

Estudo dinamométrico da marcha de idosas ultrapassando obstáculos

CDD. 20.ed. 796.018
796.023

Lígia Yumi MOCHIDA*
Guilherme Manna CESAR*
Paulo Roberto Pereira SANTIAGO**/**
Paula Hentschel LOBO DA COSTA*

*Universidade Federal de São Carlos.
** Universidade Estadual Paulista - Rio Claro.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo investigar a marcha durante a negociação de obstáculos de mulheres idosas fisicamente ativas e sedentárias para identificar as adaptações realizadas pelos dois grupos diante de uma tarefa de marcha mais complexa. Participaram do estudo 20 idosas saudáveis, divididas entre grupo ativo e grupo sedentário. Foi utilizada uma plataforma de força para avaliar a componente ortogonal vertical das forças de reação do solo: forças máxima e mínima, impulso vertical e tempo de apoio. Essas variáveis foram analisadas durante dois protocolos distintos: marcha livre e marcha com obstáculo com alturas de 10%, 20% e 30% do comprimento do membro inferior das voluntárias. O obstáculo foi posicionado previamente e após a plataforma para que duas funções diferentes do mesmo membro inferior fossem investigadas. Os resultados estão apresentados em três seções: a primeira avalia os dois grupos (não houve diferença significativa), a segunda avalia o efeito da altura do obstáculo (onde a altura de 10% já se apresenta como um obstáculo desafiante para as idosas sedentárias) e a terceira compara as funções de suporte primário e secundário (não houve diferença significativa). Conclui-se, para a amostra utilizada, que a atividade física auxiliou na negociação de obstáculos durante a marcha. As idosas sedentárias optaram por uma estratégia mais segura na negociação de obstáculos, observada pelas menores magnitudes das variáveis dinamométricas juntamente com um maior tempo de apoio.

UNITERMOS: Marcha; Envelhecimento; Força de reação do solo; Atividade física; Negociação de obstáculos.

Introdução

A marcha é de particular importância para a população em idade avançada como instrumento para a manutenção das atividades de vida diária e de interação social, bem como para a garantia de independência. Quando se considera a marcha como uma perturbação contínua da condição de equilíbrio no processo de transferência do centro de gravidade de um pé ao outro, podem-se esperar adaptações nos padrões da marcha para a população em idade mais avançada, devido às mudanças nos sistemas motor e cognitivo que acompanham o processo de envelhecimento. Limitações na função perceptiva, nos sistemas nervoso, muscular e ósseo produzem condições iniciais diferenciadas para a produção e o controle de movimentos nesses

indivíduos. Dessa maneira, pode-se abordar a marcha de idosos como adaptada às condições típicas do sistema motor desse grupo, garantindo as funções básicas para um andar bem sucedido.

Um grande problema para os idosos é a manutenção do equilíbrio dinâmico, e as quedas são importantes causas de morbidade e mortalidade destes indivíduos. MASUD e MORRIS (2001) realizaram uma revisão epidemiológica de quedas em uma população senil dos anos 80 e início dos anos 90, observando que com o avançar da idade a proporção de quedas aumentou de 28-35% para 32-42%, nas faixas etárias de 65 anos ou mais e 75 anos ou mais, respectivamente.

Mais além, DIEËN, PIJNAPPELS e BOBBERT (2005) realizaram uma revisão bibliográfica e constaram uma maior frequência de quedas nas mulheres idosas do que os homens. Esse é um fato importante na medida em que observamos um processo de feminização da população idosa as quais sofrem muito mais com as sequelas da queda em decorrência da osteoporose, evidente nessa fase da vida.

Alguns autores dividem os fatores de risco para quedas em extrínsecos, provenientes de causas ambientais, e intrínsecos, oriundos do próprio indivíduo que sofre o acidente (DIEËN, PIJNAPPELS & BOBBERT, 2005; HALE, DELANEY & MCGAGHIE, 1992). As mudanças na marcha e mobilidade em geral, fraqueza muscular, aumento do tempo de reação a estímulos perturbadores, entre outras alterações decorrentes do envelhecimento têm sido associadas com fatores de risco intrínsecos. Assim, várias pesquisas caminham rumo a uma maior compreensão da marcha dos idosos para tentar prevenir o aumento da incidência de quedas, e a consequente degradação da qualidade de vida nessa população.

As forças de reação do solo e seus respectivos cursos temporais foram mensurados durante a marcha de idosos (KERRIGAN, LEE, NIETO, MARKMAN, COLLINS & RILEY, 2000; LAMOUREUX, SPARROW, MURPHY & NEWTON, 2003; PRINCE, CORRIVEAU, HÉBERT & WINTER, 1997) com o objetivo de avaliar as forças que surgem nas fases de apoio e variam com o tempo. Estas forças representam a soma vetorial da aceleração da massa de todos os segmentos corporais, ou seja, a resultante de todas as forças musculares e gravitacionais atuando em cada instante durante a fase de apoio da marcha humana (WINTER, 1991).

Todavia, analisar a marcha apenas em um ambiente laboratorial, bem iluminado, sem anteparos que exijam mais do indivíduo idoso foge muito da situação real representativa das causas das

quedas. Estudos mais recentes (MENZ, LORD & FITZPATRICK, 2003; SCHRODT, MERCER, GIULIANI & HARTMAN, 2004) têm acrescentado fatores extrínsecos às análises, a fim de adquirirem novas informações que auxiliem o entendimento de uma marcha mais corriqueira e das quedas que podem ser provenientes de tal atividade.

Embora essas perturbações externas foram investigadas na literatura, não existe nenhum estudo avaliando as forças de reação do solo da marcha de idosos com dois níveis diferentes de atividades físicas durante a negociação de obstáculos, ainda que o instrumento plataforma de força demonstrasse sensível o suficiente para tal análise. Os estudos, em sua grande maioria, visam comparar grupos de faixas etárias distintas, geralmente adultos jovens e idosos (CHEN, ASHTON-MILLER, ALEXANDER & SCHULTZ, 1994; HAHN & CHOU, 2004; SCHILLINGS, MULDER & DUYSSENS, 2005), e outros comparam grupos de idosos destreinados com treinados por meio de fortalecimento (LAMOUREUX et al., 2003). Porém, não observamos estudos que buscam analisar os efeitos da prática regular de atividades físicas como forma de aprimorar a ultrapassagem de anteparos, diminuindo, assim, o risco de quedas.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar a marcha durante a negociação de obstáculos de mulheres idosas fisicamente ativas e sedentárias por meio da avaliação de variáveis dinâmométricas com o intuito de identificar as adaptações realizadas pelos dois grupos diante de uma tarefa de marcha mais complexa. A realização desta investigação foi baseada na hipótese de pesquisa levantada pelos autores onde conjecturam que a atividade física proporcionaria uma maior facilidade de negociação de obstáculos, sendo observada pelas variáveis em estudo, e esta suposta diferença entre indivíduos ativos e sedentários seria maior com o aumento da altura do obstáculo a ser negociado.

Material e métodos

Amostra

Oitenta e quatro indivíduos idosos do gênero feminino foram contatados e esclarecidos com relação ao estudo. Destes, 28 indivíduos se apresentaram como voluntárias e enquadravam-se nos critérios de inclusão e exclusão estipulados. Esta amostra foi avaliada por um fisioterapeuta

independente ao projeto para que todos os critérios de inclusão e exclusão fossem realmente atingidos. Uma ficha de avaliação foi preenchida, verificando o nível de atividade física, índice de massa corporal, presença de distúrbios neurológicos e neuropatias periféricas, existência de dificuldade de ambulação, grau de força muscular de tronco e membros inferiores. Os testes Mini-Exame do Estado Mental

(FOLSTEIN, FOLSTEIN & MCHUGH, 1975) e “Timed up and Go” (TUG) (PODSIADLO & RICHARDSON, 1991) foram também aplicados nesta amostra. O tempo limite de 14 segundos para realizar a tarefa estipulada no teste TUG foi utilizado para inclusão das voluntárias, pois este valor prediz a menor probabilidade de quedas (SHUMWAY-COOK, BRAUER & WOOLLACOTT, 2000), enquanto que para o teste Mini-Mental a pontuação aceita foi baseada no escore proposto por BRUCKI, NITRINI, CARAMELLI, BERTOLUCCI e OKAMOTO (2003), que foi de 21 pontos ou mais.

A amostra final foi constituída de 20 voluntárias (idade média de $65,1 \pm 5,2$ anos, idades entre 60-71 anos; peso médio de $62,4 \pm 7,9$ kg, pesos entre 43,8-70,8 kg; estatura média de $156,9 \pm 6,1$ cm, estaturas entre 141,5-169,5 cm), sendo elas divididas em dois grupos. Grupo I foi constituído de voluntárias sedentárias, classificadas como fisicamente independentes segundo SPIRDURO (1995), por serem indivíduos que não realizam exercícios físicos e não apresentam nenhuma doença que as debilitem de forma a perderem suas independências. O Grupo II foi composto por voluntárias classificadas como fisicamente ativas (SPIRDURO, 1995), pois estavam engajadas em um programa de revitalização geriátrica, realizando atividades físicas três vezes na semana há mais de um ano.

Não houve a alocação aleatória das participantes, pois após aplicados os critérios de exclusão, a amostra final apresentou a quantidade mínima esperada para cada grupo (10 voluntárias) para obter o efeito estatístico necessário para discussão dos resultados obtidos. Esta pesquisa apresentou como delineamento um estudo analítico observacional transversal (portanto não houve o risco de perda amostral durante a realização das coletas de dados), o qual obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (protocolo 245/2006 da Universidade). Todas as voluntárias leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Dinamometria

As variáveis analisadas no presente estudo foram medidas por uma plataforma de força (40 cm x 60 cm) fixa ao piso da marca Bertec (Bertec Corporation), modelo 4060-08. O local da plataforma de força e todo o percurso onde as voluntárias realizaram as tarefas foram cobertos com um tapete preto (900 cm x 101,5 cm x 0,1 cm) antiderrapante.

Foi analisada a componente ortogonal vertical do andar durante a negociação de obstáculos por meio das variáveis forças de reação máximas (Fz1 ou Pico 1 e Fz3 ou Pico 2) e mínima (Fz2 ou Vale), impulso vertical (IV) e tempo de apoio (FIGURA 1). Os dados foram amostrados a uma frequência de 1000 Hz.

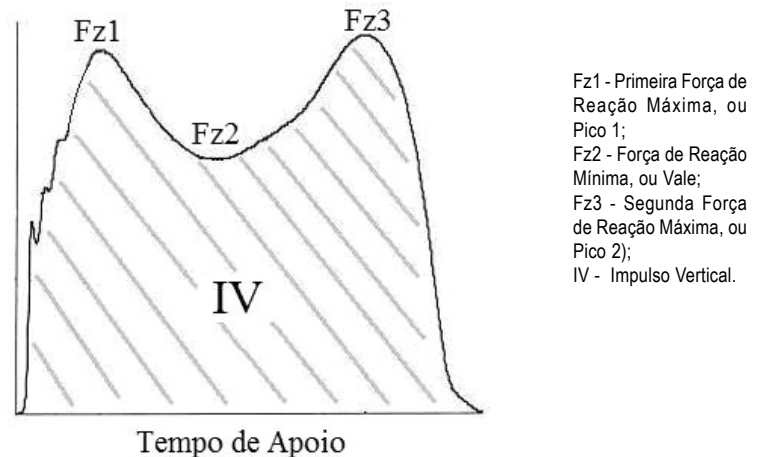


FIGURA 1 - Componente Vertical da força de reação do solo e as variáveis analisadas (Fz1, Fz2, Fz3 e IV) e o Tempo de Apoio.

Os dados foram filtrados com o filtro digital Butterworth passa-baixa de segunda ordem com uma frequência de corte entre 1-8 Hz. Essa frequência foi escolhida de acordo com a análise espectral realizada para cada tentativa de cada voluntária. Com exceção da variável impulso vertical (normalizada apenas pelo peso corporal), as forças foram normalizadas pelo tempo de apoio (0 a 100%) e pelo peso corporal para tornar possível a comparação das magnitudes entre as voluntárias e os grupos que elas constituem.

Protocolo experimental

O membro inferior analisado foi o membro de preferência (membro inferior direito) de todas as voluntárias, e estas efetuaram dois tipos de protocolo:

- Marcha Livre: as voluntárias caminharam por nove metros de pista sem nenhum obstáculo em uma velocidade auto selecionada;

- Marcha com Obstáculo: foi considerado o mesmo percurso do protocolo acima citado, porém com a presença de um obstáculo. Este foi disposto de duas formas diferentes, uma imediatamente antes da plataforma de força (P1) (FIGURA 2 - A e B) e outra após a plataforma de força (P2) (FIGURA 2

- C e D). Na P1 o membro inferior direito realiza a abordagem (primária) do obstáculo (FIGURA 2 - A), com subsequente suporte secundário (FIGURA 2 - B), enquanto o membro inferior contralateral (não analisada) realiza a abordagem secundária do obstáculo (FIGURA 2 - B). Para a P2, foi avaliada

a função de suporte primário (FIGURA 2 - C), pois o membro contralateral (não analisado) realiza a abordagem primária do obstáculo (FIGURA 2 - C), e o membro inferior direito realiza a abordagem secundária do obstáculo (FIGURA 2 - D).

Posicionamento 1 (P1) do obstáculo:

A - membro inferior avaliado realiza a abordagem primária ao obstáculo;

B - membro inferior avaliado realiza a função de suporte secundário.

Posicionamento 2 (P2) do obstáculo:

C - membro inferior avaliado realiza a função de suporte primário;

D - membro inferior avaliado realiza a abordagem (secundária) ao obstáculo.

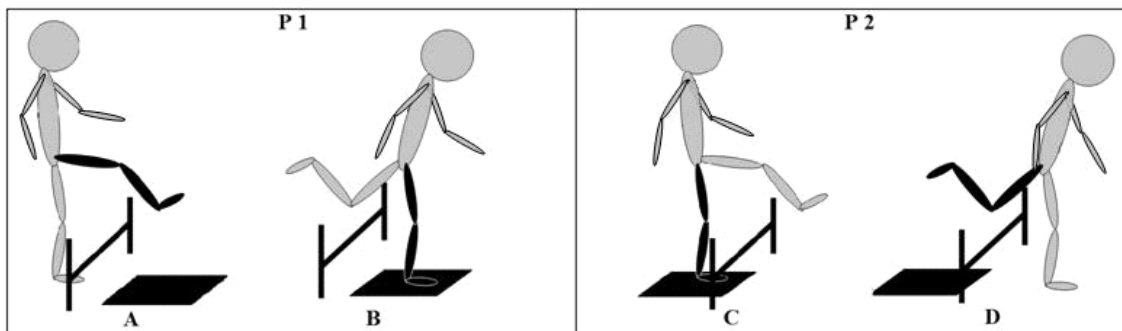


FIGURA 2 - Posicionamento do obstáculo durante as funções distintas do membro inferior avaliado (membro inferior direito destacado pela cor preta).

Portanto, as forças de reação do solo foram avaliadas durante duas funções diferentes na negociação de obstáculos em três diferentes alturas: função de suporte secundário (P1), onde a voluntária já ultrapassou o obstáculo; e função de suporte primário (P2), onde a voluntária ainda não ultrapassou o obstáculo.

O obstáculo consistiu em um tubo plástico preto de um centímetro de diâmetro, medindo 100 cm de comprimento, com dois suportes de madeira com 70 cm de altura e regulagem de altura variando a cada 1 cm. A altura do obstáculo foi personalizada, isto é, definida de acordo com o comprimento do membro inferior da respectiva voluntária variando em 10, 20 e 30% (alturas baixa, média e alta, respectivamente) da medida verificada. O comprimento do membro inferior foi obtido por meio da distância do trocânter maior do fêmur ao solo. A medida média observada foi de $82,3 \pm 4,9$ cm (de 70 a 87 cm); a média das alturas do obstáculo foi de aproximadamente 8,2 cm, 16,5 cm e 24,7 cm para 10%, 20% e 30% respectivamente. Para a segurança das participantes sempre houve uma pessoa para ampará-las, caso ocorresse um tropeço e desequilíbrio durante a tarefa de ultrapassagem. Além disso, o obstáculo foi confeccionado de forma que qualquer contato levasse-o a cair.

Foi solicitado às voluntárias que caminhassem quantas vezes desejassem em cada tarefa até se ambientarem, numa velocidade confortável, não

recebendo “feedback” de seus desempenhos durante o experimento. Elas eram orientadas a utilizar calçados fechados confortáveis e de uso habitual.

A ordem para realização das tarefas foi aleatória, por meio de sorteio realizado no momento do experimento. Esse procedimento foi tomado, a fim de se excluir a influência do aprendizado das tarefas e da adaptação às mesmas nos resultados. Cada participante executou três tentativas válidas para cada condição experimental, totalizando 21 tentativas randomizadas.

Análise estatística

Após o desenvolvimento de uma rotina no “software” Matlab (Mathworks Inc., Natick, MA, USA) para obtenção dos valores de cada variável em estudo, foram aplicados tratamentos estatísticos específicos sobre eles. Para análise dos resultados foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar se as variáveis eram aderentes à distribuição normal, com o nível de significância estipulado em 0,05. Confirmada a não aderência, optou-se então pela utilização de um teste não-paramétrico de análise de variância (ANOVA de Friedman) para detectar diferenças entre as variáveis. Para tanto foi utilizado o “software” BioEstat 3.0 com as variáveis dependentes pico 1, pico 2, vale, impulso vertical e tempo de apoio sendo tratados com dois fatores independentes (nível de atividade física e tarefa).

Resultados

Os resultados estão expressos na forma de tabelas contendo as médias e os desvios-padrão dos grupos em cada tarefa (TABELAS 1, 2 e 3). A representação gráfica das médias também foi realizada para permitir a melhor visualização do comportamento dos dados obtidos de acordo com os níveis de

dificuldade impostos pelo obstáculo comparados com a marcha livre. Os resultados estão apresentados em três seções. A primeira relaciona os dois grupos estudados, a segunda avalia o efeito da altura do obstáculo e a terceira compara as funções de suporte primário e secundário.

TABELA 1 - Variáveis obtidas pela plataforma de força durante a realização da marcha sem obstáculo.

Livre	Variáveis	Grupo I	Grupo II
		Sedentárias	Ativas
Sem obstáculo	Tempo de apoio	0,6s ± 0,3	0,4s ± 0,3
	Fz1 (Pico 1)	93% ± 11	102% ± 19
	Fz3 (Pico 2)	94% ± 10	100% ± 15
	Fz2 (Vale)	68% ± 8	61% ± 14
	Impulso vertical	69,80% ± 5,70	72,04% ± 11,25

O tempo de apoio está apresentado em segundos, e as demais variáveis em porcentagem do peso corporal (100%).

TABELA 2 - Variáveis obtidas durante a realização da marcha com o obstáculo posicionado antes da plataforma de força (P1, suporte secundário).

P1	Variáveis	Grupo I	Grupo II
		Sedentárias	Ativas
Obstáculo 10%	Tempo de apoio	0,7s ± 0,3	0,6s ± 0,4
	Fz1 (Pico 1)	92% ± 11*	114% ± 25*
	Fz3 (Pico 2)	94% ± 13	103% ± 18
	Fz2 (Vale)	70% ± 7	64% ± 13
	Impulso vertical	70,17% ± 6,22	76,12% ± 9,14
Obstáculo 20%	Tempo de apoio	0,8s ± 0,4	0,6s ± 0,4
	Fz1 (Pico 1)	92% ± 14	110% ± 17
	Fz3 (Pico 2)	93% ± 13	102% ± 10
	Fz2 (Vale)	67% ± 9	67% ± 10
	Impulso vertical	70,29% ± 6,65	75,99% ± 0,13
Obstáculo 30%	Tempo de apoio	0,8s ± 0,4	0,6s ± 0,4
	Fz1 (Pico 1)	92% ± 11	109% ± 27
	Fz3 (Pico 2)	95% ± 13	105% ± 17
	Fz2 (Vale)	69% ± 8	63% ± 11
	Impulso vertical	71,80% ± 5,36	75,10% ± 8,85

O tempo de apoio está apresentado em segundos, e as demais variáveis em porcentagem do peso corporal (100%). O símbolo * representa diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

TABELA 3 - Variáveis obtidas durante a realização da marcha com o obstáculo posicionado depois da plataforma de força (P2, suporte primário).

O tempo de apoio está apresentado em segundos, e as demais variáveis em porcentagem do peso corporal (100%). O símbolo * representa diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

P2	Variáveis	Grupo I Sedentárias	Grupo II Ativas
Obstáculo 10%	Tempo de apoio	0,8s \pm 0,4	0,6s \pm 0,4
	Fz1 (Pico 1)	105% \pm 11	111% \pm 19
	Fz3 (Pico 2)	99% \pm 12	109% \pm 20
	Fz2 (Vale)	66% \pm 9	52% \pm 17*
	Impulso vertical	73,56% \pm 5,77	73,31% \pm 12,87
Obstáculo 20%	Tempo de apoio	0,8s \pm 0,4	0,6s \pm 0,5
	Fz1 (Pico 1)	108% \pm 12	115% \pm 27
	Fz3 (Pico 2)	101% \pm 12	107% \pm 20
	Fz2 (Vale)	64% \pm 13	54% \pm 20
	Impulso vertical	74,88% \pm 5,90	75,37% \pm 15,14
Obstáculo 30%	Tempo de apoio	0,8s \pm 0,4	0,7s \pm 0,5
	Fz1 (Pico 1)	106% \pm 14	114% \pm 27
	Fz3 (Pico 2)	98% \pm 11	108% \pm 22
	Fz2 (Vale)	64% \pm 13	53% \pm 20
	Impulso vertical	74,44% \pm 5,82	74,88% \pm 15,29

Análise intergrupos

Foi encontrada diferença estatisticamente significativa apenas para a variável pico 1 (TABELA 2), durante a função de suporte secundário com o obstáculo na menor altura, e para a variável vale (TABELA 3) na função de suporte primário com o obstáculo à 10% do comprimento do membro inferior.

Efeito da altura do obstáculo (análise intragrupo)

A variável mais sensível ao efeito da altura do obstáculo foi o tempo de apoio. Tanto para o grupo ativo quanto para o sedentário, as alturas do obstáculo em 20% e 30% produziram diferenças estatisticamente significativas quando comparadas à marcha livre na função de suporte primário e secundário. Essa diferença também pôde ser verificada entre as alturas 10% e 30% durante a função de suporte secundário para ambos os grupos.

Com relação as variáveis dinâmométricas, de uma forma geral, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas apenas quando comparadas as alturas com a marcha livre. Fato este que demonstra não haver diferenças entre as alturas para as variáveis obtidas pelas forças de reação.

Houve diferença estatisticamente significativa com a marcha livre durante a função de suporte primário para os níveis de altura média e alta do obstáculo. Esta diferença foi observada com maiores magnitudes para as idosas sedentárias nas variáveis pico 1, impulso vertical e pico 2. Esta última variável também apresentou diferença para o grupo ativo quando comparou-se a marcha livre e o nível médio de dificuldade no suporte primário.

Função de suporte primário “versus” função de suporte secundário

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as funções de suporte primário e secundário para todas as variáveis dinâmométricas e o tempo de apoio, comparando-se o mesmo nível de altura do obstáculo.

Discussão

É amplamente divulgado na literatura o aumento de quedas na população idosa (KANNUS, PARKKARI, KOSKINEN, NIEMI, PALVANEN, JARVINEN & VUORI, 1999; ROGERS & MILLE, 2003) e em maior frequência nos indivíduos do gênero feminino (DIEËN, PIJNAPPELS & BOBBERT, 2005). A investigação de uma marcha mais complexa foi aqui explorada para entender os possíveis mecanismos que proporcionam tais acidentes e para, mais especificamente, identificar se a atividade física gera alguma influência no controle de situações de maior demanda durante a marcha do idoso.

Análise intergrupos

Os resultados estatisticamente significativos não forneceram conclusões categóricas a respeito do efeito da atividade física na marcha durante a negociação de obstáculos de mulheres idosas. O pico 1 apresentou diferenças na função de suporte secundário na altura baixa do obstáculo, indicando uma menor absorção das forças durante o contato inicial após a ultrapassagem do obstáculo para as voluntárias sedentárias. Aparentemente, elas realizam a negociação dos obstáculos com maior cautela mesmo em alturas mais baixas.

A variável vale, a qual representa o médio apoio da marcha, apresenta maiores magnitudes para o grupo fisicamente independente. Este comportamento foi observado na altura baixa do obstáculo durante a função de suporte primário, possivelmente indicando uma necessidade de transferência de peso maior para o membro inferior contralateral poder negociar com a perturbação imposta.

Contudo, empregando uma análise qualitativa nos gráficos é possível observar o comportamento da força de reação e do parâmetro temporal analisado de modo a constatar a existência de diferenças relevantes em outras variáveis e tarefas.

As idosas ativas apresentaram um tempo de apoio reduzido para todas as tarefas avaliadas. Esse fato está atrelado a uma maior velocidade (observada qualitativamente durante as coletas). Para se atingir velocidades mais altas são necessárias respostas de magnitudes maiores do solo contra o pé, tanto na fase de absorção quanto na fase de geração de forças (NIGG, 1986). As variáveis pico 1 e pico 2 reforçam o indício da velocidade ser maior para o grupo das ativas, visto que suas magnitudes são maiores que as verificadas no outro grupo.

Efeito da altura dos obstáculos (análise intragrupo)

Com o aumento da altura do obstáculo foi observado um aumento no tempo de apoio tanto durante a função de suporte primário quanto secundário para as alturas média e alta em ambos os grupos. Esse comportamento é esperado na medida em que alturas mais elevadas aumentam o percurso a ser efetuado pelos pés que realizam a ultrapassagem do obstáculo. Consequentemente, o membro de suporte, necessita fornecer a devida sustentação até o membro de abordagem atingir o solo novamente. Esses resultados concordam com os encontrados por BEGG, SPARROW e LYTHGO (1998) os quais também relacionam os aumentos do tempo de apoio e da altura com a diminuição da velocidade. Eles sugerem que mais tempo é requerido para gerar e absorver as grandes forças associadas com a ultrapassagem de obstáculos mais altos.

Ainda com relação o tempo de apoio, a altura correspondente a 10% do comprimento do membro inferior não se apresentou como perturbação ambiental suficiente para diferir da marcha livre. Esse fato é também observado para as outras variáveis oriundas da força de reação do solo para o grupo ativo. Porém, para o grupo fisicamente independente, na função de suporte primário, houve diferenças com a marcha livre para o pico 2 e o impulso vertical. A partir desses resultados pode-se sugerir que as pessoas que realizam atividade física não consideram os obstáculos baixos como uma tarefa de marcha mais complexa.

Não foi observado para os três níveis de altura estipulados diferenças estatisticamente significativas nas variáveis obtidas pela dinamometria. Este fato nos leva para duas hipóteses: ou as idosas negociam obstáculos de diferentes alturas de forma semelhante, ou as alturas do obstáculo selecionadas para este estudo não diferiram realmente uma das outras a ponto de gerarem diferentes adaptações no movimento de ultrapassagem de obstáculos.

Função de suporte primário “versus” função de suporte secundário

BEGG, SPARROW e LYTHGO (1998) observaram que com o aumento da altura do obstáculo o comprimento da passada aumenta e a velocidade de ultrapassagem diminui. Além disso, constataram

que existem diferenças entre o tempo de apoio das fases de suporte, em que a função de suporte primário apresenta um aumento do tempo com alturas mais elevadas quando comparado com a função de suporte secundário. Eles justificam, através da maior magnitude do pico 2 apresentada pela perna na função de suporte secundário, que esse aumento é necessário para que haja tempo para gerar impulso vertical suficiente para a ultrapassagem da perna contralateral. Em nosso estudo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as funções de suporte. Todavia, através de uma análise qualitativa é possível verificar que para as variáveis pico 1 e pico 2, a fase de abordagem primária gerou maiores magnitudes que a fase de abordagem secundária, fatos que corroboram com os dados encontrados

por BEGG, SPARROW e LYTHGO (1998). Entretanto, comparando-se a magnitude do pico 2 dos dois grupos presentes nesse estudo com os dos participantes (adultos) do estudo acima citado é notável a discrepância entre eles. Enquanto neste último os valores do pico 2 aumentam de acordo com o aumento da altura do obstáculo, as idosas praticamente mantém inalterado o valor alcançado para a altura baixa de obstáculo. Esse é um fato extremamente relevante na medida em que o pico 2 representa a fase de propulsão do pé e este impulso vertical precisa ser suficiente para assegurar que a elevação e o momento de progressão do centro de massa seja adequado. Se a elevação do membro for ineficiente, somado com a progressiva deterioração da massa muscular com o envelhecimento, o risco de tropeço e posterior queda é elevado.

Conclusão

Para a amostra utilizada neste estudo, observou-se que a atividade física auxiliou na negociação de obstáculos durante a marcha. As idosas sedentárias optaram por uma estratégia mais segura na negociação de obstáculos, detectada pelas menores magnitudes das variáveis dinâmométricas juntamente com um maior tempo de apoio.

Conclui-se, portanto, que o estudo das variáveis da componente vertical da força de reação do solo forneceu informações importantes para a compreensão da negociação de obstáculos em mulheres idosas ativas e sedentárias, e sugere-se que programas voltados para idosos incluam exercícios mais específicos sobre negociação de obstáculos.

Abstract

Dynamometric study of gait in elderly subjects stepping over obstacles

The present study aimed to investigate the gait during obstacle negotiation in physically active and in sedentary elderly women with the purpose of identifying adaptations performed by both groups when facing a more complex gait task. Twenty healthy participants were divided into active and sedentary groups. A force plate was used to assess the vertical orthogonal component of ground reaction forces during gait: peak and minimum forces, vertical impulse and foot support time. Such variables were analyzed during two distinct gait protocols: unobstructed gait and gait with obstacles positioned at 10%, 20%, and 30% of the participants lower limb height. The obstacle was also positioned prior to and after the force plate, so two different functions of the same lower limb were assessed. The results are presented in three sections: the first one described the two groups (no statistical difference observed), the second reported the effect of obstacle height (where the 10% height was already a challenging obstacle for the sedentary group), and the third compared the lower limb functions of primary and secondary support (no statistical difference observed). It was concluded that physical activity assisted on obstacle negotiation during gait. The sedentary elders opted to engage in a safer strategy of obstacle negotiation, observed by lesser magnitudes of the dynamometric variables along with the foot support time.

UNITERMS: Gait; Aging; Ground reaction force; Physical activity; Obstacle negotiation.

Referências

- BEGG, R.K.; SPARROW, W.A.; LYTHGO, N.D. Time-domain analysis of foot-ground reaction forces in negotiating obstacles. *Gait and Posture*, Oxford, v.7, p.99-109, 1998.
- BRUCKI, S.M.D.; NITRINI, R.; CAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P.H.F.; OKAMOTO, I.H. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, São Paulo, v.61, n.3B, p.777-781, 2003.
- CHEN, H.C.; ASHTON-MILLER, J.A.; ALEXANDER, N.B.; SCHULTZ, A.B. Effects of age and available time on ability to step over an obstacle. *Journal of Gerontology*, Saint Louis, v.49, p.227-33, 1994.
- DIEËN, J.H.; PIJNAPPELS, M.; BOBBERT, M.F. Age-related intrinsic limitations in preventing a trip and regaining balance after a trip. *Safety Science*, Amsterdam, v.43, p.437-53, 2005.
- FOLSTEIN, M.F.; FOLSTEIN, S.E.; MCHUGH, P.R. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, Oxford, v.12, n.3, p.189-98, 1975.
- HAHN, M.E.; CHOU, L.S. Age-related reduction in sagittal plane center of mass motion during obstacle crossing. *Journal of Biomechanics*, New York, v.3, p.837-44, 2004.
- HALE, W.A.; DELANEY, M.J.; MCGAGHIE, W.C. Characteristics and predictors of falls in the elderly patients. *Journal of Family Practice*, New York, v.34, p.577, 1992.
- KANNUS, P.; PARKKARI, J.; KOSKINEN, S.; NIEMI, S.; PALVANEN, M.; JARVINEN, M.; VUORI, I. Fall-induced injuries and deaths among older adults. *Journal of the American Medical Association*, Chicago, v.281, n.20, p.1895-9, 1999.
- KERRIGAN, D.C.; LEE, L.W.; NIETO, T.J.; MARKMAN, J.D.; COLLINS, J.J.; RILEY, P.O. Kinetic alterations independent of walking speed in elderly fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Chicago, v.81, p.730-5, 2000.
- LAMOUREUX, E.; SPARROW, W.A.; MURPHY, A.; NEWTON, R.U. The effects of improved strength on obstacle negotiation in community-living older adults. *Gait and Posture*, Oxford, v.17, p.273-83, 2003.
- MASUD, T.; MORRIS, R.O. Epidemiology of falls. *Age and Ageing*, London, v.30, p.3-7, 2001.
- MENZ, H.B.; LORD, S.R.; FITZPATRICK, R.C. Age-related differences in walking stability. *Age and Ageing*, London, v.32, p.137-42, 2003.
- NIGG, B.M. *Biomechanics of running shoes*. Champaign: Human Kinetics, 1986.
- PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed "up and go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of American Geriatrics Society*, New York, v.39, p.142-8, 1991.
- PRINCE, F.; CORRIVEAU, H.; HÉBERT, R.; WINTER, D. Gait in the elderly. *Gait and Posture*, Oxford, v.5, p.128-35, 1997.
- ROGERS, M.W.; MILLE, M.L. Lateral stability and falls in older people. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, New York, v.31, n.4, p.182-7, 2003.
- SCHILLINGS, A.M.; MULDER, TH.; DUYSSENS, J. Stumbling over obstacles in older adults compared to young adults. *Journal of Neurophysiology*, Washington, v.94, p.1158-68, 2005.
- SCHRODT, L.A.; MERCER, V.S.; GIULIANI, C.A.; HARTMAN, M. Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task conditions. *Gait and Posture*, Oxford, v.19, p.279-87, 2004.
- SHUMWAY-COOK, A.; BRAUER, S.; WOOLLACOTT, M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up & go test. *Physical Therapy*, Albany, v.80, n.9, p.896-903, 2000.
- SPIRDUSO, W.W. *Physical dimension of aging*. Champaign: Human Kinetics, 1995.
- WINTER D.A. *The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological*. Waterloo: University of Waterloo Press, 1991.

ENDEREÇO

Lígia Yumi Mochida
R. Agnello Machi, 326
08790-290 - Mogi das Cruzes - SP - BRASIL
e-mail: yumi_mochida@yahoo.com.br

Recebido para publicação: 16/05/2008

Revisado : 22/09/2008

Aceito: 10/12/2008