



CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS TEMPORO-ESPACIAIS DA MARCHA EM IDOSAS PRATICANTES DE DIFERENTES MODALIDADES DE EXERCÍCIOS

Luciana Arantes*, Flávia Coelho*, Priscila Silva*, Geni Costa**, LÍlian Teresa Bucken Gobbi***

*Discente do programa de Ciências da Motricidade pela Universidade Estadual Paulista

**Docente do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia

***Docente do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista

e-mail: lumarantes@hotmail.com

Abstract: This study aimed to analyze the kinematics variables of the elderly women gait who practice strength training from the project Physical Activities and Fun Activities for the Elderly, based as reference the parameters analyzed on elderly women who practice hydro gymnastics, identifying the space-time variables: Total time of walking (TT); Cadence (CA); Step's Length (SL); Average Linear Speed (ALS); Double Support Time (DS); Simple Support Time (SS). The research was performed by 46 elderly women (23 elderly women who practice strength training and 23 elderly women who practice hydro gymnastics) at average age of 67, 5 years old. The volunteers walked through a 15 meters path, but only 10 meters were analyzed as the initial acceleration and final deceleration were not considered because they could influence the data analysis. The statistical method used for the analysis of the data was the "t de Student" to independent samples ($p < 0.05$). The strength training volunteers achieved greater performance when compared to the hydro gymnastics volunteers. The variables SL, DS and SS obtained significant values due to the strength training and the variables CA, TT and ALS were not statistically significant, through these average values achieved it is important to stand out that the performance of the strength training volunteers is well noted greater.

Key words: Elderly; Gait; Kinematics; Strength training; Hydrogymnastics.

Introdução

Durante o último século, a estrutura etária da sociedade mudou de modo que a porcentagem de pessoas idosas hoje é mais alta que anteriormente. A população, que até então consistia em uma minoria, passou a ser alvo de preocupação e atenção por parte dos governos de vários países, estudiosos e pesquisadores¹.

O aumento da proporção de idosos na população brasileira traz à tona a discussão a respeito dos fatores incapacitantes nessa faixa etária. Dentre estes fatores,

destaca-se a ocorrência de quedas, bastante temida pela maioria das pessoas idosas por suas conseqüências como fraturas, restrição de atividades, declínio na saúde e aumento do risco de institucionalização².

O processo de envelhecimento humano vem normalmente acompanhado de um declínio das funções gerais e a função motora está comprometida em menor ou maior grau nos indivíduos idosos. O declínio no desempenho motor com a idade está associado a profundas alterações na unidade motora, caracterizadas por degeneração dos elementos neurais, reorganização dos componentes restantes e alterações nas propriedades de cada unidade motora. A unidade motora sobrevivente tenta se adaptar reorganizando-se de forma compensatória aumentando seu tamanho, ou seja, sua razão de inervação. Um número maior de fibras musculares passa a ser inervada por essa unidade motora e uma nova e diferente taxa de descarga é produzida em resposta às adaptações que ocorreram no sistema neuromuscular da pessoa envelhecida^{3,4}.

Mudanças acontecem nas propriedades da fibra muscular e na porcentagem total dessas fibras com o envelhecimento. Após os 60 anos, o ritmo de perda de fibras musculares se acelera levando a uma atrofia e conseqüente perda de força muscular⁵.

A diminuição da massa muscular foi denominada sarcopenia⁶. O declínio é maior nas fibras musculares do tipo II, as quais caem de uma média de 60% em homens jovens e sedentários para abaixo de 30% após a idade de 80 anos⁷. As fibras musculares são substituídas por tecido conjuntivo, ocorrendo então um aumento do colágeno intersticial no músculo do idoso. Com essa perda de fibras, ocorre também uma diminuição da força muscular, que pode causar a diminuição da amplitude do movimento e aumento do tônus⁸. A diminuição mais expressiva da força se dá nos músculos dos membros inferiores, principalmente de ação antigraavitacional, como os músculos do quadríceps, extensores do quadril e dorsiflexores do tornozelo⁹.

Componentes articulares e periarticulares tornam-se menos flexíveis em decorrência de pequenas alterações morfológicas, anatômicas e bioquímicas em suas estruturas. Essas modificações podem gerar



desestabilização biomecânica da marcha, este é um componente importante do desempenho motor, sendo influenciado pelas diferentes alterações fisiológicas ou patológicas nesses sistemas⁸.

Mudanças que ocorrem na função neuromuscular dos membros inferiores devido ao aumento da idade são fatores contribuintes para alteração na marcha e intermitentes quedas nos idosos.

O andar é a forma de locomoção mais utilizada pelos seres humanos e abrange a participação de grupos musculares do corpo. Dessa forma, o comprometimento no desempenho do sistema neuromuscular em idosos influencia diretamente a coordenação e o equilíbrio durante a marcha, aumentando o risco de quedas. As quedas estão entre as maiores causas de morbidade e mortalidade em idosos¹⁰.

A marcha pode ser definida como meio de locomoção realizado por intermédio de movimentos alternados das pernas. Ocorre na posição ereta e envolve a manutenção da postura em pé e o controle da projeção do centro de massa. A análise da marcha foca dois ciclos: apoio simples (um pé em contato com o solo) e duplo apoio (os dois pés em contato com o solo)¹¹. A marcha sofre algumas alterações com a idade: diminuição da velocidade e do comprimento do passo; aumento da amplitude da base de sustentação e do tempo do duplo apoio; diminuição da flexão do tronco e da flexão dos joelhos e da amplitude de movimento do tornozelo⁸.

A contribuição muscular dos membros inferiores durante a marcha acontece da seguinte forma: durante o contato inicial do pé com a superfície de apoio, observa-se um alto nível de atividade nos dorsiflexores e isquiotibiais; no apoio médio, o glúteo mínimo, glúteo médio e o grupo quadríceps femoral tornam-se mais ativos, no desprendimento do pé com o solo, os músculos intrínsecos do pé e o glúteo máximo são os mais ativos. Na fase de balanço, o íliopsoas e o tensor da fáscia lata estão ativos e, no final da fase de balanço, a atividade dos extensores é moderada¹².

À proporção que os músculos enfraquecem, constata-se diminuição do comprimento da passada, desaceleração na velocidade de caminhada e declínio progressivo na carga que os músculos conseguem erguer¹¹. A diminuição do comprimento do passo é a causa provável da diminuição da eficiência da marcha nos idosos e deve-se à diminuição da rotação pélvica, flexão e extensão do quadril¹³.

O treinamento resistido exerce um papel importante na melhora do desempenho físico pelo aumento da força muscular, potência e velocidade, hipertrofia, resistência muscular localizada, equilíbrio e coordenação¹⁴. Com o aumento da idade, o treinamento resistido pode evitar a perda de massa muscular e até mesmo promover seu desenvolvimento, diminuindo os riscos de lesões e quedas¹⁵. Entretanto, as atividades aeróbicas de baixo impacto (caminhar, natação, ciclismo, hidroginástica), estão associadas com menor risco de lesões. Evidências científicas têm demonstrado que a prática regular da hidroginástica desenvolve a capacidade cardiorrespiratória, aumentando o consumo máximo de oxigênio e a vascularização do miocárdio, repercutindo também em melhorias na pressão arterial, de

repouso^{16,17}. Pelo fato desta atividade envolver baixo impacto, ela não proporciona aumentos específicos na força muscular, como os exercícios resistidos¹⁸.

Porém, fortalecer músculos fracos é fundamental para obter um equilíbrio muscular em torno da articulação. Pessoas que realizam exercícios resistidos regularmente para manter os músculos do quadríceps mais fortes podem ajudar a diminuir a degeneração sobre a articulação do quadril e do joelho, controlando o impacto sobre o solo durante a marcha. A individualização do programa é de extrema importância no treinamento resistido, e, quando se trata da prescrição de exercícios para a população idosa, deve-se levar em consideração a capacidade funcional e os medicamentos da mesma. Diretrizes de segurança devem ser seguidas e exercícios eficazes prescritos para que haja qualidade no programa proposto¹⁹.

Fiatarone²⁰ em um estudo longitudinal avaliou indivíduos idosos de 86-96 anos que participavam de um programa de treinamento de oito semanas para fortalecer a musculatura de membros inferiores (vaso lateral, vasto medial e reto femural), que mostraram melhora, em média, de 174% na força e 48% na velocidade do passo.

Distúrbios da marcha em idosos constituem fatores de risco para problemas tão sérios como quedas e perda de autonomia na realização das atividades de vida diárias, comprometendo a qualidade de vida e promovendo um elevado custo social à sociedade. Infelizmente, lesões e fatalidades relacionadas a quedas, acometem grande parcela dos idosos, devido ao fato dessa população ter um sistema motor debilitado durante a deambulação¹⁰.

Melo et al.²¹ analisaram as características dinâmicas da marcha do idoso, considerando a prática de atividade física e histórico de quedas. Foram avaliados 21 indivíduos (17 mulheres e 4 homens), com média de idade de $69,8 \pm 3,7$ anos. Diante dos resultados, concluiu-se que os idosos apresentaram redução do primeiro e segundo pico de força e aumento do tempo de duplo apoio em relação aos adultos. Os idosos com histórico de quedas apresentaram diferenças na magnitude das forças entre o lado forte e fraco nas variáveis: taxa de aceitação de peso, força de suporte médio e aumento do tempo de duplo apoio no lado fraco. Os autores destacaram que, embora ocorram alterações na marcha com o envelhecimento, estas são menores nos idosos sem histórico de quedas e praticantes de atividades físicas.

Considerando-se a importância de abordagens preventivas na população em discussão e os efeitos benéficos da atividade física em indivíduos idosos saudáveis, o presente estudo teve como objetivo analisar e comparar as variáveis espaciais, temporais e espaço-temporais da marcha entre grupos de idosos que participam de exercícios resistidos de musculação e idosos que participam de um programa de hidroginástica do projeto AFRID (Atividades Físicas e Recreativas para Terceira Idade).

Além da contribuição acadêmica, um estudo, com os objetivos expressos acima, contribuirá para fundamentar intervenção profissional mais efetiva resultando em benefício na qualidade de vida de idosos.

Materiais e Métodos

Quarenta e seis idosas ativas da comunidade, com média de idade de $67,5 \pm 7,23$ anos, foram convidadas a participar do estudo, sendo igualmente distribuídas em dois grupos: grupo musculação=GM (n=23), e grupo hidroginástica=GH (n=23), praticantes de atividade física há pelo menos um ano. Foram excluídos os sujeitos que apresentaram condições clínicas contraindicativas à atividade em questão.

O GM realizava atividades três vezes por semana com duração de 50 minutos. Os exercícios para membros inferiores realizados na sala de musculação foram: agachamento parcial com halteres, Leg Press e Mesa Flexora. O GH realizava atividades três vezes por semana, intensidade leve com duração de 50 minutos, sendo cinco minutos de aquecimento, 20 minutos de exercícios aeróbios, 20 minutos de exercícios de resistência e cinco minutos de alongamento. Todas as participantes foram informadas sobre os objetivos e procedimentos do estudo e, após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, foram convidadas a realizar o seguinte procedimento. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Protocolo n°. 108/05).

A análise de marcha foi realizada na quadra poliesportiva da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia (FAEFI-UFU), utilizando-se um percurso de 15 metros, previamente demarcado com cones. Os 10 metros centrais do percurso, demarcados no solo, foram considerados para análise, com a finalidade de eliminar os efeitos da aceleração inicial e da desaceleração final. Individualmente, as participantes foram convidadas a andar, na velocidade preferida, o percurso de 15 metros. Todas as voluntárias realizaram duas tentativas. Sendo considerada para análise a média das duas tentativas.

Uma filmadora digital foi colocada no 8º metro do percurso a uma distância de 5 metros. A área de captura da filmadora permitiu coletar um ciclo completo, no plano sagital direito, começando pelo contato do calcanhar no solo e terminando com o próximo contato do mesmo calcanhar no solo. Identificaram-se as seguintes variáveis dependentes: Tempo total de andar (TT), Comprimento da passada (CP); Tempo de Duplo Suporte (DS); Tempo de Suporte Simples (SS); Cadência (CA); e velocidade linear média (VM).

As variáveis dependentes foram analisadas da seguinte forma:

- Tempo total de andar (TT): tempo gasto para percorrer 10 metros demarcados no solo, mensurado por meio de um cronômetro digital da marca Technos® com precisão de milésimos de segundo e apresentado em segundos;
- Cadência (CA): o número de passos, em 10 metros, dividido pelo TT, expressa em passos por segundo;
- Comprimento do Passo ou da passada (CP): calculado pela divisão da distância total (10 metros) pelo número de ciclos, apresentado em metros;
- Velocidade linear média (VM): calculada por meio da divisão da distância total (10 metros) pelo TT, expressa em metros por segundo;

e) Tempo de Duplo Suporte (DS): no ciclo de passada filmado, corresponde ao número de quadros em que ambos os pés estavam em contato com o solo, multiplicado por 0,033 e apresentado em segundos;

f) Tempo de Suporte Simples (SS): no ciclo de passada filmado, corresponde ao número de quadros em que apenas o pé direito estava em contato com o solo, multiplicado por 0,033 e expresso em segundos.

Para o tratamento dos dados foi utilizada estatística descritiva (média e desvio-padrão). Uma vez constatada a distribuição normal dos dados, através do teste de Shapiro Wilk, foi aplicado o teste *t* Student para amostras independentes para verificar possíveis diferenças entre os grupos nas condições iniciais. Com o nível de significância $\alpha < 0,05^{22}$.

Resultados

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2, conforme pode ser observado abaixo:

Tabela 1. Valores médios (DP) e valores de “p” por variável dependente e por grupo.

Variáveis	GH	GM	P
Tempo (s)	5,57(0,58)	5,25 (0,88)	0,3657
Passada (m)	1,46 (0,11)	1,54 (0,16)	0,025*
Cadência (p/s)	1,08 (0,07)	1,08 (0,13)	0,705
Velocidade (m/s)	1,67 (0,17)	1,72 (0,30)	0,2217

*Significância estatística.

Ao analisar as variáveis dependentes dos dois grupos GH e GM (Tabela 1), foi possível observar que o tempo total em segundos e a cadência (passos por segundo) por meio da média foram menores no GM. O comprimento da passada em metros e a velocidade linear média (m/s) apresentaram valores maiores no GM quando comparados ao GH. Porém, apenas o comprimento da passada apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores médios (DP) e valores de “p” do SS e do DS, em cada grupo.

Variáveis	GH	GM	P
Suporte simples (s)	0,23 (0,05)	0,17 (0,05)	0,0005*
Suporte duplo(s)	0,07 (0,02)	0,05 (0,01)	0,0002*

*Significância estatística.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios de tempo de suporte simples (SS) e de tempo de duplo apoio (DS) foram significativamente menores no GM quando comparados com os valores do GH ($p < 0,05$).

Discussão

Os resultados deste estudo mostraram que as voluntárias da musculação apresentaram, na maioria das variáveis analisadas, melhor desempenho quando comparadas às voluntárias da hidroginástica.

Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre a velocidade linear média desempenhada durante o percurso na comparação entre os grupos, no entanto as voluntárias do GM apresentaram comprimento de passada significativamente maior que as voluntárias do GH. Considerando que a amplitude e frequência de passada são parâmetros que se relacionam diretamente com a velocidade²², para que a voluntária mantivesse a mesma velocidade era esperado que a frequência de passada fosse menor, contudo, ainda que haja tendência a valores menores de frequência de passada para o GM, a diferença não foi significativa. Maiores valores de comprimento e menores valores de frequência de passada são encontrados em adultos jovens quando comparados a idosos e também quando se compara idosos não-caidores e caidores²³. Assim, a estratégia de movimento desempenhada pelo grupo GM aproxima-se da estratégia de grupos com melhor condição física e com menor risco de quedas^{24,25}.

Ao comparar as variáveis, observou-se que os benefícios adquiridos em um treinamento de força como melhora na aptidão física (força muscular) e nas habilidades motoras (equilíbrio e coordenação) foram um dos fatores que influenciaram a execução da tarefa. Segundo Aveiro et al²⁶ um programa de treinamento com pesos é eficiente para o fortalecimento dos músculos flexores plantares e dorsiflexores do tornozelo e melhora do equilíbrio.

Partindo do princípio de que, o tempo de duplo suporte (DS) é crescente com o aumento da idade, as idosas praticantes de treinamento de força apresentaram o DS menor que as idosas praticantes de hidroginástica. Assim, a força muscular de membros inferiores é um fator essencial para redução (ou para impedir o aumento) do DS com o envelhecimento. Já o SS também se apresentou menor, devido ao aumento da força muscular e, conseqüentemente, pela maior velocidade linear média da marcha. Estes achados concordam com o estudo realizado por Teixeira et al²⁷, no qual os autores verificaram os aspectos biomecânicos do caminhar em idosos, este estudo também apontou para as fases de apoio maiores ($71,42 \pm 5,82\%$ do ciclo) e de balanço menores ($35,97 \pm 2,90\%$ do ciclo) nesses sujeitos do que para populações mais jovens. Os autores pressupõem que nessa população existe uma necessidade maior de buscar segurança na manutenção do equilíbrio dinâmico.

Considerando a análise estatística, observou-se que as variáveis: comprimento da passada, tempo de duplo suporte e tempo de suporte simples obtiveram valores significativos ($p < 0,05$), ou seja, houve diferença significativa entre os dois grupos analisados. Essa diferença pode ser compreendida pela realização do treinamento de força.

Em relação às variáveis: frequência da passada, tempo total e velocidade linear, os valores obtidos não foram estatisticamente significativos, ou seja, não houve diferença significativa entre os dois grupos analisados. Porém, é importante ressaltar que, por meio dos valores obtidos na média, foi notório o melhor desempenho das voluntárias da musculação, tendo como causas justificáveis ao desempenho adquirido por meio do treinamento de força e grande relevância nos fatores anteriormente citados (força muscular, equilíbrio e coordenação) como propõe Fiatarone et al.²⁸ em seu estudo no qual investigaram que idosos frágeis após realizarem um treinamento de força durante 10 semanas (80% RM), obtiveram aumentos significativos na força muscular. Fleck & Kraemer⁷ enfatiza que o aumento da força muscular está associado ao aumento da velocidade de caminhada, na potência para subir escadas, no equilíbrio e na atividade espontânea em geral.

Conclusão

A contribuição deste trabalho foi oferecer uma percepção acerca das variáveis biomecânicas da marcha que são prejudicadas com o processo normal de envelhecimento, mas que podem ser modificadas com a prática de exercícios resistidos.

Baseado na consideração de que um músculo envelhecido pode aumentar sua força com a prática de exercícios e conseqüentemente melhorar as habilidades motoras durante a locomoção, sugere-se que educadores físicos elaborem e monitorem exercícios resistidos enfatizando o fortalecimento dos músculos de membros inferiores, podendo assim melhorar a marcha e eliminar um dos fatores de risco de quedas nos idosos.

Referências

1. Chaimowicz F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. Rev Saude Publica. 1997; 31: 184-200.
2. Tromp AM, Smit JH, Deeg LM, Bouter M, Lips P. Predictors for falls and fractures in the aging study Amsterdam. J Bone Miner Res. 1998; 13:1932-9.
3. Erim Z, Beg FM, Burk TD, De Luca CJ. Effects of Aging on Motor-Unit Control Properties. J Neurophysiol. 1999; 82:2081-2091.
4. Connelly DM, Rice CI, Roos MR, Vandervoort AA. Motor unit firing rates and contractile properties in tibialis anterior of young and old men. J Appl Physiol. 1999; 87(2): 843 – 852.



5. Vandervoort, AA. Alterações Biológicas e Fisiológicas. In Fisioterapia da Terceira Idade. São Paulo: Santos; 1998.
6. Shephard RJ. Envelhecimento, Atividade Física e Saúde. São Paulo: Phort; 2003.
7. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul; 2006.
8. Jacob FW, Ishizuka MA. Fatores de Risco para Quedas em Idosos. In: Diogo, MJ, Neri, AL, Cachioni, M, organizadores. Saúde e Qualidade de Vida na Velhice; 2004.
9. Tideiksaar R. Disturbances of Gait, balance, and the Vestibular System. In: Brocklehurst's Textbook of geriatric Medicine and Gerontology. 1683p., 5 ed., London: Churchill Livingstone; 1998.
10. Perracini MR, Ramos LR. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. Rev Saude Publica. 2002; 36 (6): 709-16.
11. Junior CMP, Heckmann M. *Distúrbios da Postura, Marcha e Quedas*. In: Tratado de Geriatria e Gerontologia. Editora Guanabara-Koogan; 2002.
12. Hamill J, Knutzen KM. Bases biomecânicas do movimento humano. 1ed. São Paulo: Manole; 1999.
13. Freitas, Neri, Caçado, Gorzoni & Rocha. Tratado de Geriatria e Gerontologia. Editora Guanabara-Koogan; 2002.
14. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36 (4): 674-688.
15. Mazo. Atividade Física e o Idoso. Porto Alegre: Sulina; 2001.
16. Mendonça A. Efeito da ginástica da hidroginástica sobre a aptidão cardiorrespiratória em mulheres idosas. Dissertação apresentada ao programa de Pós graduação da Universidade Católica de Brasília; 2002.
17. Bonachela V. Manual básico de hidroginástica. Rio de Janeiro: Sprint; 1994.
18. Ramos JM, Mansoldo AC. Efeito de 8 meses de hidroginástica em idosas com osteoporose. Rev Motriz. 2007; 13 (2): 114-119.
19. Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. 2ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
20. Fiatarone, MA. Combined exercise and dietary intervention to optimize body composition in aging. In: Harman D et al. Towards prolongation of the healthy life span. Annals of the New York Academy of Sciences Vol. 854. New York: New York Academy of Sciences, p.378-393; 1998.
21. Melo W, Rocha M, Silva A, Bona C, Tourinho H. Nível de força isocinética de mulheres idosas. Anais 5. Mercomovimento; Santa Maria. Santa Maria: UFSM, p. 100; 2004.
22. Hay JG. Biomecânica das técnicas desportivas. Ed. Interamericana, 2ed, Rio de Janeiro; 1981.
23. Kirkwood RN, Araújo PA, Dias CS. Biomecânica da marcha em idosos caídores e não caídores: uma revisão da literatura. R. Bras. Ci e Mov. 2006; 14(4): 103-110.
24. Watelain E, Barbier F, Allard P, Thevenon A, Angue JC. Gait pattern classification of healthy elderly men based on biomechanical data. Arch Phys Med Rehabil. 2000; 81: 579-86.
25. Barak Y, Wagenaar RC, Holt KG. Gait Characteristics of Elderly People with a History of Falls: A Dynamic Approach. Phys Ther. 2006; 86: 1501-1510.
26. Aveiro MC, Navega MT, Granito RN, Driusso P, Oishi J. Efeito do treinamento de resistência e equilíbrio em mulheres portadoras de osteoporose. Anais 11. Congresso Brasileiro de Biomecânica; João Pessoa. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Biomecânica; 2005.
27. Teixeira CS, Link DM, Ribeiro JK, Costa VP, Mota CB. Aspectos biomecânicos do caminhar em idosos. Anais 17. Jornada Acadêmica Integrada, Santa Maria. Santa Maria: UFSM; 2002.
28. Fiatarone MA, O'Neil EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, Roberts SB, Kehayias JJ, Lipsitz LA, Evans WJ. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. N Engl J Med. 1994; 330:1769-75.

