



Revista Brasileira de  
**CIÊNCIAS DO ESPORTE**

[www.rbceonline.org.br](http://www.rbceonline.org.br)



ARTIGO ORIGINAL

## Análise cinética e cinemática do levantar e andar em jovens e idosos



Paulo Henrique Silva Pelicioni\*, Marcelo Pinto Pereira, Juliana Lahr e Lilian Teresa Bucken Gobbi

*Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro, SP, Brasil*

Recebido em 30 de outubro de 2012; aceito em 22 de maio de 2013

Disponível na Internet em 3 de junho de 2015

### PALAVRAS-CHAVE

Marcha;  
Biomecânica;  
Adultos jovens;  
Idosos

**Resumo** A tarefa de levantar e andar (LEA) é muito usada no dia a dia e há a necessidade de conhecer o comportamento de idosos nesse tipo de ação. Diante disso, o objetivo foi avaliar jovens (GJ) e idosos (GI) na tarefa de LEA. Foram realizadas avaliações cinéticas e cinemáticas e do desempenho da tarefa entre os grupos. Após a análise estatística, foi observada apenas diferença estatística para a variável de máxima força vertical durante a fase perda de contato com o assento ao término do levantar, assim como o tempo de desempenho dessa fase foi menor para o GJ. O envelhecimento causa um impacto significativo na força e contribui, assim, para um maior dispêndio de tempo ao levantar da cadeira. Com isso, maior atenção deve ser dada à fase de transição da LEA.

© 2015 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

### KEYWORDS

Gait;  
Biomechanical;  
Young people;  
Older people

### Kinetic and kinematic analysis of sit to walk task in young and elderly people

**Abstract** The sit to walk (STW) is a task performed in daily life and is needed to know the older people behavior in this task. Therefore, the aim of this study was to evaluate young (YG) and older people (OG) when performing the STW. Kinetic, kinematic and task performance were assessed by each group. Statistical procedures showed differences only for vertical maximal ground reaction force during the seat off, such as the lower time to perform this phase for YG. The aging lead a significant impact in the strength force in limbs, due to this the elderly spend more time to rising up a chair. Therewith greater attention is necessary in transition phase, mainly by elderly exposure and increased chance of falls.

© 2015 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [polly\\_pelicioni@hotmail.com](mailto:polly_pelicioni@hotmail.com) (P.H.S. Pelicioni).

**PALABRAS CLAVE**

Marcha;  
Biomecânica;  
Jóvenes;  
Personas mayores

**Análisis cinético y cinemático de la acción de levantarse y caminar en jóvenes y personas mayores**

*Resumen:* La acción de levantarse y caminar (LYC) es muy frecuente en la vida diaria y es necesario saber cómo la realizan las personas mayores. Por tanto, el objetivo de este estudio ha sido evaluar a personas jóvenes (PJ) y personas mayores (PM) cuando realizan la acción de LYC. Se llevaron a cabo mediciones de tipo cinético, cinemático y del desempeño de esta acción en cada grupo. Los procedimientos estadísticos mostraron diferencias solo en la máxima fuerza vertical de reacción terrestre al levantarse del asiento, así como en el menor tiempo empleado por las PJ para llevar a cabo esta fase. El envejecimiento causa un impacto significativo en la fuerza de las extremidades y por ello las personas mayores necesitan más tiempo para levantarse de una silla. De esta manera, es necesario prestar mayor atención a la fase de transición de la acción de LYC.

© 2015 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos los derechos reservados.

**Introdução**

A tarefa de levantar e andar (LEA) é caracterizada pela transferência do corpo para frente ao iniciar o andar, antes de chegar totalmente à posição vertical quando partindo da posição sentada (Aberg et al., 2010; Magnan et al., 1996). É também caracterizada como uma tarefa com demanda postural e locomotora e ocorre de forma sequencial e há a transição do indivíduo da posição sentada para a posição em pé e da posição em pé para o andar (Magnan et al., 1996). A LEA é uma tarefa comum, mais usada e funcional do que a simples tarefa de levantar e ficar em pé (LP). Isso se deve ao fato de que, no dia a dia, as pessoas, geralmente, levantam e executam sequencialmente um ou mais passos (Buckley et al., 2008; Dehail et al., 2007; Kerr et al., 2007; Magnan et al., 1996). Assim, a LEA é uma tarefa mais desafiadora do que o LP e o início da marcha em pé na posição estática, pois o controle postural e locomotor é requerido e consequentemente o risco de perda de equilíbrio ou quedas aumenta (Buckley et al., 2008).

Em jovens, o início da marcha e o levantar são fundidos a partir do levantar da cadeira (Buckley et al., 2009; Kerr et al., 2004; Magnan et al., 1996) e podem ser diferentes no envelhecimento, pois há declínio na força dos músculos que interfere na capacidade funcional e no desempenho das AVDs (Cress e Meyer, 2003; Doherty, 2003; Simões et al., 2010). A respeito disso, é conhecido que mais de 43% dos idosos sem algum comprometimento neurológico relatam dificuldade de levantar de uma cadeira, principalmente devido a alterações musculoesqueléticas e desafios impostos pelo declínio do controle postural, sobretudo quando o corpo se estende sobre uma diminuída base de apoio, que é o caso da LEA (Buckley et al., 2009; Ikeda et al., 1991). Assim, entende-se que o desempenho dos idosos na realização da LEA é ainda mais deficitário e envolve uma dificuldade ainda maior do que o levantar de uma cadeira (Buckley et al., 2009; Kouta e Shinkoda, 2008).

Diversos fatores implicam a importância de se avaliar a LEA em indivíduos idosos: a realização da LEA é altamente dependente do controle da postura e do equilíbrio e pode discriminar diferenças no envelhecimento (Aberg et al., 2010; Buckley et al., 2009); a LEA apresenta relação com o teste *Timed Up and Go* (TUG), que, por sua vez,

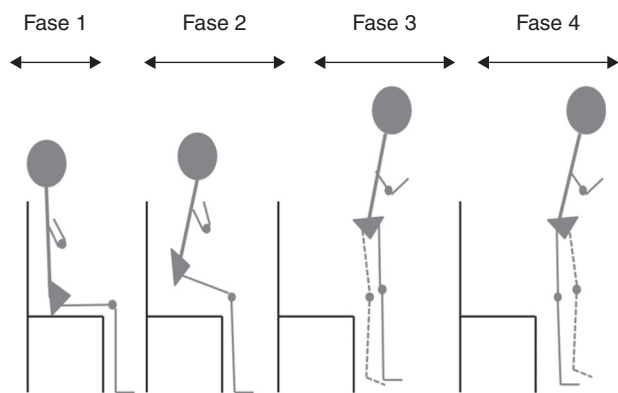
correlaciona-se com habilidades de locomoção e autonomia no idoso (Dehail et al., 2007; Podsiadlo e Richardson, 1991; Potter et al., 1995; Shinkai et al., 2000); na análise de cada uma das fases específicas da LEA ou mesmo na global podem-se identificar os problemas que levam os idosos a terem uma ruptura no sequenciamento motor (Buckley et al., 2008); como o maior número de quedas nos idosos ocorre em um momento de transição, avaliar a LEA pode ser considerado como uma avaliação funcional (Aberg et al., 2010; Dehail et al., 2007; Henriksson e Hirschfield, 2005; Kouta et al., 2007); a sobreposição das fases da LEA pode demonstrar menor automaticidade na execução da tarefa e, portanto, maior fragilidade desses indivíduos (Dehail et al., 2007).

Apesar de haver alguns estudos sobre o comportamento da LEA na população jovem (Kerr et al., 2004; Kouta et al., 2006; Pereira et al., 2015) ou idosa livre de comprometimentos neurológicos (Aberg et al., 2010; Buckley et al., 2009; Dehail et al., 2007; Kerr et al., 2007; Kouta e Shinkoda, 2008; Kouta et al., 2007), a realização desse estudo se justifica pela inconsistência de resultados encontrados nos estudos anteriores. Assim, se faz necessária uma maior investigação do comportamento analisado. Além disso, ainda é mais escasso o número de estudos que avaliaram o impacto do envelhecimento sobre a LEA (Buckley et al., 2009).

Dessa forma, hipotetizamos que mediante os comprometimentos oriundos do envelhecimento, tarefas de transição, tais como a LEA, possam estar comprometidas na população idosa. Mediante também a escassez de estudos comparando ambas as populações, surgiu o questionamento: há diferença entre jovens e idosos nas características cinéticas e cinemáticas apresentadas na tarefa de LEA? Há diferença no tempo total de realização da tarefa, assim como em cada fase da respectiva tarefa? Dessa forma, o objetivo do estudo foi verificar o impacto do envelhecimento em variáveis cinéticas, cinemáticas e no desempenho dos participantes durante a realização da LEA.

**Materiais e métodos**

Por meio de um convite pessoal, participaram deste estudo 23 indivíduos, 14 no grupo jovens (GJ – seis homens e oito mulheres com  $22,57 \pm 2,85$  anos, massa corpórea

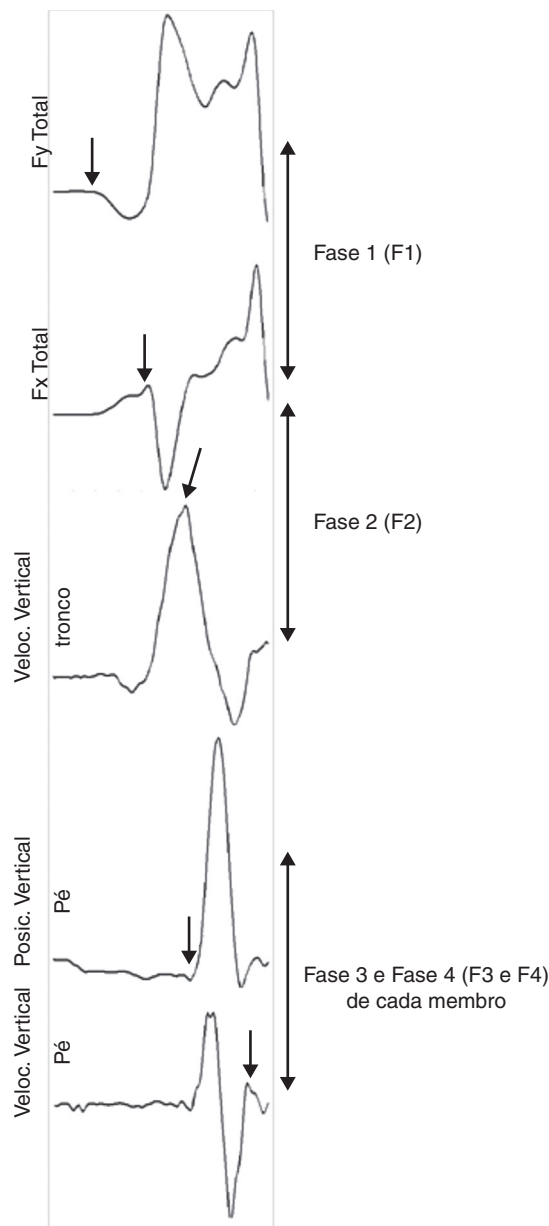


**Figura 1** Representação da tarefa de levantar e andar de acordo com suas fases.

de  $66,07 \pm 9,52$  kg e  $167,44 \pm 6,7$  cm de estatura) e nove no grupo idosos (GI: seis homens e três mulheres com  $70,78 \pm 5,54$  anos, massa corpórea de  $77,44 \pm 15,16$  kg e estatura de  $164,78 \pm 7,67$  cm), esses participantes do Profit (Programa de Atividade Física para a Terceira Idade, da Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro). Uma das limitações do estudo é o pequeno número de participantes presentes no estudo.

Anterior à coleta dos dados, os participantes foram informados sobre os procedimentos e o objetivo do estudo e permitiram sua participação por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto em si foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro. Os procedimentos experimentais foram feitos no Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção (Leplo) do Departamento de Educação Física da referida Universidade. A coleta de dados foi feita em um dia. Inicialmente os indivíduos passaram por uma anamnese completa, após a qual foram excluídos indivíduos que apresentavam comprometimento osteoarticular e/ou comprometimento de ordem neurológica (com intuito de seleção da amostra) e esses indivíduos ainda passaram por mensuração da estatura e da massa corporal (Balança Mecânica Antropométrica Welmy – Modelo R-110, Santa Bárbara do Oeste, Brasil).

O estudo conta com a realização da tarefa de LEA, que é composta por quatro fases. A primeira fase (F1) é denominada como momento de flexão do tronco e ocorre entre o início do movimento, identificado pela primeira mudança na força de reação do solo (Kerr et al., 2004) e perda de contato com o assento, identificado por um pico anteroposterior da força de reação do solo (Bishop et al., 2005). Do momento de perda de contato como o assento até o término do levantar ocorre a segunda fase (F2), denominada de fase de extensão (Kerr et al., 2004), identificada pelo pico vertical da velocidade do tronco atingido pelo indivíduo. A terceira fase (F3), conhecida como contato, começa com a retirada do calcanhar (identifica-se o início da marcha) e continua por meio do balanço inicial do membro ipsilateral até a retirada dos dedos (Buckley et al., 2008). A fase final (F4) é a da retirada dos dedos do membro ipsilateral até a retirada do calcanhar do membro contralateral (Buckley et al., 2009). A descrição das fases de forma ilustrada é apresentada na figura 1. Na LEA os indivíduos realizaram três passos principais, nos quais o primeiro passo (Passo 1) é aquele no qual ocorre o evento



**Figura 2** Representação dos eventos de cada uma das fases da tarefa de levantar e andar.

Fy total, força mediolateral total; Fx total, força anteroposterior total; Veloc. Vertical tronco, velocidade vertical obtida pelo tronco; Posic. Vertical Pé, posicionamento vertical do pé; Veloc. Vertical Pé, velocidade vertical do pé.

F3, composto pelo primeiro passo do indivíduo. O segundo passo (Passo 2) é o no qual ocorre a F4, o segundo passo do indivíduo. O terceiro passo (Passo 3) ocorre quando o indivíduo realiza praticamente a marcha normal.

Ainda na figura 2 temos a representação de como os eventos de cada fase da LEA foram identificados.

Para a análise cinética foi usada uma plataforma de força (Advanced Mechanical Technologies, Modelo AccuGait, Boston, MA). Por meio da análise das forças de reação do solo, foi possível determinar a localização do Centro de Pressão (COP), bem como seu deslocamento e sua velocidade de deslocamento anteroposterior e mediolateral. Os dados

cinéticos foram adquiridos por meio do software NDI First Principles (Northern Digital Inc., Ontario, Canadá), que por meio de uma sincronização automática também permitiu a captura de sinais emitidos por marcadores ativos infravermelhos posicionados em ambos os membros inferiores nos seguintes pontos anatômicos: cabeça do quinto metatarso, base do hálux, calcâneo, maléolo lateral, maléolo medial e acrômio, posicionados esses no hemicorpo direito do indivíduo. Esses sinais foram usados para a análise cinemática, que foi feita por meio do sistema optoeletrônico (OPTO-TRAK Certus – 3D Motion Measurement System, NDI, Ontario, Canadá), posicionado no plano sagital direito do indivíduo. Tanto para cinética como para a cinemática a frequência de coleta foi de 200 Hz.

Para a tarefa de levantar e andar, os indivíduos permaneceram sentados em uma cadeira sem braços (Buckley et al., 2009; Dehail et al., 2007; Kouta e Shinkoda, 2008; Kouta et al., 2007; Pereira et al., 2015), com encosto reclinado a 95 graus e com altura, comprimento e largura de 0,42 metro. Permaneceram com os pés descalços (Dehail et al., 2007) posicionados confortavelmente sobre a plataforma de força. Essa posição foi estabelecida como padrão para as demais tentativas (Kerr et al., 2007; Pereira et al., 2015). Os participantes ficaram com os joelhos flexionados a 90 graus (Dehail et al., 2007; Kouta e Shinkoda, 2008; Kouta et al., 2007; Pereira et al., 2015), verificado a cada tentativa com o uso de um goniômetro (Carci Ind. Com. Apar. Cirurg. e Ortop. Ltda, São Paulo, Brasil). Para diminuir a possibilidade de independência entre as tarefas componentes da LEA (levantar e ficar em pé/iniciar a marcha), os indivíduos foram instruídos enquanto sentados a andar da forma mais confortável possível (Buckley et al., 2008; Kerr et al., 2007; Pereira et al., 2015). Com os braços cruzados (Buckley et al., 2008, 2009; Pereira et al., 2015), levantaram e imediatamente iniciaram a marcha por uma passarela de quatro metros (Buckley et al., 2009; Pereira et al., 2015) e assim que iniciaram a marcha puderam mover seus braços (Buckley et al., 2009; Dehail et al., 2007; Pereira et al., 2015). A perna que fez o primeiro balanço durante o andar permaneceu a inicial em todas as tentativas (Buckley et al., 2009; Dehail et al., 2007), nas quais os indivíduos tiveram a liberdade em escolher o membro de primeiro passo e cada sujeito fez cinco tentativas (Buckley et al., 2009; Dehail et al., 2007; Kerr et al., 2007). Todas foram consideradas na análise, salvo tentativas nas quais o indivíduo não realizou a tarefa adequadamente (separava a tarefa primeiro em levantar e depois andar, não obedecia ao comando de voz ou mantinha os braços cruzados ao corpo). O intervalo dado para cada tentativa foi de um minuto, haja vista que é uma tarefa simples, para a qual os indivíduos do estudo estavam aptos e tinham totais condições de fazê-la.

Ainda, durante as tarefas houve a captura das forças de reação do solo (FRS) anteroposterior e mediolateral que foram consideradas em relação ao peso corporal dos indivíduos (%PC), adquirido previamente à realização da LEA: os indivíduos permaneceram em pé com os membros superiores ao lado do corpo, olhando para frente (sem um ponto fixo) e para a base de suporte da preferência dos indivíduos.

As variáveis de desempenho foram o tempo total da tarefa (início do movimento até término do primeiro passo) e a duração de cada fase. As variáveis obtidas a partir das plataformas de força foram: deslocamento e velocidade tanto

anteroposterior quanto mediolateral do COP para as quatro fases e análise das FRS anteroposterior (mínima para F3 e máxima para F4), mediolateral (mínima para F4) e vertical (máxima para F2 e F4 e mínima para F3). As forças de reação do solo (FRS) são descritas também como força anteroposterior (eixo x), mediolateral (eixo y) e vertical (eixo z). A análise das FRS foi restrita a essas fases e componentes da força (máxima e/ou mínima), pois por meio da análise das forças detectamos que apenas essas eram de interesse. As características dos passos foram descritas por meio da observação das seguintes variáveis: comprimento, duração e velocidade dos passos 1, 2 e 3; suporte simples e duplo suporte dos passos 1 e 2; duração e velocidade das passadas 1 e 2. O tratamento dos dados e o cálculo das variáveis cinéticas e cinemáticas foram feitos por meio de rotina específica escrita em linguagem Matlab (versão R2008b, MathWorks, Inc.®, Massachusetts, USA).

Com o intuito de demonstrar o comportamento do COP e das forças de reação do solo que melhor representam o grupo, foi demonstrada uma tentativa de um sujeito de cada grupo. Para tal, todo o ciclo da LEA (do início da F1 até o término da F4) foi normalizado em 100% e se fez a média dos registros a cada período de 2% do tempo total.

Todos os dados passaram por análise estatística por meio do programa SPSS (SPSS Inc, SPSS for Windows® – versão 15.0, Chicago, USA), no qual o nível de significância de todas as análises foi mantido em 0,05. Após os testes de Shapiro-Wilk para avaliar normalidade dos dados e de Levene para esfericidade, optou-se por adotar testes *t* de Student para amostras independentes para comparar todas as variáveis entre os grupos.

## Resultados

A figura 3 demonstra o posicionamento do COP de uma única tentativa de um sujeito de cada grupo com intuito de uma análise qualitativa. Assim como observado na figura 2, não houve diferença significativa entre os grupos tanto nos deslocamentos anteroposterior e mediolateral como nas suas velocidades em cada fase da LEA (tabela 1).

Já a tabela 2 apresenta os resultados de força de reação do solo nos quais se pode observar apenas diferença estatística na fase 2, na qual G1 apresentou menor FRS vertical do que GJ ( $p=0,014$ ). Nas demais fases, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. A figura 4 demonstra qualitativamente essas forças.

Na tabela 3 estão demonstrados os valores das variáveis cinemáticas, nas quais não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

Por fim, na tabela 4 está descrito o tempo despendido para a realização de cada uma das fases da LEA, assim como o tempo total de realização da tarefa, nos quais foi encontrada diferença estatística significativa somente para a F2.

## Discussão

O principal objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do envelhecimento nas variáveis cinéticas, cinemáticas e do tempo de realização da LEA. O resultado mais evidente observado foi que o envelhecimento foi capaz de protagonizar modificações na LEA e foram encontradas diferenças

**Tabela 1** Média de valores e desvios padrão dos deslocamentos e velocidades anteroposterior e mediolateral dos dois grupos nas quatro fases

Fases LEA	GJ	GI	t	p
<i>Desloc. AP (cm)</i>				
F1	48,5 ± 33,45	47,01 ± 31,28	0,107	0,916
F2	31,27 ± 24,27	19,4 ± 8,94	1,398	0,177
F3	23,61 ± 27,89	21,89 ± 34,08	0,133	0,895
F4	62,14 ± 43,26	85,45 ± 39,8	-1,299	0,208
<i>Desloc. ML (cm)</i>				
F1	26,08 ± 35,64	17,54 ± 11,2	0,691	0,497
F2	25,07 ± 31,5	11,34 ± 5,62	1,285	0,213
F3	14,75 ± 11,94	10,18 ± 10,04	0,949	0,353
F4	56,94 ± 75,04	32,81 ± 17,1	0,942	0,357
<i>Veloc. AP (cm/s)</i>				
F1	3,43 ± 2,12	2,44 ± 0,95	1,307	0,206
F2	1,11 ± 0,3	1,05 ± 0,27	0,555	0,585
F3	0,99 ± 0,44	0,78 ± 0,43	1,094	0,286
F4	6 ± 3,75	7,71 ± 6,66	-0,793	0,436
<i>Veloc. ML (cm/s)</i>				
F1	1,01 ± 0,74	0,79 ± 0,33	0,809	0,428
F2	0,29 ± 0,18	0,21 ± 0,06	1,384	0,181
F3	0,3 ± 0,12	0,36 ± 0,13	-1,135	0,269
F4	3,16 ± 2,23	2,18 ± 1,55	1,150	0,263

Desloc. AP, deslocamento anteroposterior do COP; Desloc. ML, deslocamento mediolateral do COP; Veloc. AP, velocidade anteroposterior do COP; Veloc. ML, velocidade mediolateral do COP.

**Tabela 2** Média de valores e desvios padrão da força de reação de solo (FRS) dos dois grupos

FRS (%PC)	GJ	GI	t	P
MINFX3	-13,59 ± 4,84	-11 ± 5,2	-1,216	0,238
MAXFX4	0,62 ± 0,49	0,62 ± 0,29	-0,014	0,989
MINFY4	0,03 ± 0,45	-0,38 ± 1,35	1,068	0,298
MAXFZ2	127,71 ± 9,31	118,52 ± 5,4	2,672	<b>0,014</b>
MINFZ3	73,14 ± 9,21	78,58 ± 12,1	-1,222	0,235
MAXFZ4	98,54 ± 13,85	100,93 ± 13,38	-0,408	0,687

%PC, porcentagem de peso corporal; MIN, força mínima; MAX, força máxima; F1, fase 1; F2, fase 2; F3, fase 3; F4, fase 4.

**Tabela 3** Média de valores e desvio padrão das variáveis cinemáticas dos dois grupos nas quatro fases

Variáveis	GJ	GI	t	P
Comprimento Passo 1 (cm)	18,53 ± 5,51	14,58 ± 7,06	1,505	0,147
Comprimento Passo 2 (cm)	63,78 ± 4,34	61,51 ± 8,96	0,817	0,423
Comprimento Passo 3 (cm)	60,82 ± 4,08	58,47 ± 7,46	0,980	0,338
Duração Passo 1 (s)	0,3 ± 0,03	0,28 ± 0,05	1,039	0,311
Duração Passo 2 (s)	0,59 ± 0,3	0,59 ± 0,7	0,108	0,915
Duração Passo 3 (s)	0,56 ± 0,3	0,55 ± 0,6	0,997	0,330
Suporte Simples Passo 1 (s)	0,09 ± 0,03	0,07 ± 0,04	2,007	0,058
Suporte Simples Passo 2 (s)	0,13 ± 0,04	0,11 ± 0,05	1,227	0,233
Duplo Suporte Passo 1 (s)	0,2 ± 0,03	0,23 ± 0,04	-1,938	0,066
Duplo Suporte Passo 2 (s)	0,17 ± 0,03	0,18 ± 0,03	-0,897	0,380
Velocidade Passo 1 (cm/s)	59,89 ± 13,15	47,27 ± 17,6	1,968	0,062
Velocidade Passo 2 (cm/s)	108,09 ± 11,04	106,37 ± 23,08	0,241	0,812
Velocidade Passo 3 (cm/s)	108,16 ± 11,42	108,5 ± 18,14	-0,056	0,956

**Tabela 4** Média de valores e desvio padrão do tempo de duração das fases e total da LEA dos dois grupos nas quatro fases

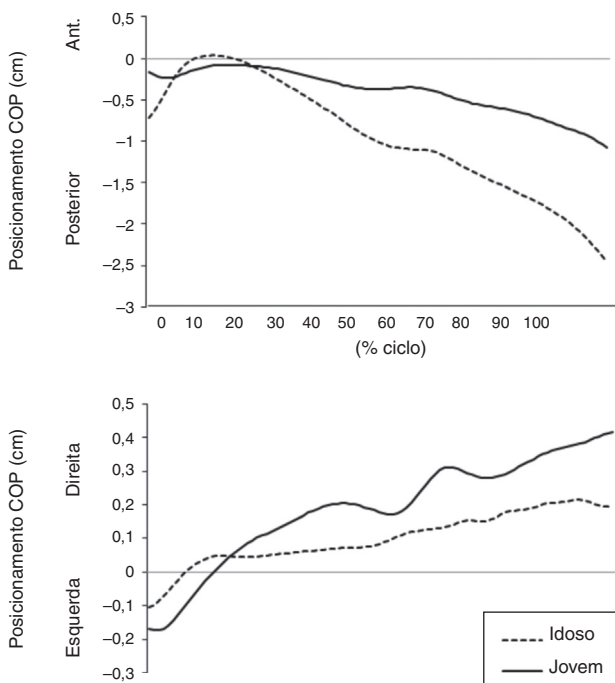
Fases LEA (s)	GJ	GI	t	p
F1	0,57 ± 0,34	0,86 ± 0,48	-1,673	0,109
F2	0,28 ± 0,04	0,34 ± 0,07	-2,576	0,018
F3	0,2 ± 0,19	0,16 ± 0,16	0,499	0,623
F4	0,35 ± 0,16	0,44 ± 0,17	-1,205	0,242
Total	1,7 ± 0,45	2,08 ± 0,58	-1,749	0,095

F1, fase 1; F2, fase 2; F3, fase 3; F4, fase 4.

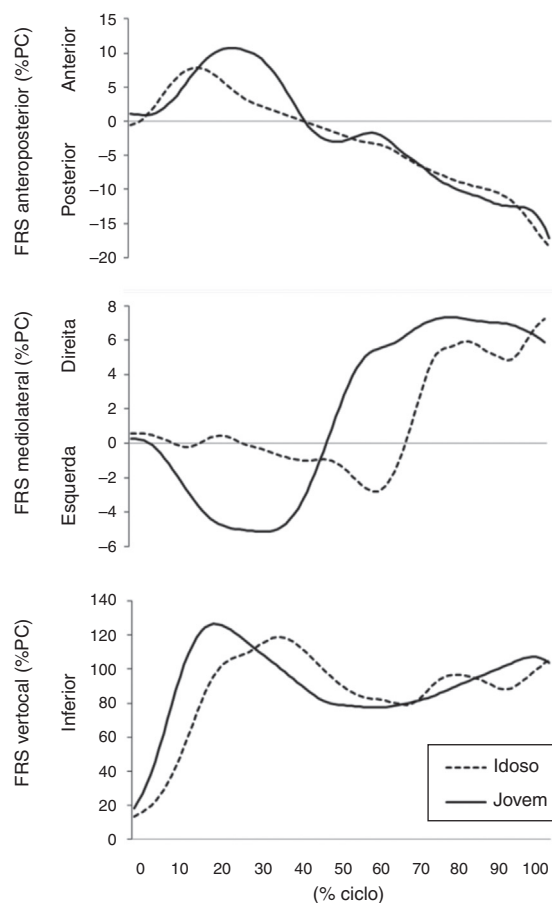
para duas variáveis. São elas a FRS máxima vertical, na fase 2, e o tempo de realização da mesma fase. Simplificando essa evidência, como ambas as diferenças foram encontradas na mesma fase do movimento (F2 – aquela em que o indivíduo perde o contato com o assento e adquire a posição em pé), pode-se dizer que são complementares e que essa fase é a que sofre maior influência do processo de envelhecimento e pode ser crítica para o desempenho da LEA. Conforme o indivíduo faz maior FRS na fase de saída da cadeira até terminar o levantar, esse tempo de realização para o GJ é menor, o que sugere então que os jovens somente são mais rápidos porque produzem mais força, estendem os membros inferiores mais rapidamente (Kouta e Shinkoda, 2008), devido a maior potência muscular, maior força explosiva e maior frequência de desenvolvimento de força (Andrade e Matsudo, 2010). Segundo Buckley et al. (2009), os componentes locomotores, tais como diminuição do comprimento e velocidade do passo da LEA, estão reduzidos em idosos e, assim, os jovens fazem a tarefa de forma mais eficiente no momento de transferência (F2) e apresentam maior FRS máxima. Mesmo com essas diferenças,

nenhuma outra diferença pode ser apontada, principalmente no dispêndio de tempo para fazer a tarefa, mas essa diferença nos fornece um dado importante, pois como a F2 é uma fase de transição e a maior parte das quedas ocorre em momentos como esse, especial atenção deve ser dada a esses indivíduos nessa fase (Dehail et al., 2007).

Em um estudo feito por Kouta e Shinkoda (2008), a FRS na fase 2 também foi maior para o grupo jovens, porém os indivíduos realizaram a LEA da forma mais rápida possível. Apesar de a tarefa apresentar demanda temporal diferente, a FRS na F2 é maior para indivíduos jovens do que para idosos. Esse aumento da FRS também pode ser decorrente de



**Figura 3** Demonstração dos posicionamentos anteroposterior e mediolateral obtidos a partir de uma tentativa de um sujeito de cada grupo.



**Figura 4** Demonstração das forças de reação do solo anteroposterior, mediolateral e vertical obtidas a partir de uma tentativa de um sujeito de cada grupo. FRS, força de reação do solo; %PC, porcentagem do peso corporal.

maior força explosiva e potência muscular encontrados na população jovem (Andrade e Matsudo, 2010). A diferença na FRS na F2 pode ocorrer também porque os idosos priorizam uma estabilidade na qual eles adiam o início da marcha até o corpo estar completamente em pé e separam as tarefas (levantar e depois andar), diferentemente dos jovens, que desempenham a LEA como uma tarefa única (Kerr et al., 2007). Kerr et al. (2007) também sugerem que nessa fase o tempo dos indivíduos idosos pode ser prolongado para acomodar déficits no equilíbrio, além de refletir a fraqueza dos músculos extensores dos membros inferiores. Assim, ajustes no seu posicionamento e na postura são requeridos para assegurar o cuidado do indivíduo no andar. Essa estratégia é a de limitar o movimento de segurança para essa população (Buckley et al., 2009).

Não foram encontradas diferenças significativas entre jovens e idosos nas outras variáveis analisadas. Quanto à análise das variáveis do COP (velocidade e deslocamento anteroposterior e mediolateral), essas não vinham sendo observadas na literatura para discriminar diferenças encontradas com o decorrer do envelhecimento durante a LEA, como ocorreu com outras variáveis, como cinemática (Aberg et al., 2010; Dehail et al., 2007; Kouta et al., 2007), eletromiografia (Dehail et al., 2007) e análise do centro de massa (Aberg et al., 2010; Kouta et al., 2007), assim como em avaliar outra tarefa diferente entre essas populações, como subir e descer escadas (Reid et al., 2011). Por isso, um dos intuitos do nosso estudo foi fazer essa análise, porém sem êxito com resultados expressivos. Isso significa que a análise do COP não foi sensível para detectar mudanças oriundas do envelhecimento. Assim como o COP, a análise cinemática não foi eficaz para encontrar diferenças significantes entre jovens e idosos.

Quanto à força muscular, é conhecido na literatura que ocorre diminuição na população idosa, porém se essa população pratica atividade física ou algum esporte, essa perda é revertida pelos benefícios da atividade física (Brown et al., 1990; Frontera et al., 1991; Merletti et al., 2002; Welsh e Rutherford, 1996). Dessa forma, sugerimos que o mesmo possa ter ocorrido com o GI, pois os idosos participantes deste estudo são participantes de um grupo de atividade física. Essa é uma das limitações do estudo, já que não houve o controle do nível de atividade de cada participante. Portanto, devemos tomar cuidado ao avaliar a LEA em idosos, pois podemos ter vários falsos positivos, principalmente no que se refere ao nível de atividade física (Kerr et al., 2007).

Outra limitação do estudo é a padronização da cadeira (a altura da cadeira usada no estudo encontra-se dentro dos padrões usados no dia a dia), pois o nível de dificuldade dessa tarefa pode estar de acordo com a altura do assento e com isso diferentes produções de força nos membros inferiores podem ocorrer, principalmente sobre a articulação do joelho (Moraes e Mauerberg-DeCastro, 2010), mesmo sendo o ambiente com o uso dessa cadeira o mais próximo do real. Portanto, para futuros estudos sugere-se o controle do nível de atividade física e o uso de diferente demanda temporal para a tarefa (Kouta e Shinkoda, 2008), com exigência de rapidez ao executar a tarefa e a avaliação dos momentos articulares, pois avaliar a habilidade de o músculo exercer grande quantidade de força em alta velocidade, como no caso de levantar de uma cadeira, é importante principalmente pelo seu relevante impacto na realização das AVDs

(Bean et al., 2002; Cuoco et al., 2004; Garcia et al., 2011; Skelton et al., 1994).

A importância de desenvolver este estudo foi a de investigar sob quais parâmetros, principalmente em tarefas do dia a dia e ambientes de transição, jovens e idosos se diferem e fornecer informações, principalmente no âmbito acadêmico e profissional, para traçar e planejar intervenções a fim de que esses se mantenham independentes em seu estilo de vida. Podemos concluir, então, que o envelhecimento causa um impacto significativo apenas na segunda fase da LEA. Indivíduos idosos exercem menor força vertical e despendem mais tempo para completar essa fase. Assim, especial atenção deve ser despendida para essa fase em particular, pois, como é uma fase de transição, expõe os idosos a uma maior probabilidade de sofrerem quedas.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

- Aberg AC, Frykberg GE, Halvorsen K. Medio-lateral stability of sit-to-walk performance in older individuals with and without fear of falling. *Gait Posture* 2010;31(4):438–43.
- Andrade RM, Matsudo SMM. Relação da força explosiva e potência muscular com a capacidade funcional no processo de envelhecimento. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(5):344–8.
- Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, Fielding RA. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(3):461–7.
- Bishop M, Brunt D, Pathare N, Ko M, Marjama-Lyons J. Changes in distal muscle timing may contribute to slowness during sit-to-stand in Parkinson's disease. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2005;20(1):112–7.
- Brown AB, McCartney N, Sale DG. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol* 1990;69(5):1725–33.
- Buckley T, Pitsikoulis C, Barthelemy E, Hass CJ. Age impairs sit-to-walk motor performance. *J Biomech* 2009;42(14):2318–22.
- Buckley T, Pitsikoulis C, Hass CJ. Dynamic postural stability during sit-to-walk transitions in Parkinson's disease patients. *Mov Disord* 2008;23(9):1274–80.
- Cress ME, Meyer M. Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Phys Ther* 2003;83(1):3748.
- Cuoco A, Callahan DM, Sayers S, Frontera WR, Bean J, Fielding RA. Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59(11):1200–6.
- Dehail P, Bestaven E, Muller F, Mallet A, Robert B, Bourdel-Marchasson I, Petit J. Kinematic and electromyographic analysis of rising from a chair during a "sit-to-walk" task in elderly subjects: role of strength. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2007;22(10):1096–103.
- Doherty TJ. Invited review: aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;95(4):1717–27.
- Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evas WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol* 1991;71(2):644–50.
- Garcia PA, Dias JM, Dias RC, Santos P, Zampa CC. A study on the relationship between muscle function, function mobility, and level of physical activity in community-dwelling elderly. *Rev Bras Fisioter* 2011;15(1):15–22.

- Henriksson M, Hirschfield H. Physically active older adults display alterations in gait initiation. *Gait Posture* 2005;21(3):289–96.
- Ikeda ER, Schenkman ML, Riley PO, Hodge WA. Influence of age on dynamics of rising from a chair. *Phys Ther* 1991;71(6):473–81.
- Kerr A, Durward B, Kerr KM. Defining phases for the sit-to-walk movement. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004;19(4):385–90.
- Kerr A, Rafferty A, Kerr KM, Durward B. Timing phases of the sit-to-walk movement: validity of a clinical test. *Gait Posture* 2007;26(1):11–6.
- Kouta M, Shinkoda K. Differences in biomechanical characteristics of sit-to-walk motion between younger and elderly males dwelling in the community. *J Phys Ther Sci* 2008;20(3):185–9.
- Kouta M, Shinkoda K, Kanemura N. Sit-to-walk versus sit-to-stand or gait initiation: biomechanical analysis of young men. *J Phys Ther Sci* 2006;18(2):201–6.
- Kouta M, Shinkoda K, Shimizu ME. Biomechanical analysis of the sit-to-walk series of motions frequently observed in daily living: effects of motion speed on elderly persons. *J Phys Ther Sci* 2007;19(4):267–71.
- Magnan A, McFadyen BJ, St-Vincent G. Modification of the sit-to-stand task with the addition of gait initiation. *Gait Posture* 1996;4(3):232–41.
- Merletti R, Farina D, Gazzoni M, Schieroni MP. Effect of age on muscle functions investigated with surface electromyography. *Muscle Nerve* 2002;25(1):65–76.
- Moraes R, Mauerberg-DeCastro E. Relação entre percepção e ação durante os movimentos de sentar e levantar de indivíduos idosos. *Psicol Teor Pesqui* 2010;26(2):253–64.
- Pereira MP, Pelicioni PHS, Lahr J, Gobbi LTB. Does the proprioceptive system stimulation improve the sit-to-walk performance in healthy young adults? *J Phys Ther Sci* 2015;27(4):1113–6.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed “up and go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142–8.
- Potter JM, Evans AL, Duncan G. Gait speed and activities of daily living function in geriatric patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76(11):997–9.
- Reid SM, Novak AC, Brouwer B, Costigan PA. Relationship between stair ambulation with and without a handrail and centre of pressure velocities during stair ascent and descent. *Gait Posture* 2011;34(4):529–32.
- Shinkai S, Watanabe S, Kumagai S, Fujiwara Y, Amano H, Yoshida H, et al. Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing* 2000;29(5):441–6.
- Simões LA, Dias JMD, Marinho KC, Pinto CLLR, Britto RR. Relação da função muscular respiratória e de membros inferiores de idosos comunitários com a capacidade funcional avaliada por teste de caminhada. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(1):24–30.
- Skelton DA, Greig CA, Davies JM, Young A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. *Age Ageing* 1994;23(5):3371–7.
- Welsh L, Rutherford OM. Effects of isometric strength training on quadriceps muscle properties in over 55 years olds. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996;72(3):219–23.