poderia ser parcialmente explicada pelo fato que os membros superiores teriam uso continuado durante todas as etapas da vida, enquanto os membros inferiores teriam seu uso diminuído em virtude da inatividade física. Os resultados de Bergstrom et al.²² reforçam ainda mais essa posição: em estudo longitudinal com nove anos de duração (sujeitos com 70 a 79 anos

Tabela 4. Resultados da correlação múltipla entre as combinações de graus de amplitude de movimento e o conjunto dos testes funcionais (n=22).

Variáveis	R	R ²	R ² ajustado	F (10,13)	EPE	p
FOD+FOE	0,59	0,36	-	0,72	34,3	0,70
EOD+EOE	0,64	0,42	-	0,93	21,9	0,54
FQD+FQE	0,85	0,72	0,51	3,40	17,9	0,02*
EQD+EQE	0,63	0,40	-	0,86	8,8	0,59
ΣADMO	0,64	0,38	-	0,8	48,5	0,64
ΣADMQ	0,83	0,68	0,44	2,8	22,3	0,04*

R=coeficiente de correlação múltipla; R²=coeficiente de determinação; R²ajust.=coeficiente de determinação ajustado; F=variância entre os grupos; P=nível de significância encontrado; EPE=erro padrão da estimativa. *estatisticamente significativo para $p < 0,05$.

de idade), constatou-se que somente 32% dos sujeitos apresentaram queixas quanto à limitação da mobilidade dos ombros.

A principal contribuição do presente estudo reside no fato de terem sido analisadas as relações entre o desempenho funcional e a flexibilidade, levando em conta a interação dessas variáveis na produção de efeitos sobre situações funcionais. Os resultados obtidos confirmam parcialmente as poucas evidências disponíveis²² sobre possíveis relações entre a flexibilidade e o desempenho funcional em idosos saudáveis. Diferentemente de outras pesquisas, no presente estudo não foram verificadas correlações entre as mobilidade das articulações GU e o desempenho, mesmo considerando o reduzido poder estatístico. As poucas associações foram observadas para a amplitude de flexão das articulações CF. Tais achados podem ser explicados pelo fato de, com exceção das tarefas VBL e PMS, as outras tarefas não exigiram uma importante participação das articulações GU. Uma segunda explicação possível para o achado, refere-se aos relativamente elevados níveis de aptidão física dos nossos sujeitos, quando comparados com idosos mais velhos e institucionalizados. Ressalta-se que, em uma população de idosos fisicamente ativos, outras qualidades físicas talvez sejam mais determinantes, como por exemplo a força muscular^{18,27}.

Apenas três dos oito testes funcionais (LSC, SE e TC6M) apresentaram correlações significativas com a flexibilidade das articulações CF. Cabe notar que as associações observadas concentraram-se na ADM de flexão (FQD+FQE), e não de extensão. Tal fato contradiz os achados de estudos clássicos como o de Roach e

Miles³⁸, evidenciando que, em sujeitos idosos, a ADM de extensão das articulações CF seria a mais prejudicada, o que se refletiria na diminuição do comprimento do passo. Entretanto, é importante notar que um dos principais limitantes da ADM é o que Gajdosik, Linden e Williams³⁹ denominam de torque passivo resistivo (TPR). O TPR é uma força que tende a oferecer resistência a qualquer tentativa de alteração do comprimento do tecido conjuntivo situado nos tendões e tecidos ao redor do complexo articular³⁹. Sendo assim, considerando que o TPR seja sensível às alterações ocorridas nos tecidos, aos níveis de força muscular e de atividade física, sendo estas três variáveis influenciadas pelos níveis e tipo de atividade física praticada, é coerente supor que o elevado nível de atividade e aptidão física dos sujeitos de nossa amostra seja o principal responsável pelas diferenças encontradas.

As associações entre as tarefas LSC e SE com a flexibilidade das articulações CF também foi constatada por Bergstrom et al.²². Em se tratando das relações entre TC6M e as ADM das articulações CF, é interessante notar que, embora a associação tenha sido significativa (FQD+FQE, $r=0,59$, $p=0,003$; Σ ADMQ, $r=0,59$, $p=0,002$), outros estudos não foram capazes de demonstrar elevados coeficientes de correlação entre as mesmas variáveis^{16,40}. Ao que parece, em se tratando da relação entre a flexibilidade e padrão de marcha, as articulações dos tornozelos seriam mais importantes que as dos quadris ou joelhos^{16,40}. No entanto, ressalta-se que tais estudos possuem diferenças metodológicas importantes, em relação ao nosso. Enquanto Farinatti e Lopes¹⁶ examinaram a qualidade da marcha, medindo a amplitude e frequência do passo, Judge, Davis e Ounpuu⁴⁰ trabalharam com idosos cuja condição física e funcional era bastante inferior à dos sujeitos do presente estudo. No primeiro caso, a velocidade da marcha não foi avaliada, tendo sido acompanhados apenas 32 passos. No segundo, a redução da ADM dos tornozelos e alterações do padrão de marcha pode ter sido maior do que a exibida pela amostra do nosso estudo. De fato, a importância da articulação dos tornozelos aumenta à medida que o grau de fragilidade do idoso aumenta, com reduções dramáticas da mobilidade desta articulação. Por outro lado, é inegável que maiores ADM nas articulações CF podem influenciar favoravelmente a amplitude da passada, com provável impacto na velocidade de deslocamento em uma distância maior, como é o caso do teste de caminhar seis minutos.

Embora o desempenho no teste SLC necessite, em teoria, de uma boa amplitude para os movimentos de flexão e extensão dos quadris⁴¹, as correlações verificadas entre a ADM dessas articulações e o desempenho no teste foram relativamente fracas, embora significantes. Pode-se especular que essa relação tenha sido influenciada pelas características da amostra: idosos fisicamente ativos apresentam maior força muscular. Como um dos fatores determinantes do desempenho nesse teste é a força dos músculos extensores dos joelhos^{41,42}, possíveis influências da flexibilidade podem ter ficado em segundo plano. O mesmo argumento

poderia explicar, ao menos parcialmente, as correlações reduzidas entre ADM dos quadris e o desempenho no teste SE.

Cunningham et al.¹⁴ observaram a associação entre a independência funcional de idosos e as variáveis força dos músculos extensores de joelhos, velocidade habitual de caminhada, flexibilidade de ombros, quadris e tornozelos, nível de atividade física e pontuação obtida em inventário destinado a avaliar o nível de incapacidade funcional. Verificou-se que as correlações entre a flexibilidade das articulações GU e CF com a independência funcional, embora significativas, foram reduzidas (-0,27 e 0,34, respectivamente). Por outro lado, constatou-se que 40% da variância das limitações funcionais se associaram à participação em atividades físicas e à ADM nas articulações do ombro. No presente estudo, o Σ ADMQ foi responsável por 44% de variância no desempenho funcional como um todo, o que, de certa forma, vai ao encontro dos resultados de Cunningham et al.¹⁴. Isso é interessante, já que o tipo de instrumento utilizado para a medida das ADM e, principalmente, as características da amostra, foram diferentes nos dois estudos. No estudo de Cunningham et al.¹⁴, além de a ADM ter sido medida com o auxílio do flexômetro de Leighton, a amostra foi composta por sujeitos institucionalizados, ou seja, com níveis de aptidão e atividade física reduzidos.

Nesse sentido, Beissner, Collins e Holmes³⁷ observaram 80 sujeitos (idade=81±7 anos), 58 mulheres e 22 homens, divididos em dois grupos: institucionalizados portadores de limitações funcionais e sujeitos funcionalmente independentes. O nível de associação entre as variáveis força muscular e ADM das articulações dos membros inferiores com o desempenho funcional foi significativa e moderado (respectivamente, $r^2=0,71$ e $0,77$). Essas correlações foram pouco superiores às do presente estudo. Quando os dados do estudo citado³⁷ foram analisados por correlação múltipla, novamente a força muscular e a flexibilidade dos membros inferiores foram as variáveis que mais se associaram ao desempenho. Quando observada individualmente, a ADM dos membros inferiores foi responsável por 59% da variância. Entretanto, quando associada com a força de membros inferiores, o r^2 foi da ordem de $0,77$.

É interessante notar que, no estudo de Beissner, Collins e Holmes³⁷, as variáveis se associaram de maneira diferente com os dois grupos de funcionalidade. Para os portadores de limitações funcionais, o conjunto de variáveis que mais se relacionaram com o desempenho funcional foi representado pelo conjunto formado pela ADM e força muscular dos músculos dos membros inferiores. Todavia, para os idosos funcionalmente independentes, a associação mais forte com o desempenho se deu com a força muscular de membros superiores. Esses resultados, pelo menos em parte, podem ajudar a explicar a dificuldade de se identificarem associações significantes entre a flexibilidade e os testes funcionais motores. Resultados similares foram observados no estudo de Geraldes et al.¹⁹, no

qual, com exceção das tarefas estreitamente relacionadas com algumas medidas realizadas, notadamente de movimentos de tronco, não foram identificadas relações significativas entre a flexibilidade multi-articular e o desempenho funcional de idosas fisicamente ativas. Levanta-se a possibilidade de que a ausência de significância estatística para as correlações ADM das articulações dos ombros e quadris se deve ao fato de que os testes utilizados não envolviam a participação direta e efetiva de tais articulações.

É importante citar duas possíveis limitações metodológicas: a primeira diz respeito ao fato de a seleção da amostra não ter sido feita de forma probabilística e a segunda, refere-se ao número de sujeitos da amostra, visto que, em se tratando de estatística multivariada, o número utilizado representa o mínimo geralmente aceito para o uso deste recurso estatístico⁴³. Portanto, apesar de o tamanho da amostra situar-se dentro dos limites aceitos por cálculo amostral previamente realizado, deve-se reconhecer que o risco de erro do tipo I não é negligenciável. Os resultados da correlação múltipla confirmaram que a ADM da CF se associou significativamente com o desempenho funcional, ao contrário das tarefas mais voltadas para os membros superiores. De acordo com o coeficiente de determinação ajustado (r^2), a combinação que apresentou maior capacidade preditiva para o desempenho nos testes foi o somatório das amplitudes de flexão das articulações CF (FQD+FQE). Esse conjunto foi responsável por 51% da variância nos resultados, valor ligeiramente maior que os obtidos para a combinação das medidas de flexibilidade representadas pelo Σ ADMQ, com $r^2=0,44$. Esses resultados indicam, de acordo com a literatura disponível, que a flexibilidade talvez não deva ser utilizada como única variável preditora do desempenho funcional. Outros fatores, tais como a força muscular, devem ser usados em conjunto.

Referências bibliográficas

1. Alter MJ. Science of flexibility. 2ª ed. Champaign: Human Kinetics; 1996.
2. Carregaro RL, Silva LCCB, Gil Coury HJC Comparação entre dois testes clínicos para avaliar a flexibilidade dos músculos posteriores da coxa. Rev Bras Fisioter. 2007;11(2):139-45.
3. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Boesen J, Johannsen F, Kjaer M. Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. Scand J Med Sci Sports. 1997;7(4):195-202.
4. Araújo CGS. Correlação entre diferentes métodos lineares e adimensionais de avaliação da mobilidade articular. Rev Bras Ciên Mov. 2000;8(2):25-32.
5. Knudson DV, Magnusson P, McHugh M. Current issues in flexibility fitness. Pres Council Phys Fitness Sports. 2000;3(10):1-6.
6. Mecagni C, Smith JP, Roberts KE, O'Sullivan SB. Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. Phys Ther. 2000;80(10):1004-11.
7. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. Med Sci Sports Exerc. 1998;30(6):992-1008.
8. Carvalho MJ, Fernandes R, Mota J. Efeitos do exercício físico na aptidão física de mulheres idosas. Revista Kinésis. 2001;24(1):197-206.
9. Lung MW, Hartsell HD, Vandervoort AA. Effects of aging on joint stiffness: implications for exercise. Physiother Can. 1996;48 (2):96-105.
10. Farinatti PTV. Flexibilidade e esporte: uma revisão de literatura. Rev Paul Educ Fís. 2000;14(1):85-96.

Conclusão

Em se tratando das tarefas motoras utilizadas como testes, os resultados sugerem que o desempenho funcional esteja mais relacionado com o somatório das medidas da ADM em um conjunto de articulações, do que com a ADM isolada. Além disso, a análise multivariada demonstrou que, embora significantes, as correlações observadas concentraram-se apenas nos movimentos de flexão de quadril. Nenhuma associação significativa foi identificada para a ADM das articulações glenoumerais. Mesmo quando identificadas associações, como no caso das articulações coxofemorais, estas se revelaram muito específicas, parecendo se relacionar estreitamente com as características dos testes utilizados. Desse modo, a recomendação prática do uso isolado das medidas da flexibilidade como variável preditiva para o desempenho funcional em idosos saudáveis e fisicamente ativos deve ser elucidada. Dentre as possibilidades de estudos futuros, podem ser mencionadas: a investigação da correlação entre a flexibilidade e outras variáveis da aptidão física, notadamente a força muscular, com o desempenho funcional; utilizar e comparar os efeitos das medidas estáticas e dinâmicas de flexibilidade e suas relações com o desempenho funcional; utilizar como testes tarefas motoras que, objetiva e diretamente, envolvam as articulações alvo do estudo e verificar diferenças entre a flexibilidade e o desempenho funcional em grupos com diferentes níveis de aptidão física.

Agradecimentos

Pesquisa parcialmente financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sob a forma de Bolsa de Produtividade em Pesquisa para Paulo Farinatti, processo nº 305729/2006-3.

11. Walker JM, Sue D, Miles-Elkousy N, Ford G, Trevelyan H. Active mobility of the extremities in older subjects. *Phys Ther.* 1993;25(10):1152-7.
12. Adams K, O'Shea P, O'Shea KL. Aging: Its effects on strength, power, flexibility, and bone density. *Natl Strength Cond Assoc J.* 1999;21(2):65-77.
13. Voorrips LE, Lemmink KA, van Heuvelen MJ, Bult P, van Staveren WA. The physical condition of elderly women differing in habitual physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(11):520-7.
14. Cunningham DA, Paterson DH, Himann JE, Rechnitzer PA. Determinants of independence in the elderly. *Can J Appl Physiol.* 1993; 8(3):243-54.
15. Corbin CB, Noble L. Flexibility: a major component of physical fitness. *JOPERD.* 1980;51(6):23-4.
16. Farinatti PTV, Lopes LNC. A multivariate analysis of the correlation between step length-pacing and muscular fitness components in elderly subjects. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10(5):389-94.
17. Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(12):1546-52.
18. Fiatarone Singh MA. Exercise to prevent and treat functional disability. *Clin Geriatr Med.* 2002;18(3):431-62.
19. Geraldes AAR, Cavalcante APN, Albuquerque RB, Carvalho MJ, Farinatti PTV. Correlação entre a flexibilidade multiarticular e o desempenho funcional de idosas fisicamente ativas em tarefas motoras selecionadas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2007;9(3):238-43.
20. Bell RD, Hoshizaki TB. Relationships of age and sex with range of motion of seventeen joint actions in humans. *Can J Appl Sport Sci.* 1981;6(4):202-6.
21. Ferrucci L, Guralnik JM, Buchner D, Kasper J, Lamb SE, Simonsick EM et al. Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities: the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997;52(5):M275-85.
22. Bergström G, Aniansson A, Bjelle A, Grimby G, Lundgren-Lindquist B, Svanborg A. Functional consequences of joint impairment at age 79. *Scand J Rehabil Med.* 1985;17(4):183-90.
23. Jiles R, Hughes E, Murphy W, Flowers N, McCracken M, Roberts H et al. Surveillance for certain health behaviors among states and selected local areas - Behavioral Risk Factor Surveillance System, United States, 2003. *MMWR Surveill Summ.* 2005;54(8):1-116.
24. Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged. The index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA.* 1963;185:914-9.
25. Lawton MP, Moss M, Fulcomer M, Kleban MH. A research and a service oriented multilevel assessment instrument. *J Gerontol.* 1982;37(1):91-9.
26. American Academy of Orthopedic Surgeons. In: Joint motion method of measuring and recording. Chicago: American Academy of Orthopedic Surgeons, 1965.
27. Alexander N, Ulbrich J, Raheja A, Channer D. Rising from the floor in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45(5):564-9.
28. Bohannon RW. Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscles. *Percept Mot Skills.* 1995;80(1):163-6.
29. Guralnik JM, Fried LP, Simonsick EM, Kasper JD, Lafferty ME, eds. The Women's Health and Aging Study: health and social characteristics of older women with disability. Bethesda: National Institute on Aging; 1995.
30. Rikli RE, Jones CJ. Senior fitness test manual. Champaign: Human Kinetics; 2001.
31. Andersson C, Asztalos L, Mattsson E. Six-minute walk test in adults with cerebral palsy. A study of reliability. *Clin Rehabil.* 2006;20(6):488-95.
32. van Loo MA, Moseley AM, Bosman JM, de Bie RA, Hassett L. Test-re-test reliability of walking speed, step length and step width measurement after traumatic brain injury: a pilot study. *Brain Inj.* 2004;18(10):1041-8.
33. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39(2): 142-8.
34. Sartorio A, Proietti M, Marinone PG, Agosti F, Adorni F, Lafortuna C. Influence of gender, age and BMI on lower limb muscular power output in a large population of obese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28(1):91-8.
35. Reuben DB, Siu AL. An objective measure of physical function of elderly outpatients. *The Physical Performance Test. J Am Geriatr Soc.* 1990;38(10):1105-12.
36. Suzuki T, Bean JF, Fielding RA. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(9):1161-7.
37. Beissner KL, Collins JE, Holmes H. Muscle force and range of motion as predictor of function in older adults. *Phys Ther.* 2000;80(6):556-63.
38. Roach KE, Miles TP. Normal hip and knee active range of motion: the relationship with age. *Phys Ther.* 1991;71(9):656-65.
39. Gajdosik RL, Vander Linden DW, Williams AK. Influence of age on length and passive elastic stiffness characteristics of the calf muscle-tendon unit of women. *Phys Ther.* 1999;79(9):827-38.
40. Judge JO, Davis RB 3rd, Ounpuu S. Step length reductions in advanced age: the role of ankle and hip kinetics. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996;51(6):M303-12.
41. Schenkman M, Riley PO, Pieper C. Sit to stand from progressively lower seat heights - alterations in angular velocity. *Clin Biomech.* 1996;11(3):153-8.
42. Janssen WG, Bussmann HB, Stam HJ. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther.* 2002; 82(9):866-79.
43. Vincent WJ. Statistics in kinesiology. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 1999.