

Northumbria Research Link

Citation: Barbieri, Fabio Augusto, Vitório, Rodrigo, Santos, Paulo Cezar Rocha and Gobbi, Lilian Teresa Bucken (2013) Revisão sistemática do efeito do envelhecimento no andar livre e adaptativo. = Systematic review of the effect of aging on the free and adaptive gait. Revista da Educação Física/UEM = Journal of Physical Education, 24 (1). pp. 135-143. ISSN 2448-2455

Published by: Universidade Estadual de Maringa

URL: <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v24i1.12630>
<<https://doi.org/10.4025/reveducfis.v24i1.12630>>

This version was downloaded from Northumbria Research Link:
<http://nrl.northumbria.ac.uk/id/eprint/46822/>

Northumbria University has developed Northumbria Research Link (NRL) to enable users to access the University's research output. Copyright © and moral rights for items on NRL are retained by the individual author(s) and/or other copyright owners. Single copies of full items can be reproduced, displayed or performed, and given to third parties in any format or medium for personal research or study, educational, or not-for-profit purposes without prior permission or charge, provided the authors, title and full bibliographic details are given, as well as a hyperlink and/or URL to the original metadata page. The content must not be changed in any way. Full items must not be sold commercially in any format or medium without formal permission of the copyright holder. The full policy is available online: <http://nrl.northumbria.ac.uk/policies.html>

This document may differ from the final, published version of the research and has been made available online in accordance with publisher policies. To read and/or cite from the published version of the research, please visit the publisher's website (a subscription may be required.)

REVISÃO SISTEMÁTICA DO EFEITO DO ENVELHECIMENTO NO ANDAR LIVRE E ADAPTATIVO

SYSTEMATIC REVIEW OF THE EFFECT OF AGING ON THE FREE AND ADAPTIVE GAIT

Fabio Augusto Barbieri^{*}
Rodrigo Vítório^{**}
Paulo Cezar Rocha dos Santos^{***}
Lilian Teresa Bucken Gobbi^{****}

RESUMO

O envelhecimento parece comprometer o andar dos indivíduos. Entretanto, ainda não é claro quais são os efeitos do envelhecimento no andar. O objetivo deste estudo foi determinar as mudanças nos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e adaptativo, em velocidade preferida, causadas pelo envelhecimento. A estratégia de busca inicial foi realizada para identificar os artigos que analisaram o andar livre e adaptativo. Foram utilizadas as bases de dados eletrônicas MEDLINE, PubMed, EMBASE, CINAHL, Sports Discus, DARE, PsychInfo, ERIC, AusportMed, AMI, Cochrane e PEDro. Vinte e três artigos foram revisados na íntegra. Idosos são mais lentos, têm menor comprimento do passo e maior duração de duplo suporte do que adultos jovens durante o andar livre e adaptativo. Ainda, eles apresentaram maiores demandas musculares, ocorrendo redistribuição da potência e do torque articular e aplicação de menor força na fase de propulsão e de absorção da massa corporal. Concluiu-se que idosos modificam os parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e adaptativo quando comparados a adultos jovens.

Palavras-chave: Envelhecimento. Locomoção. Biomecânica.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento deteriora o sistema musculoesquelético, ósseo e neuromotor (KANG; DINGWELL, 2008; NORRIS et al., 2007). Entre os principais comprometimentos estão as alterações funcionais do sistema musculoesquelético e os déficits proprioceptivos e de processamento central (BOUGIE; MORGENTHAL, 2001). Dificuldades no sistema efetor interferem na execução e percepção do movimento (ROOS; RICE; VANDERVOORT, 1997), e diminuem a sensibilidade para mudanças de posição e movimentos dos segmentos corporais (SKINNER; BARRACK; COOK, 1984). Como consequência destas alterações próprias do envelhecimento, estudos têm apontado

piora na mobilidade e na estabilidade postural com o avançar da idade, o que aumenta o risco de quedas (DRAGANICH; KUO, 2004; LAUFER, 2005; LOWREY; WATSON; ANN, 2007). Mais especificamente, a redução na mobilidade pode afetar as atividades diárias, conduzindo a dependência funcional e a diminuição da qualidade de vida (KIMURA et al., 2007).

Apesar da evidente deterioração dos sistemas corporais, os efeitos do envelhecimento na locomoção ainda não estão claros na literatura. Alguns estudos encontraram que o envelhecimento compromete os parâmetros cinemáticos, como comprimento e velocidade do passo, e cinéticos, por exemplo, a absorção da força de

* Doutor em Ciências da Motricidade pela Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, Brasil.

** Doutorando do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, Brasil.

*** Mestrando do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista-Rio Claro-SP, Brasil.

**** Livre docente do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.

reação do solo e de propulsão, do andar livre - caracterizado como ambiente regular principalmente por superfícies planas e lisas - e adaptativo - caracterizado por obstáculos que requerem o uso de estratégias adaptativas (DEVITA; HORTOBAGYI, 2000; KO et al., 2009; LIU; LOCKHART, 2006; McFADYEN; PRINCE, 2002; SHKURATOVA; MORRIS; HUXHAM, 2004; ZIJLSTRA et al., 2008), enquanto que outras pesquisas indicam semelhanças nestes parâmetros entre as faixas etárias (HAHN; CHOU, 2004; HAHN; LEE; CHOU, 2005; LOWREY; WATSON; ANN, 2007; MILLS; BARRETT, 2001; PLOTNIK; GILADI; HAUSDORFF, 2007; SCHMITZ et al., 2009). Ainda, os efeitos do envelhecimento sobre os parâmetros cinéticos e eletromiográficos (atividade muscular) do andar têm recebido pouca atenção dos pesquisadores, principalmente durante a ultrapassagem de obstáculo, que é uma tarefa mais complexa (VITÓRIO et al., 2010) e exige maior demanda muscular (LIU; LOCKHART, 2006). Neste contexto, surge a seguinte questão: Quais são os efeitos do envelhecimento nos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e adaptativo? Com isso, o objetivo desta revisão sistemática foi determinar as mudanças nos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e adaptativo, em velocidade preferida, causadas pelo envelhecimento.

MÉTODO

Foram realizadas pesquisas nas bases eletrônicas no mês de abril de 2010, sendo o período de publicação de janeiro de 2000 até abril de 2010. As bases de dados eletrônicas Medline, PubMed, Embase, CINAHL, Sports Discus, DARE, PsychInfo, ERIC, AusportMed, AMI, Cochrane e PEDro foram consultadas usando as seguintes palavras-chave: gait; adaptivegait; walking; aging; obstacleavoidance; obstacle crossing; electromyography; kinetic; kinematic; spatio-temporal, que são encontradas entre as palavras-chave de cada uma das bases de dados. Além disso, foi realizada busca manual por artigos que não estavam nestas bases

eletrônicas, por exemplo, estudos citados por outros manuscritos. A busca se limitou aos artigos completos escritos em inglês.

Os artigos identificados pela estratégia de busca inicial foram avaliados independentemente por dois pesquisadores, conforme a seguinte estratégia de busca:

(1) população (comparação entre grupos etários saudáveis: adultos jovens, meia idade e idosos);

(2) tarefa (andar livre e/ou andar adaptativo com um obstáculo em terreno plano em velocidade preferida e sem nenhuma tarefa concomitante);

(3) resultados (parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e/ou adaptativo);

(4) tipo de estudo (transversal controlado).

Foram excluídos artigos que analisaram o andar em esteira. Os artigos foram analisados na íntegra por meio de roteiro estruturado com a contemplação dos seguintes itens: amostra, delineamento da pesquisa, metodologia utilizada, desfechos avaliados e efeitos encontrados. Posteriormente, a qualidade dos artigos foi analisada independentemente por dois pesquisadores. Para isso, foi utilizada a escala de avaliação de artigos criada por Galna et al. (2009). Esta escala utiliza questões que focalizam a validade interna, a validade externa e a repetição dos métodos utilizados no estudo, tendo um sistema de pontuação para quantificar a qualidade e acessar os pontos fortes e fracos da metodologia de cada estudo. Os pontos analisados pela escala são: objetivos do estudo ou questões estabelecidas claramente; detalhamento dos participantes; descrição da seleção da amostra; detalhamento dos critérios de inclusão e exclusão; covariáveis controladas; principais resultados claramente descritos; metodologia adequadamente descrita para repetir o estudo; metodologia capaz de responder as questões do estudo; confiabilidade da metodologia determinada; validade interna da metodologia determinada; questões de pesquisa respondidas adequadamente na discussão; principais conclusões suportadas pelos resultados; principais resultados interpretados de maneira lógica e apoiados pela literatura; implicações clínicas determinadas. Cada item é pontuado

de 0 a 1, sendo considerado pontuação 1 alta qualidade, e pontuação 0 baixa qualidade. Estudos com baixa qualidade metodológica foram incluídos com cautela na indicação das conclusões. Foram considerados artigos de baixa qualidade os artigos que apresentaram média na pontuação abaixo de 0,6 pontos.

RESULTADOS

Na primeira etapa de análise, foram encontradas 663 artigos a partir da análise das palavras-chave indicadas na seção anterior. Na etapa subsequente, foi avaliado o título e abstract destes artigos e 70 artigos cumpriram os critérios de inclusão que foram analisados por meio do roteiro estruturado. Na última etapa, os 70 artigos foram lidos na íntegra, sendo selecionados 23 artigos (Figura 1) que contemplaram os critérios de inclusão e o roteiro estruturado.

Na avaliação dos artigos selecionados para a revisão sistemática (Tabela 1), de modo geral,

foi encontrada alta qualidade científica. Apesar disso, a descrição da amostra e o controle das covariáveis não foram sempre realizados, além de que as implicações clínicas e a confiabilidade da metodologia foram apresentadas em poucos estudos (8 e 3 estudos, respectivamente), e a validade interna da metodologia não foi determinada em nenhum estudo.

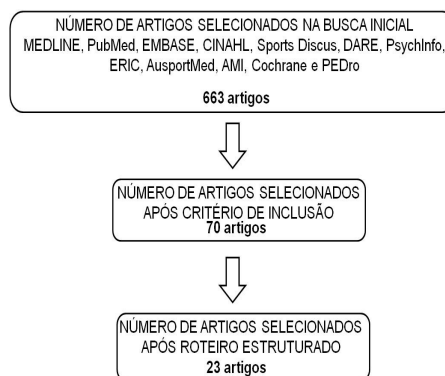


Figura 1 - Fluxograma da seleção dos artigos para a revisão sistemática.

Tabela 1 - Qualidade metodológica dos artigos selecionados para a revisão sistemática.

Artigos	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	Média por artigo
Barela; Duarte (2008)	1	1	0	1	0,33	1	1	1	1	1	0	0	0	0,66
Devita; Hortobagyi (2000)	1	1	0,5	1	0,82	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,84
Di Fabio et al. (2003)	1	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	1	1	0	0	0	0,68
Draganich; Kuo (2004)	1	1	0	1	0,67	0,5	0,6	0,6	1	1	0,5	0	1	0,63
Hahn; Chou (2004)	1	1	0,5	1	0,7	1	0,8	1	1	1	0	0	0	0,71
Hahn et al. (2005)	1	1	0,5	1	0,83	0,5	0,4	0,6	1	1	0	0	0	0,70
Kimura et al. (2007)	0,5	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0,67
Ko et al. (2009)	1	0,5	0	1	0,5	1	0,8	1	1	1	0	0	1	0,62
Laufer (2005)	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0	0	0	0,75
Liu; Lockhart (2006)	1	0,75	0	0,5	0,5	1	1	1	1	1	0	0	0	0,62
Lockhart et al. (2003)	1	1	1	1	0,66	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,76
Lowrey et al. (2007)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0,82
Lu et al. (2006)	1	0,75	0	0,5	0,5	1	0,8	0,8	1	1	0	0	0	0,63
McFadyen; Prince (2002)	1	1	0,5	1	0,33	1	0,8	1	1	1	0,5	0	1	0,68
McKenzie; Brown (2004)	1	0,75	0	1	0,33	1	0,4	1	1	1	0	0	0	0,60
Mills; Barrett (2001)	1	1	0	1	0,5	1	1	1	1	1	1	0	0	0,67
Petrofsky et al. (2004)	1	1	0	1	0,33	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,70
Plotnik et al. (2007)	1	0,75	1	1	0,33	1	1	1	1	1	0	0	0	0,79
Riley et al. (2001)	1	0,5	0	0	0,82	1	0,8	1	1	1	0	0	0	0,65
Schmitz et al. (2009)	1	1	0	1	0,33	1	1	1	1	1	0	0	0	0,66
Shkuratova et al. (2004)	1	1	1	1	0,66	1	1	1	1	1	0,5	0	0	0,83
Yen et al. (2009)	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0,76
Zijlstra et al. (2008)	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0	0	0	0,78
Média por item	0,98	0,89	0,48	0,87	0,59	0,93	0,87	0,95	1,00	1,00	0,22	0,00	0,13	

(A) Objetivos do estudo ou questões estabelecidas claramente; (B) Detalhamento dos participantes; (C) Descrição da seleção da amostra; (D) Detalhamento dos critérios de inclusão e exclusão; (E) Covariáveis controladas; (F) Resultados principais claramente descritos; (G) Metodologia adequadamente descrita para repetir o estudo; (H) Metodologia é capaz de responder as questões do estudo; (I) Questões de pesquisa respondidas adequadamente na discussão; (J) Principais resultados interpretados de uma maneira lógica e apoiados pela literatura; (K) Implicações clínicas determinadas; (L) Validade interna da metodologia determinada; (M) Confiabilidade da metodologia determinada.

Na Tabela 2 estão descritos os artigos selecionados para a revisão sistemática. Com relação aos parâmetros analisados, os estudos analisaram, principalmente, os parâmetros cinemáticos (todos os estudos fizeram algum tipo de análise cinemática), deixando algumas lacunas com relação aos parâmetros cinéticos (9 estudos, 39,1%, analisaram este parâmetro) e eletromiográficos (3 estudos, 13%, analisaram este parâmetro). Especificamente com relação às características dos sujeitos, apenas três estudos compararam o andar livre entre mais de duas faixas etárias, sendo que um deles analisou diferentes faixas etárias de idosos. Para o andar adaptativo, as análises foram limitadas a comparações entre adultos jovens e idosos. Para ambos os tipos de andar, a faixa etária de adultos jovens analisada foi entre 20 e 30 anos, com apenas um estudo incluindo indivíduos com idade inferior a 20 anos na amostra. Com relação à idade dos idosos, a faixa etária para a maioria dos estudos ficou entre 65 e 80 anos, com dois estudos observando idosos com mais de 80 anos.

Com relação aos resultados relatados pelos estudos: a) parâmetros cinemáticos - de modo geral, os resultados são controversos, com alguns estudos mostrando que os idosos apresentaram menor velocidade, comprimento e duração do passo para ambos os tipos de andar, enquanto outros estudos não encontraram diferenças entre as faixas etárias para o andar livre, especialmente para a velocidade do andar e o comprimento da passada. Para as variáveis de ultrapassagem, os idosos apresentaram menores valores para a velocidade de ultrapassagem e para a distância horizontal obstáculo-pé do membro de ultrapassagem. Com relação à distância vertical pé-obstáculo, dois estudos relataram que os idosos apresentaram maior distância vertical pé-obstáculo do que os adultos jovens, enquanto que em um estudo foi relatado que esta distância é menor para os idosos e, em outro estudo, que não houve diferença entre os grupos; b) parâmetros cinéticos - os estudos não apresentaram diferenças entre as faixas etárias durante o andar livre. No entanto, os idosos apresentaram maiores momentos e forças articulares do quadril, joelho e

tornozelo, e menor força máxima de frenagem, de impacto e de propulsão. Com relação ao andar adaptativo, os dados cinéticos indicaram menores momentos musculares para os idosos; c) parâmetros eletromiográficos - para o andar livre, os idosos apresentaram maior ativação dos músculos dos membros inferiores, especialmente para o gastrocnêmio, solear, vasto lateral e tibial anterior. No andar adaptativo, também os idosos apresentaram maior ativação muscular tanto para o membro de ultrapassagem quanto do membro de suporte. Ainda, na fase de duplo suporte, os idosos apresentaram maior ativação do glúteo médio e do vasto lateral e, na fase de suporte simples, apresentaram maior ativação do gastrocnêmio.

Tabela 2 - Resumo da amostra e principais achados com relação ao efeito do processo de envelhecimento.

Autores	Idade da amostra dos estudos	Tipo de andar	Parâmetro analisado	Principais achados
Barela; Duarte	10 J: 29,6±6 anos; 10 I: 70±6 anos	L	CM, CN e EMG	I: ↓VEL, ↓CP, ↑duração da passada, ↓força máxima de frenagem, de impacto e de impulso
Devita; Hortobagyi	14 J: 21,6±2,7 anos; 12 I: 69±6,5 anos	L	CM e CN	I: ↓DFB, ↓CP, ↑DFS, ↑cadência, ↑torque e amplitude articular
Di Fabio et al.	4 J: 23-25 anos; 5 I: 84-93 anos	L e A	CM	I: ↓VEL, ↑número de passos e tempo até o obstáculo
Draganich; Kuo	10 J: 25,9 anos; 10 I: 71,6 anos	A	CM e CN	I: ↓momento articular; sem diferença CM
Hahn; Chou	13 J: 25,7±3,6 anos; 13 I: 72,8±6 anos	L e A	CM	sem diferença nos parâmetros cinemáticos
Hahn et al.	15 J: 24,5±3,6 anos; 15 I: 72,6±5,5 anos	L e A	CM e EMG	I: ↑ativação muscular do MU e MS; sem diferença CM
Kimura et al.	20 J: 21,3±1,5 anos; 52 I: 70,4±3,4 anos	L	CM	I: ↓CP, ↓VEL, ↓DFS
Ko et al.	52 I: 72±9 anos	L	CM e CN	I: ↓CP, ↓VEL, ↓DDS, trabalho articular ↑médio lateral e ↓anteroposterior
Laufer	30 J: 24±2,3 anos; 40 I: 77,7±6,2 anos	L	CM	I: ↓VEL, ↓CP, ↓cadência, ↓DFB, ↑DDS
Liu; Lockhart	10 J: 23,5 anos; 10 M: 46,2 anos; 10 I: 72,6 anos	L	CN	I: ↓momentos articulares
Lockhart et al.	14 J: 22,6±2,1 anos; 14 I: 75,5±6,8 anos	L	CM	I: ↓CP, ↑velocidade horizontal no contato do calcanhar
Lowrey et al.	8 J: 23,1±2 anos; 8 I: 76,1±4,3 anos	L e A	CM	I: ↓DHOP, ↓VEL, ↑duração do passo no andar adaptativo
Lu et al.	15 J: 23±3 anos; 15 I: 72±6 anos	A	CM	I: ↑DVPO e ↓DHPO do MU, ↑CP de ultrapassagem
McFadyen; Prince	10 J: 28,4±5,4 anos; 10 I: 69,5±6,1 anos	L e A	CM e CN	↓VEL, ↓CP, ↓velocidade de ultrapassagem para MU e MS, ↑DVPO e DHOP para MU, ↓momentos musculares
McKenzie; Brown	15 J: 22,5±4,8 anos; 17 I: 68,9±4,8 anos	L e A	CM	I: ↓velocidade de ultrapassagem para o MU e MS
Mills; Barrett	10 J: 24,9±0,9 anos; 8 I: 68,9±0,4 anos	L	CM e CN	I: ↓DFB, ↑velocidade do contato do calcanhar e angular; sem diferença CN
Petrofsky et al.	25 J: 28±5,2 anos; 9 M: 50±5,5 anos; 10 I: 67,1±1,8 anos	L	CM	I: ↑DDS, ↑aceleração angular, ↓VEL
Plotnik et al.	15 J: 20-30 anos; 14 I: 60-80 anos	L	CM	sem diferença CM
Riley et al.	16 J: 29,4±4,3 anos; 14 I: 72,9±5,6 anos	L	CM e CN	I: ↓VEL, ↓CP, ↓potência, ↑momento e ↓amplitude articular
Schmitz et al.	18 J: 26±3 anos; 19 I: 73±5 anos	L	CM e EMG	I: ↑ativações musculares, ↓ativação muscular do sóleo; sem diferença: VEL, cadência, DFB
Shkuratova et al.	20 J: 25,2±5 anos; 21 I: 71,5±5,9 anos	L	CM	I: ↑DDS
Yen et al.	17 J: 23,3±3 anos; 17 I: 72±6 anos	A	CM	I: ↑DVPO do MU, ↑amplitude angular
Zijlstra et al.	40 I - 10: 66,7±1,3 anos; 10: 71,9±1,4 anos; 10: 76,7±1,7 anos; 10: 82,5±1,9 anos	L	CM	I: ↓VEL, ↓CP, ↓cadência

PAR – Parâmetro analisado; AND – Tipo de Andar; J – adultos jovens; M – meia idade; I – idosos; L – andar livre; A – andar adaptativo; CM – cinemático; CN – cinético; EMG – eletromiográfico; VEL – velocidade do andar; CP – comprimento do passo/passada; DFB – duração da fase de balanço; DFS – duração da fase de suporte; DDS – duração do duplo suporte; MU – membro de ultrapassagem; MS – membro de suporte; DVPO – distância vertical pé-obstáculo; DHOP – distância horizontal obstáculo-pé.

DISCUSSÃO

O objetivo desta revisão sistemática foi determinar as mudanças nos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e adaptativo, em velocidade preferida, causadas pelo envelhecimento. De modo geral, os estudos tiveram como objetivo comparar parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e adaptativo de jovens e idosos, mas não propriamente analisar as mudanças que ocorrem durante o processo de envelhecimento. Adultos jovens e idosos apresentaram diferentes modulações dos parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos. Assim, parece que o envelhecimento causa alterações no andar livre e adaptativo. No entanto, pouco se conhece sobre a faixa etária específica em que os ajustes começaram a ocorrer, uma vez que a maioria dos estudos compara um grupo de idosos com um grupo de adulto jovem.

Idosos parecem ser mais lentos, com menor comprimento do passo e maior duração da fase de duplo suporte do que adultos jovens durante o andar livre e adaptativo (BARELA; DUARTE, 2008; DE VITA; HORTOBAGYI, 2000; DI FABIO et al., 2003; KIMURA et al., 2007; KO et al., 2009; LOCKHART; WOLDSTAD; SMITH, 2003; MILLS; BARRETT, 2001; McFADYEN; PRINCE, 2002; PETROFSKY et al., 2004; RILEY et al., 2001; SHKURATOVA; MORRIS; HUXHAM, 2004; ZIJLSTRA et al., 2008). No entanto, estudos têm apontado não haver diferenças nos parâmetros cinemáticos entre adultos jovens e idosos, especialmente para a velocidade do andar e o comprimento do passo (HAHN; CHOU, 2004; HAHN; LEE; CHOU, 2005; LOWREY; WATSON; ANN, 2007; PLOTNIK; GILADI; HAUSDORFF, 2007; SCHMITZ et al., 2009). O envelhecimento parece ser o principal aspecto para as mudanças cinemáticas de idosos no andar, sendo principalmente causado por dois aspectos: a) capacidade física (KANG; DINGWELL, 2008; NORRIS et al., 2007) - os idosos tendem a perder mobilidade, principalmente velocidade do andar e amplitude do passo, causados por perda natural progressiva de capacidade física (ZIJLSTRA et al., 2008). A menor velocidade

preferida selecionada pelos idosos ocorre para maximizar o conforto e representam a melhor relação entre utilização energética e segurança (KO et al., 2009). Além disso, o aumento da duração do duplo suporte, causada pelo deteriorado controle do equilíbrio em idosos, contribui para a diminuição da velocidade do andar (KIMURA et al., 2007; SHKURATOVA; MORRIS; HUXHAM, 2004). Por estas limitações, quando idosos tentam aumentar a velocidade do andar procuram modular a cadência e não o comprimento do passo, diferentemente dos adultos jovens que modulam o segundo parâmetro (KANG; DINGWELL, 2008); b) declínio cognitivo – o envelhecimento causa perdas cognitivas significativas (PLOTNIK; GILADI; HAUSDORFF, 2007). Com isso, os idosos necessitam de mais tempo para captar e utilizar as informações do ambiente em modo *feedforward* de controle durante o andar, aumentando a duração do duplo suporte e diminuindo a velocidade (DI FABIO; GREANY; ZAMPIERI, 2003).

Idosos têm maiores demandas musculares do que adultos jovens no andar livre e adaptativo. Com o envelhecimento, a musculatura perde em elasticidade e força muscular, fazendo com que os idosos ativem mais os músculos para a locomoção (SCHMITZ et al., 2009), principalmente o glúteo medial para ultrapassar um obstáculo (HAHN; LEE; CHOU, 2005). As modulações musculares ocorrem pela redistribuição da potência e do torque articular (DEVITA; HORTOBAGYI, 2000). As perdas musculares que irão influenciar o desempenho dos idosos iniciam por volta dos 50 anos, com perdas musculares de aproximadamente 12-15% em uma década e, após os 60 anos, de 1-5% por ano (HURLEY, 1995; WOLFSON et al., 1995). Com isso, os idosos ativam mais as musculaturas e aumentam os momentos articulares com a intenção de melhorar a estabilidade articular durante a locomoção (LIU; LOCKHART, 2006; SCHMITZ et al., 2009) e diminuir o risco de quedas (HAHN; LEE; CHOU, 2005). No entanto, a maior ativação dos músculos durante o andar livre e adaptativo pode ser uma estratégia arriscada, levando a fadiga muscular precoce e

prejudicando a locomoção (HAHN; LEE; CHOU, 2005), principalmente no andar adaptativo, que aumenta a possibilidade de contato com o obstáculo (DRAGANISH; KUO, 2004).

Perdas musculares e falhas articulares fazem com que idosos apliquem menor força na propulsão e na frenagem (BARELA; DUARTE; 2008). Com esta estratégia, a fase de propulsão poderá ser mais arriscada, ainda mais em tarefa de maior complexidade, como o andar adaptativo, que necessita de maior força de propulsão. Na fase de frenagem, os idosos são mais cuidadosos, evitando aplicação de força excessiva neste momento. A menor massa muscular, força, potência e taxa de produção de força de idosos são possíveis as explicações para esta estratégia (KANG; DINGWELL, 2008; NORRIS et al., 2007), principalmente no que se refere à propulsão, uma vez que estudos mostram que idosos têm declínio na força dos flexores plantares (CHRIST et al., 1992). Entretanto, é preciso considerar também como fator para a mudança na força de propulsão e frenagem o prejuízo no equilíbrio e na propriocepção de idosos em comparação aos adultos jovens (DEVITA; HORTOBAGYI, 2000). Além disso, idosos aumentam a velocidade de contato de calcanhar com o solo, pelo menor controle do membro inferior durante a fase de frenagem do movimento, o que provoca maior risco de escorregão (LOCKHART; WOLDSTAD; SMITH, 2003; MILLS; BARRETT, 2001).

Especificamente para o andar adaptativo, idosos utilizam estratégia mais arriscada para a ultrapassagem do obstáculo, optando por colocar o pé do membro de ultrapassagem antes do obstáculo mais perto do obstáculo do que os adultos jovens (LOWREY; WATSON; ANN, 2007; McFADYEN; PRINCE, 2002), e por não aumentar a margem de segurança - distância vertical pé-obstáculo (DRAGANICH; KUO, 2004; LU; CHEN; CHEN, 2006; McFADYEN; PRINCE, 2002; YEN et al., 2009). A degradação física relacionada ao envelhecimento, sobretudo menor força muscular, equilíbrio e amplitude de movimento (HAHN; CHOU, 2004; McKENZIE; BROWN, 2004; LOWREY; WATSON; ANN, 2007), exige maior cuidado

na ultrapassagem do obstáculo (LU; CHEN; CHEN, 2006), mas impede a realização da estratégia adequada pelos idosos (DRAGANICH; KUO, 2004) que se tornam menos estáveis durante o andar, o que pode aumentar o risco de quedas e tropeços (LU; CHEN; CHEN, 2006; YEN et al., 2009).

Apesar de achados consistentes, o estudo apresenta algumas limitações. Primeiro, o número de estudos que analisou o efeito do envelhecimento para o andar adaptativo é limitado, sendo necessário cuidado nas conclusões. Desta forma, são necessários mais estudos que verifiquem o efeito do envelhecimento no andar com ultrapassagem de obstáculo. Segundo, as diferenças na metodologia entre os estudos, como a forma de seleção dos participantes, a maneira de análise dos dados (estatística aplicada) e as diferentes alturas do obstáculo utilizadas nos estudos, podem mascarar o efeito do envelhecimento no andar. Finalmente, os estudos prioritariamente comparam adultos jovens e idosos, sem necessariamente verificar as modulações causadas pelo envelhecimento com o passar dos anos, deixando uma lacuna do período de início das mudanças causadas pelo envelhecimento no andar dos indivíduos.

CONCLUSÕES

Com isso, pode-se concluir que idosos são mais lentos, têm menor comprimento do passo e maior duração da fase de duplo suporte do que adultos jovens durante o andar livre e adaptativo, sendo que, no andar adaptativo, utilizam estratégia mais arriscada na ultrapassagem do obstáculo. Desta forma, idosos modificam os parâmetros cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos do andar livre e adaptativo quando comparados a adultos jovens, adaptando-se às restrições locomotoras impostas pelo processo de envelhecimento. Entretanto, as modulações promovidas aumentam a possibilidade de quedas e escorregões durante a locomoção e diminuem o desempenho dos idosos na locomoção.

Com o entendimento dos ajustes cinemáticos, cinéticos e eletromiográficos

apresentados no estudo, é possível desenvolver programas de reabilitação e de atividade física que visem beneficiar a locomoção de idosos e auxiliar na manutenção dos componentes da capacidade física. Ainda, é importante salientar que o estudo demonstrou lacunas na análise da

locomoção com relação ao efeito do processo de envelhecimento, como o comportamento da locomoção entre as faixas etárias durante o envelhecimento e como os ajustes motores ocorrem em cada faixa etária.

SYSTEMATIC REVIEW OF THE EFFECT OF AGING ON THE FREE AND ADAPTIVE GAIT

ABSTRACT

Aging seems to impair the walking. However, it is not clear the effects of aging on walking. The aim of this study was to determine changes in kinematic, kinetic and electromyographic parameters of the free and adaptive gait, in preferred velocity, caused by aging. The initial search strategy was performed to identify all articles that examined the free and adaptive gait. The electronic databases analyzed were: MEDLINE, PubMed, EMBASE, CINAHL, Sports Discus, DARE, PsychInfo, ERIC, AusportMed, AMI, Cochrane and PEDro. Twenty-three articles were reviewed in full. Elderly are slower, with shorter step length and longer double support duration than young adults during free and adaptive gait. Even, they showed higher muscular demands, with redistribution of joint power and torque and decreased force in the propulsion and absorption phases. It was concluded that elderly present altered kinematic, kinetic and electromyographic parameters of free and adaptive gait compared to young adults.

Key words: Aging. Locomotion. Biomechanics.

REFERÊNCIAS

- BARELA, A. M.; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 18, p. 446-454, 2008.
- BOUGIE, J. D.; MORGENTHAL, A. P. **The aging body:** conservative management of common neuromusculoskeletal conditions. New York: McGraw-Hill Medical, 2001.
- CHRIST, C. B. et al. Maximal voluntary isometric force production characteristics of six muscle groups in women aged 25 to 74 years. **American Journal of Human Biology**, Kansas City, v. 4, p. 537-545, 1992.
- DEVITA, P.; HORTOBAGYI, T. Age causes are distribution of joint torques and powers during gait. **Journal of Applied Physics**, Argonne, v. 88, no. 5, p. 1804-1811, 2000.
- DI FABIO, R. P.; GREANY, J. F.; ZAMPIERI, C. Saccade-stepping interactions revise the motor plan for obstacle avoidance. **Journal of Motor Behavior**, Washington, DC, v. 35, no. 4, p. 383-397, 2003.
- DRAGANICH, L. F.; KUO, C. E. The effects of walking speed on obstacle crossing in healthy young and healthy older adults. **Journal of Biomechanics**, Philadelphia, v. 37, p. 889-896, 2004.
- GALNA, B. et al. Obstacle crossing deficits in older adults: A systematic review. **Gait and Posture**, New York, v. 30, p. 270-275, 2009.
- HAHN, M. E.; CHOU, L. S. Age-related reduction in sagittal plane center of mass motion during obstacle-crossing. **Journal of Biomechanics**, Philadelphia, v. 37, p. 837-844, 2004.
- HAHN, M. E.; LEE, H.; CHOU, L. Increased muscular challenge in older adults during obstructed gait. **Gait and Posture**, New York, v. 22, p. 356-361, 2005.
- HURLEY, B. F. Age, gender, and muscular strength. **Journal of Gerontology**, Oxford, v. 50A, p. 41-44, 1995.
- KANG, H. G.; DINGWELL, J. B. Separating the effects of age and walking speed on gait variability. **Gait and Posture**, New York, v. 27, p. 572-577, 2008.
- KIMURA, T. K. et al. Effects of aging on gait patterns in the healthy elderly. **Aging**, New York, v. 115, p. 67-72, 2007.
- KO, S. U. et al. Age-related mechanical work expenditure during normal walking: The Baltimore longitudinal study of aging. **Journal of Biomechanics**, Philadelphia, v. 42, no. 12, p. 1834-1839, 2009.
- LAUFER, Y. Effect of age on characteristics of forward and backward gait at preferred and accelerated walking speed. **Journal of Gerontology Series A: Biological Science and Medicine Science**, Salt Lake City, v. 60, no. 5, p. 627-632, 2005.
- LIU, J.; LOCKHART, T.E. Comparison of 3D joint moments using local and global inverse dynamics approaches among three different age groups. **Gait and Posture**, New York, v. 23, p. 480-485, 2006.
- LOCKHART, T.; WOLDSTAD, J.; SMITH, J. Effects of age-related gait changes on the biomechanics of slips and falls. **Ergonomics**, London, v. 46, no. 12, p. 1136-1161, 2003.
- LOWREY, C. R.; WATSON, A.; ANN, L. Age-related changes in avoidance strategies when negotiating single and multiple obstacles. **Experimental Brain Research**, New York, v. 182, p. 289-299, 2007.
- LU, T.; CHEN, H.; CHEN, S. Comparisons of the lower limb kinematics between young and older adults when crossing obstacles of different heights. **Gait and Posture**, New York, v. 23, p. 471-479, 2006.

- McFADYEN, B. J.; PRINCE, F. Avoidance and accommodation of surface height changes by healthy, community-dwelling, young and elderly men. **Journal of Gerontology**, Oxford, v. 57A, p. B166-174, 2002.
- McKENZIE, N. C.; BROWN, L. A. Obstacle negotiation kinematics: age-dependent effects of postural threat. **Gait and Posture**, New York, v. 19, p. 226-234, 2004.
- MILLS, P. M.; BARRETT, R. S. Swing phase mechanics of healthy young and elderly men. **Journal of Biomechanics Engineering**, New York, v. 20, p. 427-446, 2001.
- NORRIS, J. A. et al. Effect of augmented plantarflexion power on preferred walking speed and economy in young and older adults. **Gait and Posture**, New York, v. 25, p. 620-627, 2007.
- PETROFSKY, J. S. et al. Joint acceleration during gait in relation to age. **European Journal of Applied Physiology**, Leeds, v. 92, p. 254-262, 2004.
- PLOTNIK, M.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J. A new measure for quantifying the bilateral coordination of human gait: effects of aging and Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, New York, v. 181, p. 561-570, 2007.
- RILEY, P. O.; DELLACROCE, U.; KERRIGAN, D. C. Effect of age on lower extremity joint moment contributions to gait speed. **Gait and Posture**, New York, v. 14, p. 264-270, 2001.
- ROOS, M. R.; RICE, C. L.; VANDERVOORT, A. A. Age-related changes in motor unit function. **Muscle & Nerve**, Charlottesville, v. 20, p. 679-690, 1997.
- SCHMITZ, A. et al. Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 19, no. 6, p. 1085-1091, 2009.
- SHAFFER, S. W.; HARRISON, A. L. Aging of the somato sensory system: a translational perspective. **Physical Therapy**, New York, v. 87, p. 193-207, 2007.
- SHKURATOVA, N.; MORRIS, M. E.; HUXHAM, F. Effects of age on balance control during walking. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 85, p. 582-588, 2004.
- SKINNER, H. B.; BARRACK, R. L.; COOK, S. D. Age-related decline in proprioception. **Clinical Orthopaedics Related Research**, Philadelphia, v. 184, p. 208-211, 1984.
- VITÓRIO, R. et al. Effects of obstacle height on obstacle crossing in mild Parkinson's disease. **Gait and Posture**, New York, v. 31, no. 1, p. 143-146, 2010.
- WOLFSON, L. et al. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. **Journal of Gerontology**, Oxford, v. 50A, p. 64-67, 1995.
- YEN, H. et al. Age effects on the inter-joint coordination during obstacle-crossing. **Journal of Biomechanics**, Philadelphia, v. 42, p. 2501-2506, 2009.
- ZIJLSTRA, A. et al. The step length – frequency relationship in physically active community-dwelling older women. **European Journal of Applied Physiology**, Leeds, v. 104, p. 427-434, 2008.

Recebido em 27/02/2012

Revisado em 30/09/2012

Aceito em 20/11/2012

Endereço para correspondência: Fabio Augusto Barbieri, Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro, Avenida 24-A, 1515, CEP: 13.506-900, Bela Vista, Rio Claro, São Paulo. Email: barbieri_rc@hotmail.com