Recebido em: **12/03/2012** Emitido parece em: **04/04/2012** **Artigo original**

ANÁLISE BIOMECÂNICA DA MARCHA E CAPACIDADE FUNCIONAL DE IDOSOS PRATICANTES E NÃO PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO

Glauce Gonzaga Silva[1], Anderson Clóvis da Silva[1], Alex Souza Soares[1], Marcela Campos de Avellar[1], Vânia Cristina dos Reis Miranda[1].

RESUMO

O crescimento da população idosa no Brasil é evidente. O envelhecimento leva a um aumento da incidência de condições como a sarcopenia que consequentemente causam perda da autonomia. Nota-se também que, à medida que se envelhece, surgem alterações da marcha e na capacidade funcional do idoso. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a capacidade funcional e o comportamento biomecânico da marcha de idosos praticantes e não praticantes de musculação. A amostra foi composta por 10 idosas divididas em dois grupos: (PRAT MUS), com 5 voluntárias com média de idade de 67,6 anos e (NÃO PRAT), com 5 voluntárias com média de idade de 64,4 anos. As variáveis biomecânicas da marcha foram obtidas através do *software Quintic Player* ® v.9. 04 e analisadas pelo *software Imagej*® e utilizou-se o Protocolo de Cerny utilizado por Henriques et a., (2003). Para a avaliação da capacidade funcional, foi analisada a agilidade e equilíbrio dinâmico através de um dos testes da AAHPERD. O grupo (PRAT MUS) apresentou os melhores resultados em todas as variáveis biomecânicas estudadas, o que concorda com os autores estudados e sugere que a realização de exercícios resistidos, além de todos os benefícios associados à sua prática regular, pode proporcionar efeitos importantes à qualidade e funcionalidade da marcha.

Palavras-chave: Biomecânica, análise de marcha, idosos, capacidade funcional.

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF GAIT AND FUNCTIONAL ABILITY OF ELDERLY PRACTITIONERS AND NON BODYBUILDERS

ABSTRACT

The growth of the elderly population in Brazil is evident. The aging leads to an increased incidence of conditions such as sarcopenia which consequently lead to loss of autonomy. Note also that, as you get older, there are changes in gait and functional capacity of the elderly. This research aimed to analyze the functional gait and biomechanical behavior of elderly practitioners and non bodybuilders. The sample consisted of 10 elderly divided into two groups: (PRAT MUS), with five volunteers with a mean age of 67.6 years (NOT PRAT), with five volunteers with a mean age of 64.4 years. The biomechanical variables of gait were obtained through the Quintic ® Player software v.9. 04 and analyzed by ImageJ ® software was used and the protocol used Henriques et a., (2003). For the assessment of functional capacity, we analyzed the agility and dynamic balance through a AAHPERD test. The group (PRAT MUS) showed the best results in all biomechanical variables studied, which agrees with the authors studied and suggests that performing resistance exercises, plus all the benefits associated with regular practice, can provide important effects on the quality and functionality of the gait.

Keywords: Biomechanics, gait analysis, elderly, functional capacity.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população idosa no Brasil é evidente. Estima-se que, em 2025, o Brasil será o sexto país no mundo com o maior número de idosos. O envelhecimento leva a um aumento da incidência de doenças crônicas que, se não tratadas ou controladas adequadamente, podem gerar sequelas permanentes, que consequentemente causam perda da autonomia e independência funcional do idoso (RAMOS, 2003).

Com o passar dos anos, verifica-se uma perda progressiva da eficiência dos órgãos e tecidos do organismo humano, em diferentes graus de declínio, devido à perda de força muscular e massa muscular (sarcopenia) dificultando o equilíbrio (FARIA e MACHALA, 2003).

Alterações da marcha são problemas frequentes à medida que se envelhece, assim a análise de marcha é um dos principais recursos utilizados para se detectar problemas funcionais relacionados a locomoção. A cinemetria é um método de captação de imagem de um movimento ou de uma atividade em específico, possibilitando a obtenção de informações de medidas e a execução de cálculos sobre parâmetros cinemáticos do movimento. Na análise da marcha, a cinemática é usada para conhecer deslocamentos, velocidades, acelerações e ângulos do corpo dos segmentos corporais. (AMADIO e SERRÃO, 2007).

O instrumento básico para medidas cinemáticas é baseado em câmeras de vídeo e marcadores fixos em determinadas regiões do corpo que registram a imagem do movimento e então, através de *software* específico, determinam as variáveis cinemáticas de interesse (AMADIO e SERRÃO, 2007).

Este estudo trata-se de uma análise comparativa entre idosos praticantes e não praticantes de musculação, no qual foi analisada a marcha e sua funcionalidade.

Em função do grande aumento da população de idosos no Brasil e no mundo, surge a necessidade de um maior número de estudos e pesquisas sobre esta classe, que busca cada vez mais uma maior longevidade e qualidade de vida. Alterações da marcha são problemas frequentes à medida que se envelhece. Melhorar ou mesmo manter uma marcha funcional é uma tarefa desafiadora e de grande preocupação para os profissionais de saúde (MAKI, 1997).

A análise da marcha diagnostica alterações musculoesqueléticas e neuromusculares que possam vir a afetar a capacidade funcional dos idosos. Esta análise é realizada em diversos laboratórios do mundo, porém pouco difundida no Brasil devido à falta de pessoas capacitadas em realizá-la e interpretá-la (PERRY, 2005).

Infelizmente, lesões e fatalidades relacionadas a quedas, acometem grande parcela dos idosos, devido ao fato dessa população ter um sistema motor debilitado durante a deambulação (FREITAS JÚNIOR e BARELA, 2006).

A musculação para idosos é um dos principais meios de minimizar as perdas da massa magra. Alguns estudos realizados confirmaram que pessoas acima de 90 anos tiveram um ganho de força considerável melhorando a saúde e a capacidade funcional, tornando-se menos dependentes (CAMPOS, 2004).

De acordo com Gallahue (2001), à medida que as pessoas envelhecem, surgem alterações da estrutura musculoesquelética, a massa muscular diminui à medida que o tamanho das fibras musculares declina durante a meia-idade e junto com a massa a muscular também sofre perdas.

Segundo Corazza (2001), com a perda de fibras musculares, a fraqueza muscular é inevitável, a amplitude dos movimentos e mobilidade articular é alterada com o envelhecimento, o que torna a vida do idoso ainda mais restrita e complexa.

Campos (2004) afirma que a capacidade funcional pode ser melhorada trabalhando seus componentes (força muscular, potência, resistência, flexibilidade e amplitude de movimento) separados ou em conjunto.

Embora o conceito de capacidade funcional seja bastante complexo abrangendo outros como os de deficiência, incapacidade, desvantagem, autonomia e independência, na prática trabalha-se com o conceito de capacidade/incapacidade. A incapacidade funcional define-se pela presença de dificuldade no desempenho de certos gestos e de certas atividades da vida cotidiana ou mesmo pela impossibilidade de desempenhá-las (RAMOS, 1993).

Com o crescente aumento do número de idosos, surge uma maior necessidade de utilização de instrumentos de avaliação funcional. Tal utilização, no entanto, deve ser comparável entre os diversos estudos e diferentes realidades. O Índex de Independência nas Atividades de Vida Diária (AVD), desenvolvido por Sidney Katz, é um dos instrumentos mais antigos e também dos mais citados na literatura nacional e internacional. Diferentes publicações têm mostrado, no entanto, versões modificadas do referido instrumento, dificultando aos leitores sua correta utilização (PAVARINI, 2000).

Entre os idosos, as condições crônicas tendem a se manifestar de forma mais expressiva, além de, nessa fase, frequentemente, ocorrerem de forma simultânea. Tais condições, geralmente, não são

fatais, porém tendem a comprometer, de forma significativa, a qualidade de vida dos idosos. São elas, na maioria das vezes, as geradoras do que pode ser denominado processo incapacitante, ou seja, o processo pelo qual determinada condição (aguda ou crônica) afeta a funcionalidade dos idosos e, consequentemente, o desempenho das atividades cotidianas (VERBRUGGE, 1994).

A *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD)* desenvolveu uma bateria de testes específica para medir a aptidão funcional em idosos, composta de cinco testes motores (coordenação, resistência de força, flexibilidade, agilidade e equilíbrio dinâmico, resistência aeróbia geral). A aplicação da bateria de testes resulta em escores quanto à sua aptidão funcional.

A agilidade é exigida em muitas atividades do cotidiano do idoso, como andar desviando-se de outras pessoas e obstáculos (mesas, cadeiras, etc.), locomover-se carregando objetos e andar rapidamente pela casa para atender ao telefone ou campainha (BARBANTI, 1997).

Portanto, manter bons níveis de agilidade pode contribuir para qualidade de vida e também na prevenção de quedas, pois ele conseguirá recuperar o equilíbrio mais facilmente (SILVA et al, 2008).

Devido ao fato da agilidade estar intimamente relacionada com outras capacidades físicas como força muscular, flexibilidade coordenação e velocidade, que sofrem uma redução em seus níveis com a idade, provavelmente a agilidade também deverá acompanhar este declínio (BARBANTI, 1997).

DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

AMOSTRA

Participaram deste estudo 5 idosas praticantes somente de musculação (nenhum outro exercício físico associado), numa frequência de três vezes por semana, e 5 idosas não praticantes de musculação e de nenhum outro exercício físico, selecionadas por meio de questionário, através do qual foram definidos como critérios de exclusão a presença de patologias neurológicas, respiratórias e musculoesqueléticas, pois influenciam as variáveis analisadas no presente estudo. Foram incluídos no estudo: idosas entre 60 e 70 anos de idade, da cidade de Cachoeira Paulista (SP). Os indivíduos concordaram em participar voluntariamente da pesquisa e foram submetidos a um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido após estarem cientes de todo procedimento metodológico que seria aplicado.

PROTOCOLOS UTILIZADOS

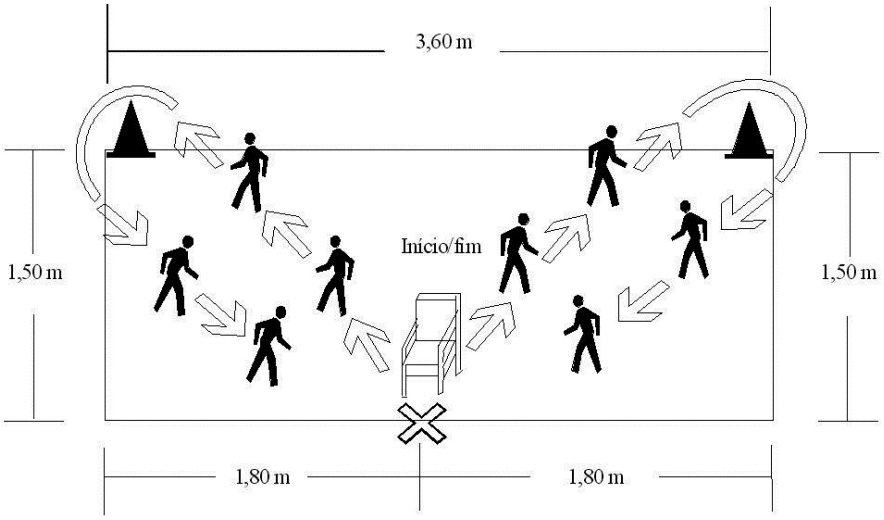
Para a análise da marcha, foi utilizado o protocolo de Cerny, utilizado por Henriques *et al.,* (2003), no qual foram avaliadas as seguintes variáveis: tempo total da marcha, velocidade linear da marcha, frequência da passada e ângulo de flexão do joelho, para este foram utilizados marcadores posicionados no trocânter maior do quadril, linha articular do joelho e maléolo lateral direito. O protocolo de Cerny consiste analisar a marcha no plano sagital em uma passarela medida da seguinte forma: 1 – área inicial de 5,0 m de comprimento; 2 – área central 6,0 m de comprimento; 3 – área final de 5,0 m de comprimento.

Os cinco primeiros metros, área inicial, permitem ao indivíduo adotar uma velocidade confortável de marcha. Os cinco metros finais, área final, têm como objetivo a desaceleração, sendo estes descartados da análise, considerando-se a marcha somente nos 6 metros centrais.

Para a avaliação da capacidade funcional, foi analisada a agilidade e equilíbrio dinâmico através de um dos testes da AAHPERD, como na figura 1:

Para a realização da análise cinemática, foram utilizados os seguintes instrumentos: câmera digital da marca Sony, tripé para fixação da câmera durante a coleta de dados, marcadores cilíndricos de isopor com diâmetro de 10 mm, afixados ao corpo através de fita dupla face, dois *softwares*: *Quintic Player®,* para fragmentação da filmagem, e *ImageJ ®,* que realiza análise quantitativa (cálculo da variação angular do joelho) das imagens obtidas pelo *Quintic Player*. Também foi usada uma balança da marca G-tech, para medir a massa corporal e uma fita métrica, para medir a altura das voluntárias.

Figura 1. Ilustração gráfica do teste de agilidade e equilíbrio dinâmico.



Para a aquisição das imagens, o tripé foi posicionado a uma distância de 2,00 m da plataforma de caminhada. A análise foi feita no plano sagital com utilização de marcadores fixos no membro inferior direito, para obtenção dos ângulos do joelho.

Para o teste de agilidade e equilíbrio dinâmico, o participante iniciou o teste sentado numa cadeira com os calcanhares apoiados no solo. Ao sinal de "pronto", o voluntário deveria se mover para a direita e circundar um cone que estava posicionado a 1,50m para trás e 1,80m para o lado da cadeira, retornando para a cadeira e sentando-se. Imediatamente o participante deveria se levantar novamente e mover-se para a esquerda e circundar o segundo cone posicionado a 1,50m para trás e 1,80m para o lado da cadeira, retornando para a cadeira e sentando-se novamente. Isto completou um circuito. O avaliado deveria concluir dois circuitos completos.

DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as medidas antropométricas dos dois grupos que participaram deste estudo: PRAT MUS (idosos praticantes de musculação) e NÃO PRAT (idosos não praticantes de musculação).

Foram obtidos os valores de média (MÉDIA), valor máximo (MÁXIMO) e valor mínimo (MÍNIMO) e desvio padrão (DESV PAD).

Tabela 1. Relação das medidas antropométricas, com média, valor máximo, valor mínimo e desvio padrão.

	MÉDIA	DESV PAD	MÁXIMO	MÍNIMO
PRATICANTES				
IDADE (anos)	67,6	2,5	70	65
ESTATURA (cm)	162,8	8,75	174	150
MASSA CORPORAL (kg)	63,4	9,47	74	52
NÃO PRATICANTES				
IDADE (anos)	64,4	3,84	70	60
ESTATURA (cm)	158,4	7,09	166	150
MASSA CORPORAL (kg)	70,4	7,4	82	62

Figura 2. Alterações no ângulo de flexão e extensão do joelho durante a marcha de idosos não praticantes de musculação.

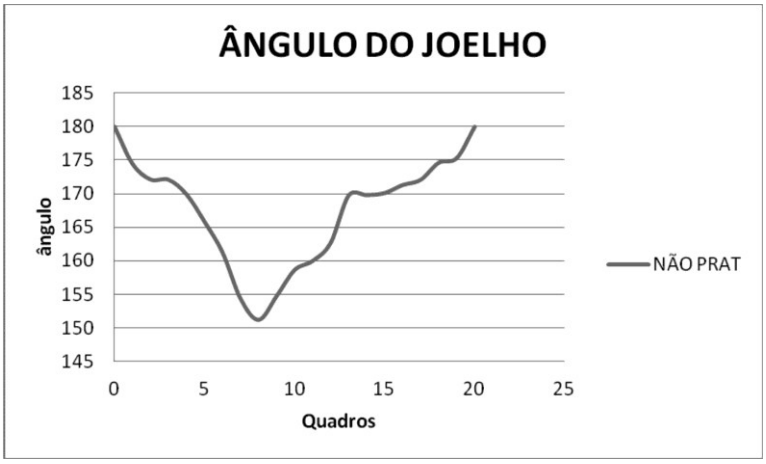


Figura 3. Alterações no ângulo de flexão e extensão do joelho durante a marcha de idosos praticantes de musculação.

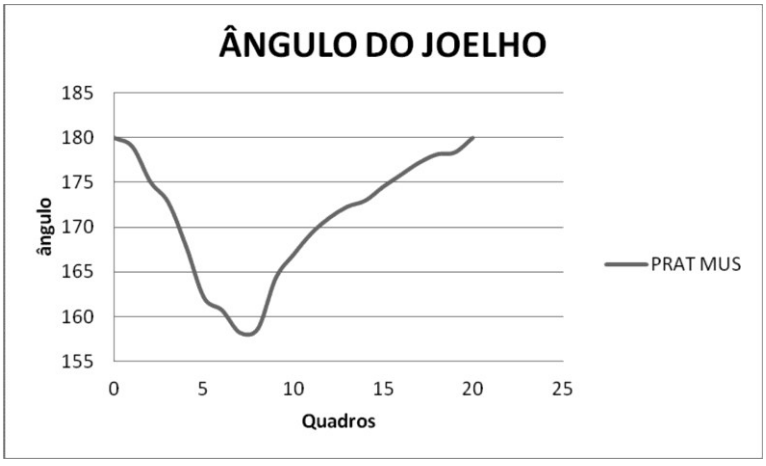


Figura 4. Comparação no ângulo de flexão e extensão do joelho durante a marcha de idosos praticantes e não praticantes de musculação.

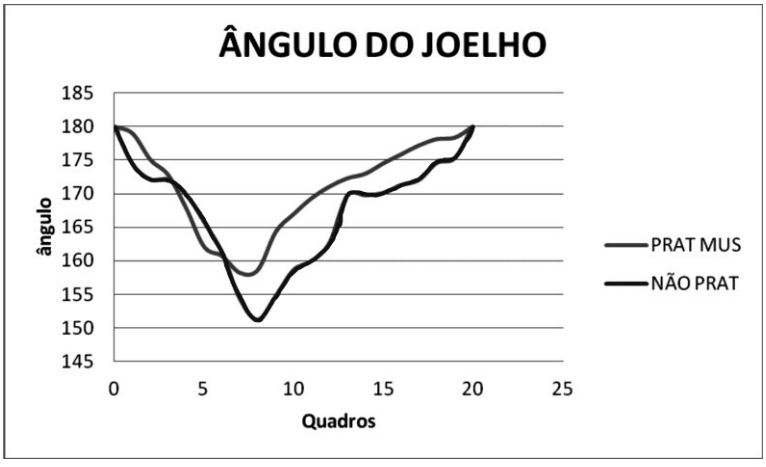
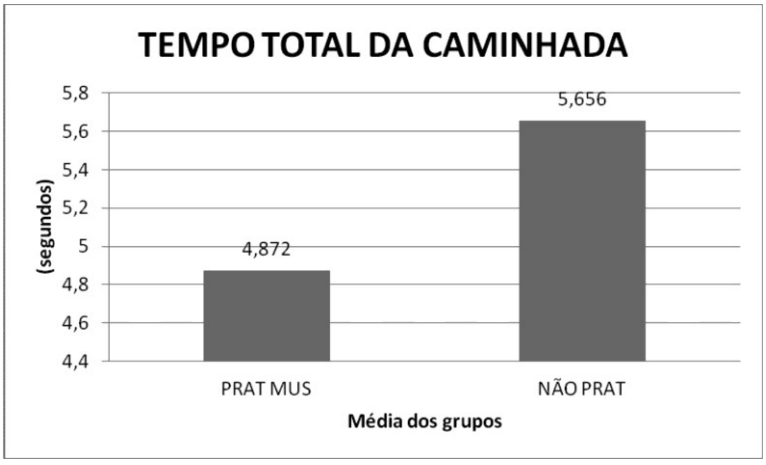


Figura 5. Tempo total da caminhada de idosos praticantes e não praticantes de musculação.



Nas figuras 2, 3 e 4 observa-se o ângulo de flexão e extensão do joelho direito, os resultados apontam que o grupo (NÃO PRAT) apresentou uma maior flexão de joelho durante a marcha comparado ao grupo (PRAT MUS).

O joelho realiza dois movimentos de flexão e extensão no plano sagital durante um ciclo completo da marcha, resultando num gráfico através do qual é possível extrair o valor máximo (extensão) e mínimo (flexão) de amplitude de movimento da articulação.

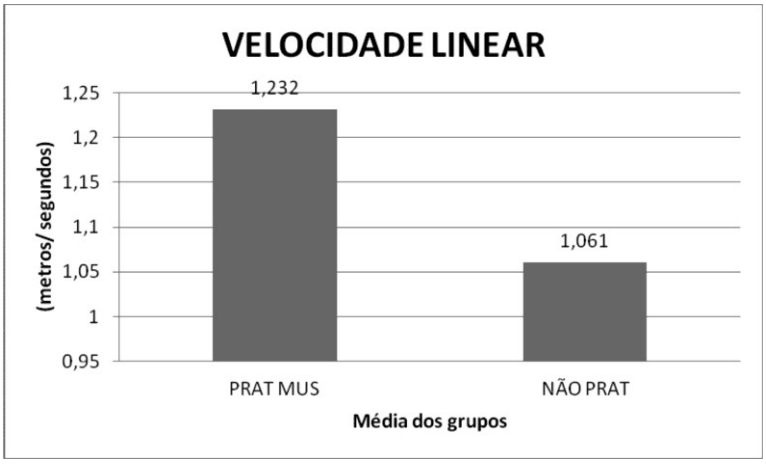
Perry (2005) analisou o ciclo da marcha normalizando-o em porcentagem, e dividiu-o de acordo com os eventos observados no plano sagital do joelho. E ressalta que fatores como velocidade, individualidade e pontos anatômicos de referência adotados podem interferir nesses dados.

Segundo Souza (2003), a manutenção da flexão de joelho é causada pela perda da força do quadríceps, que também se associa aos passos mais curtos.

Astephen et al. (2008) mostraram que a perda da amplitude de flexão de joelho na fase de apoio da marcha é progressiva, e que a fraqueza da musculatura anterior da coxa podem estar relacionadas com a flexão de joelho durante a marcha. a diminuição de amplitude.

Na figura 5, observa-se o tempo total médio da caminhada nos dois grupos. Os resultados apontam que os praticantes de musculação apresentaram menor tempo.

Figura 6. Velocidade linear da marcha de idosos praticantes e não praticantes de musculação.



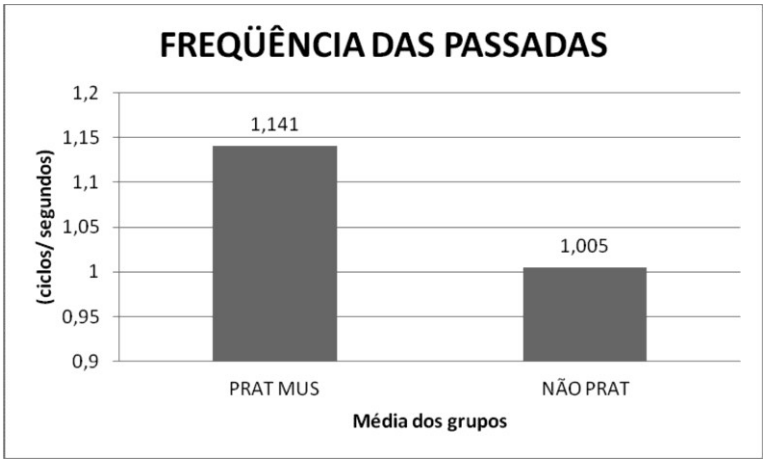
Na figura 6, observa-se a velocidade linear da marcha comparando os dois grupos, e nota-se que os praticantes de musculação apresentaram uma maior velocidade linear comparados aos não praticantes de musculação. Como a média da altura e idade dos indivíduos não tem diferença

significativa entre os grupos, a força dos membros inferiores pode ter influenciado numa maior velocidade linear do grupo (PRAT MUS).

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 coordenação. Fiatarone *et al.,* (1994), em um estudo longitudinal, avaliou indivíduos idosos de 86 a 96 anos que participavam de um programa de treinamento de oito semanas para fortalecer a musculatura de membros inferiores (vasto lateral, vasto medial e reto femural), que mostraram melhora, em média, de 174% na força e 48% na velocidade do passo.

De acordo com os autores citados acima, a diferença na velocidade linear da marcha entre os dois grupos (PRAT MUS) e (NÃO PRAT) pode ser compreendida pela realização do treinamento de força.

Figura 7. Frequência das passadas durante a marcha de idosos praticantes e não praticantes de musculação.



A figura 7 mostra uma diferença entre as frequências das passadas dos dois grupos, sendo a média do grupo (PRAT MUS) um pouco superior ao grupo (NÃO PRAT).

A diminuição do comprimento do passo é a causa provável da diminuição da eficiência da marcha nos idosos (FREITAS, 2002). Segundo JUNIOR e HECKMANN (2002), 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 erguer.

Em relação ao tempo médio obtido dos dois grupos quanto a capacidade funcional de agilidade e equilíbrio dinâmico, o grupo (PRAT MUS) obteve melhores resultados comparados ao grupo (NÃO PRAT). Sabe-se que a agilidade está intimamente relacionada com outras capacidades físicas como força muscular, flexibilidade e velocidade (BARBANTI, 1997).

Matsudo et al. (2000) acrescentam que o processo de sarcopenia (diminuição de massa muscular) observado no envelhecimento, está associado a limitações funcionais importantes como o déficit no andar e na mobilidade, prejudicando consideravelmente.

CONCLUSÃO

O envelhecimento da população é um fato que atinge todo o planeta e que, em consequência, resulta em várias disfunções morfológicas, como a diminuição da massa e da força muscular.

Com a análise das variáveis da biomecânica da marcha relata-se que a prática de exercícios resistidos proporciona benefícios a qualidade e funcionalidade da marcha, e que a força é de grande importância para a manutenção das capacidades funcionais e de uma vida independente.

O grupo PRAT MUS apresentou os melhores resultados em todas as variáveis estudadas, o que pode-se sugerir que a prática de musculação para o ganho de força são fundamentais para a manutenção de uma marcha mais eficiente.

Sugerem-se maiores investigações nesta área não só com o objetivo de detectar as alterações provenientes do processo de envelhecimento, mas também relacionando e comparando grupos de idosos praticantes de outras modalidades.

REFERÊNCIAS

AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esp**., São Paulo, v.21, p.61-85, dez 2007.

ASTEPHEN, J.L., DELUZIO, K.J. Biomechanical changes at the hip, knee, and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity. **J Orthop Res**.; 26(3):332-41, 2008.

BARBANTI, V.J. **Teoria e prática do treinamento esportivo.** 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 214 p. 1997.

CAMPOS, M. A. **Musculação: diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças, obesos.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2004.

CORAZZA. M. A**. Terceira Idade e Atividade Física.** São Paulo, Phorte Editora, 2001, 1º ed.

FARIA, J. C.; MACHALA, C. C. **Importância do treinamento de força na reabilitação da função muscular, equilíbrio e mobilidade de idosos.** Acta fisiátrica. São Paulo, 2003.

Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al. Exercise training and nutrition supplementation for physical frailty in very elderly people. **N Engl J Med**, 330:1769-75,1994.

FREITAS, N. C. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Guanabara - Koogan; 2002.

FREITAS JÚNIOR, P.; BARELA, J. A. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos: uso da informação visual. **Revista portuguesa de ciências do desporto**, v. 6 n. 1, p. 94 – 105. 2006.

GALLAHUE, D. L. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. São Paulo: Phorte, 2001.

HENRIQUES, G.R.P.; RIBEIRO, A.S.B.; CORRÊA, A.L.; SANGLARD, R.C.F.; PEREIRA, J.S. A interferência da redução progressiva nas amplitudes da articulação coxo-femural na velocidade da marcha. **Fitness& Performance Journal**, v.2, n.3, p.183-189, 2003

JUNIOR, C.M.P.; HECKMANN, M. Distúrbios da Postura, Marcha e Quedas. In: **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Guanabara - Koogan; 2002.

MAKI, B.E. Alterações da marcha em idosos: fatores preditores de quedas ou indicadores de medo? **J Am Soc Geriatr** 1997; 45 (3) :313-320.

MATSUDO, S.M., MATSUDO, V.K.R., NETO, T.L.B. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento.** Brasília, v.8, n.4, p.21 32, set/2000.

PAVARINI, S.C.I. Compreendendo dependência, independência e autonomia no contexto domiciliar: conceitos, atitudes e comportamentos. In: DUARTE, Y.A.O.; DIOGO,M.J.D. **Atendimento domiciliar um enfoque gerontológico**. São Paulo, Atheneu, 2000.

PERRY, J. **Análise de Marcha:** marcha normal**.** vol. 1. 1ed. São Paulo: Manole, 2005.

RAMOS, L. R. Perfil do idoso em área metropolitana na região sudeste do Brasil. **Rev. Saúde Pública**; 27:87-94, 1993.

RAMOS, L. R. Fatores determinantes do envelhecimento saudável em idosos em uma cidade grande: Projeto Epidoso, São Paulo; **Cad. Saúde Pública**, 2003.

SILVA, A.S.; ALMEIDA, G.J.M.; CASSILHAS, R.C.; COHEN, M.; PECCIN, M.S.; TUFIK, S.; MELLO, M.T. Equilíbrio, coordenação e agilidade de idosos submetidos à prática de exercícios físicos resistidos. **Revista brasileira de medicina do esporte**, Niterói, v.14, n.2, p.88-93, mar./abr. 2008.

SOUZA, M. T. **Fisiologia das alterações posturais no indivíduo idoso**. Universidade do Estado do Pará, out. 2003. Disponível em: http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/variedades/ fisiologia_i oso.htm Acesso em 28 abril. 2011.

VERBRUGGE, L. M. , JETTE, A. M. **The disablement process**. Soc Sci Med. 1994. P. 38 – 44.

[1] Escola Superior de Cruzeiro (ESC)

Rua Dr. José Rodrigues Alves Sobrinho, 191, Vila Celestina, Cruzeiro/SP, 12710-410