

## Correlação entre o teste de apoio unipodal com a projeção do centro de massa por fotogrametria

Correlation between the unipodal stance test and the projection of the center of mass through photogrammetry

Alyson Pereira da Silva, João Paulo Araújo da Cunha<sup>1</sup>

Ricardo da Silva Alves<sup>2</sup>

**Resumo:** O equilíbrio é um elemento primordial para o indivíduo, a mensuração demanda ferramentas simples, de baixo custo e validadas, porém essenciais para diagnosticar alterações e disfunções. **Objetivo:** Correlacionar o desempenho dos testes de apoio unipodal com o momento de projeção do centro de massa por meio da fotogrametria. **Método:** Trata-se de um estudo correlacional e transversal. Participaram do estudo 50 voluntários que foram alocados em um único grupo. Foram utilizados como instrumentos de avaliação, o teste de apoio unipodal para avaliação do equilíbrio estático e a fotogrametria computadorizada para estimar o momento da projeção do centro de massa. **Resultados:** Foram observados que não houve diferença significativa entre o tempo de teste de apoio unipodal realizado com o pé esquerdo e com o pé direito. Foi observada correlação negativa entre as variáveis do teste de apoio unipodal e as variáveis da fotogrametria computadorizada. **Conclusão:** Concluímos que não houve correlação entre o teste de apoio unipodal e a fotogrametria.

**Palavras chaves:** equilíbrio, fotogrametria, centro de massa, postura, teste de apoio unipodal.

**Abstract | Background:** Balance is a primordial element for the individual, the measurement demands simple but essential tools to diagnose alterations and dysfunctions. **Objective:** To correlate the performance of the single-legged stance tests with the projection moment of the center of mass by means of photogrammetry. **Method:** This is a correlational and cross-sectional study. The study included 50 volunteers who were allocated to a single group. The one-legged stance test was used as evaluation instruments to evaluate the static equilibrium and the computerized photogrammetry to estimate the moment of projection of the center of mass, which are characterized as simple, low-cost and validated tools. **Results:** It was observed that there was no significant difference between the time of the single-leg stance test performed with

the left foot and with the right foot. A negative correlation was observed between the variables of the one-legged stance test and the variables of the computerized photogrammetry.

**Conclusion:** We conclude that there was no correlation between the one-legged stance test and photogrammetry.

**Keywords:** balance, photogrammetry, center of mass, posture, single-leg stance test.

<sup>1</sup>Alunos do curso de Fisioterapia - Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS), Pouso Alegre (MG), Brasil.

<sup>2</sup>Fisioterapeuta, Doutor em Biociências Aplicadas à Saúde, docente do Curso de Fisioterapia Univás, Pouso Alegre, MG, Brasil.

**Endereço de correspondência:** Ricardo da Silva Alves, Curso de Fisioterapia - Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS). Avenida Alfredo Custódio de Paula, 320, CEP 37553-068, Telefone: (35) 3449 8772, Pouso Alegre, MG, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A busca pela postura correta é importante para a manutenção de boas condições de saúde<sup>1</sup>. A avaliação postural na posição ortostática, tanto na prática clínica quanto em pesquisas, tem sido amplamente utilizada como um instrumento diagnóstico de planejamento e acompanhamento do tratamento fisioterapêutico<sup>2</sup>.

A postura ortostática é uma das principais posturas adotadas no nosso cotidiano e manter o equilíbrio do corpo nesta postura é tão importante e tão complexo quanto controlar os movimentos de segmentos corporais isolados. O controle da postura resulta da integração de vários

tipos de informação sensorial (visual, vestibular e somatossensorial) e das propriedades passivas e ativas do sistema musculoesquelético e de parte do sistema nervoso, que juntos compõem o sistema de controle postural<sup>3</sup>. Alterações nesses sistemas ocasionados pelo envelhecimento, presença de comorbidades e modificações posturais levam a modificações da projeção do centro de massa (COM).<sup>4</sup>

Os músculos dorsiflexores e flexores plantares desempenham um papel importante na regulação desse controle, principalmente na manutenção do COM dentro da base de suporte<sup>5</sup>. O tríceps sural contribui para impedir o deslocamento

anterior do COM em relação ao tornozelo<sup>6</sup> enquanto o músculo tibial anterior atua no sentido oposto e auxilia com informações sensoriais<sup>7</sup>.

Segundo Dunsck (2017), um componente de avaliação clínica do contexto da fisioterapia é o equilíbrio postural, condição essencialmente importante para os indivíduos<sup>8</sup>. Com o envelhecimento ocorrem alterações no sistema de controle postural podendo provocar diminuição de desempenho na habilidade de manter o equilíbrio, o que pode provocar quedas e, conseqüentemente, lesões ou até mesmo fatalidades<sup>9</sup>. Para isso, testes de equilíbrios são extremamente úteis na prática clínica para avaliar o equilíbrio postural. Dentre os diversos testes, encontra-se o teste de apoio Unipodal, que mensura o equilíbrio estático em apoio em uma perna sem auxílio<sup>10</sup>. Atualmente não existe consenso quanto ao tempo para o teste de apoio unipodal, o motivo pode estar relacionado ao tempo que deve ser capaz de permanecer em pé em uma única perna, ou outros fatores como a idade, o condicionamento físico e os objetivos do teste. O teste de apoio unipodal é comumente usado para avaliar o equilíbrio e a estabilidade, e a duração do teste pode variar em função disso, podendo ser adaptado às necessidades e características individuais de cada pessoa<sup>10-11</sup>. Portanto, torna-se fundamental o uso de ferramentas

que permitam a avaliação do equilíbrio postural de maneira precisa.

Atualmente os métodos padrão-ouro para avaliação do equilíbrio postural, são por meio de plataforma de força e estabilometria obtidos pela baropodometria, que corresponde à análise do equilíbrio através das oscilações dos centros de pressão. A avaliação do equilíbrio em diferentes faixas etárias, tanto na posição unipodal quanto na posição bipodal é muito útil para determinar se existe um problema de equilíbrio, para prever o risco de quedas e para determinar a eficácia da intervenção. Por isso, as ferramentas de avaliação de equilíbrio que diferenciam entre tipos e razões para o problema de equilíbrio, podem ajudar a direcionar o tipo de intervenção para um gerenciamento ou tratamento mais eficaz do distúrbio de equilíbrio<sup>11-12</sup>. No entanto, esses equipamentos oneram custos elevados, necessitam de softwares robustos, treinamentos para o manuseio e interpretação dos dados, o que pode dificultar o seu uso no contexto clínico. Diante disso, torna-se importante o uso de ferramentas de baixo custo, fácil acesso e manuseio simples<sup>12</sup>.

Na prática clínica, as avaliações posturais são métodos que fazem parte da rotina de um exame físico. Comumente essas avaliações e interpretações são conduzidas sob a forma de inspeção visual e subjetiva<sup>13</sup>.

Nas avaliações quantitativas realizadas por profissionais da saúde e pesquisadores não ocorre apenas a mensuração das mudanças posturais, mas também a melhora do monitoramento dos pacientes. Assim, novos estudos que visem validar e estimar a confiabilidade dos diferentes sistemas de avaliação postural e equilíbrio estático em ambientes clínicos são necessários<sup>14</sup>.

Há alguns anos, fisioterapeutas e outros profissionais da área do movimento humano têm utilizado da imagem para análise cinemática e postura corporal por meio de imagens. Quando consideradas isoladamente, as imagens (fotogramas) podem ser analisadas por meio do que se convencionou denominar de fotogrametria<sup>15</sup>. Segundo Ferreira EAG et al.<sup>14</sup>, essa técnica é uma ferramenta útil, de baixo custo, de boa confiabilidade para a avaliação postural como método de análise de ângulos corporais e acessível à maioria dos fisioterapeutas. Além disso, o uso da fotogrametria é uma alternativa viável para avaliação da projeção do COM. Alves et al.<sup>16</sup> avaliaram o momento de projeção do COM em apoio bipodal, em 57 voluntários utilizando a fotogrametria, encontrando excelentes níveis de confiabilidade do uso desta ferramenta para estimar um momento da projeção do COM. Nesse sentido, hipotetizamos que as condições de apoio unipodal possam apresentar correlação com a fotogrametria. Assim, o objetivo do

presente estudo foi correlacionar o momento de projeção do COM por meio da fotogrametria durante os testes de apoio unipodal.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo correlacional e transversal.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí - UNIVÁS através do número CAAE – 8087231.6.0000.5102 e atendeu às normas e diretrizes do CNS 466/12.

A amostra foi composta por 50 voluntários que foram alocados em um único grupo. Foram considerados elegíveis para o estudo, voluntários ativos, de ambos os gêneros, matriculados em uma Universidade de Pouso Alegre que residem na região Sul do estado de Minas Gerais. Os voluntários foram admitidos por demanda espontânea, por meio de convites diretos e rede social para participar do estudo.

Os critérios de inclusão foram: voluntários universitários, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 40 anos, regularmente matriculados em cursos de graduação da Univás. Foram excluídos deste estudo, voluntários que apresentassem dificuldade de compreensão sobre os procedimentos de avaliação a que seriam submetidos. Foram excluídos também

aqueles que apresentassem doenças e/ou disfunções que afetassem movimentos de membros superiores e/ou inferiores, pós cirúrgicos de no mínimo seis meses, que estejam em tratamento medicamentoso que afetem o equilíbrio, e aqueles que por motivos pessoais se recusaram a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

As avaliações e testes foram realizados no Laboratório de Motricidade Humana, da Universidade do Vale do Sapucaí- UNIVÁS.

### **Teste de apoio unipodal**

Para mensuração do equilíbrio estático, foi utilizado o teste de apoio unipodal, de acordo com protocolo sugerido por Gustafson<sup>17</sup>. O tempo de permanência em apoio unipodal foi mensurado utilizando-se um cronômetro digital com resolução de 0,01s. O tempo de permanência máximo estipulado para cada tentativa foi de 30 segundos, onde cada voluntário ficou na posição unipodal com os olhos abertos, mantendo-se na posição que permitisse seu melhor equilíbrio, sendo exigido apenas que mantivesse o quadril da perna contralateral fletido a 90°. Os participantes foram cronometrados assim que o pé saiu do chão e pararam quando o pé tocou o chão ou se o tempo máximo concedido foi atingido. Três tentativas por condição são registradas com

intervalos de 60 segundos por tentativas e o tempo mais longo é usado para o estudo. Os testes foram realizados em espaço calmo, apropriado e com o avaliado em cima de um tapete de EVA fino. Um avaliador auxiliar permaneceu próximo de cada participante para evitar possíveis quedas.

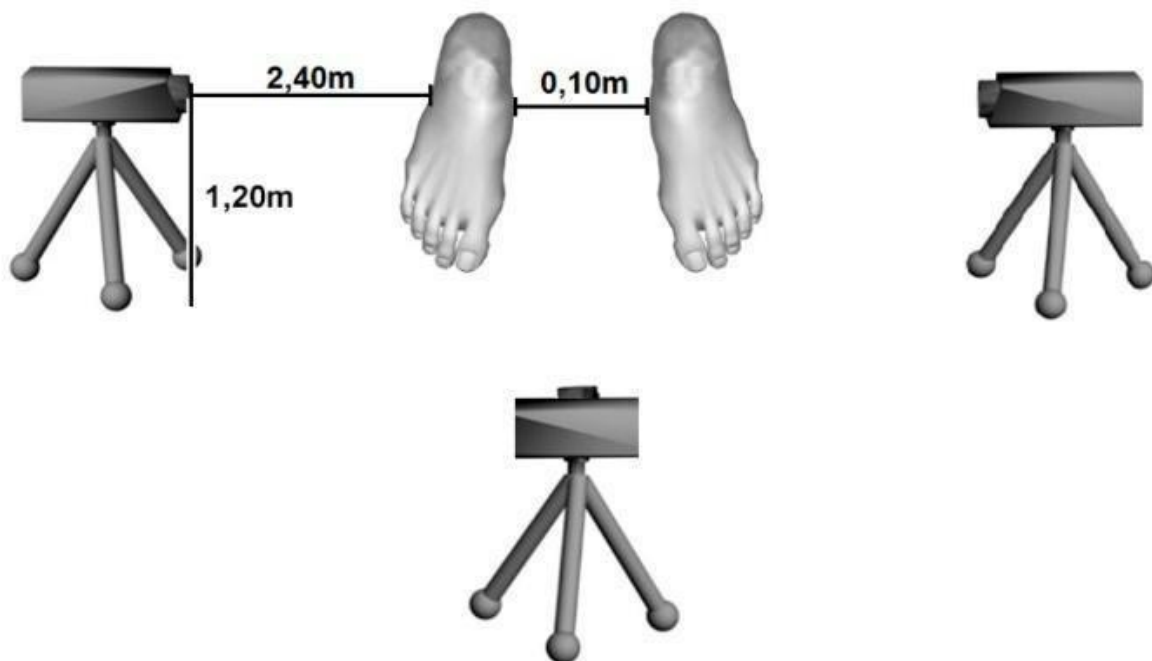
### **Fotogrametria computadorizada**

Para estimar um momento de projeção do COM, foi utilizado a técnica de fotogrametria computadorizada, utilizando o Software de Avaliação Postural (SAPO). Esse instrumento apresenta excelentes níveis de confiabilidade intra e interexaminador para avaliação do equilíbrio<sup>16</sup>. Para tal finalidade, foram utilizadas três câmeras fotográficas profissionais, marca NIKON, 14.1 Megapixel, posicionadas em torno do participante e sincronizadas para disparo único. As câmeras foram posicionadas a uma distância de 2,40m do voluntário e, perpendicularmente, a uma altura de 1,20m do solo. Cada câmera obteve uma imagem correspondente às vistas anterior, lateral direita e lateral esquerda, conforme figura 1. Em seguida, foram utilizados marcadores de 30mm de diâmetro posicionados sobre as seguintes referências anatômicas: tragus da orelha; acrômio; espinha íliaca ântero-superior; trocânter maior do fêmur; linha articular do joelho; maléolo lateral e região entre a cabeça do segundo e terceiro

metatarso, bilateralmente conforme figura 2. O voluntário se posicionou em apoio unipodal, mãos paralelas ao corpo de maneira que permitisse a visualização dos pontos anatômicos demarcados, para a realização da fotografia das três vistas,

frontal e laterais direita e esquerda, de ambos os membros. As coletas das imagens fotográficas foram realizadas em espaço calmo, apropriado e com o avaliado em cima de um tapete de EVA fino.

**Figura 1: Posicionamento dos tripés, câmeras e voluntário durante a coleta das fotografias nas vistas anterior, lateral direita e lateral esquerda.**



Fonte: Alves et al., 2017

As avaliações foram conduzidas por examinadores previamente treinados e familiarizados com o SAPO, v. 0.68. Os examinadores foram orientados a realizar o seguinte procedimento para obtenção do momento de projeção do COM: Abrir o SAPO > Criar Novo Projeto > Abrir imagem (vista anterior inicialmente) > ok > calibrar

vertical e escala da imagem (conforme o fio de prumo na foto) > realizar uma reta sobre a marcação no fio de prumo > Aplicar > Calibração deste traço: 0,10m > Calibrar > Confirmar a calibração e rotação da imagem > sim > ok > Sair > Análises > Marcação de pontos na imagem pelo protocolo<sup>16</sup>.

**Figura 2: Pontos anatômicos utilizados nas análises nas vistas anterior, lateral esquerda e lateral direita, segundo o protocolo do SAPO.**



Fonte: Alves et al., 2017

Após realizar as marcações nas vistas anterior, lateral direita e lateral esquerda, o relatório de análises foi gerado, obtendo-se: Assimetria nos planos frontal e sagital, e a Posição de projeção do COM relativo à posição média dos maléolos nos planos frontal e lateral. A marcação dos pontos anatômicos no software seguiu os critérios estabelecidos pelo SAPO.

### **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados sociodemográficos e clínicos dos participantes foram organizados em tabelas, com auxílio do programa Microsoft Office Excel. Para a análise estatística, foi utilizado o software

Statistical Package for the Social Science (SPSS, IBM Corp, Chicago, IL. USA), v. 20.0, para Windows. Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov Smirnov ou de Shapiro-Wilk. As variáveis categóricas obtidas por meio dos dados sociodemográficos e clínicos foram submetidas ao teste de Chi-Quadrado. Para correlacionar a projeção do centro de massa corporal pela fotogrametria com o teste de apoio unipodal foi utilizado o teste de coeficiente de Correlação de Pearson, caso a amostra apresente distribuição normal. Caso contrário, os dados seriam submetidos ao teste de Correlação de Rho Spearman. Foram considerados valores acima de  $\leq 0,50$  como

forte correlação,  $\leq 0,30$  a  $< 0,50$  correlação moderada e 0 a  $< 0,30$  baixa correlação (COHEN, 1992).

## RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os dados sociodemográficos dos participantes do estudo.

**Tabela 01: Dados sociodemográficos dos voluntários do estudo.**

Variáveis	n (%) Média
Masculino	12(24%)
Feminino	38(76%)
Praticantes de Atividade Física	26(52%)
Sedentários	24(48%)
Idade (anos)	23,312 $\pm$ 4,992
Massa corporal (kg)	67,028 $\pm$ 12,661
Altura (cm)	165,800 $\pm$ 8,068
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,280 $\pm$ 3,757
Frequência (x/Sem)	1,885 $\pm$ 2,323

Legenda: Kg: quilogramas; cm: centímetros; IMC: índice de massa corporal; kg/m<sup>2</sup>: quilogramas por metro quadrado; cm: centímetros; x/sem: frequência diária de prática de atividade física por semana;

Na tabela 02 são apresentados os resultados de média e desvio padrão relacionados ao tempo de permanência em apoio unipodal direito e esquerdo e as

medidas de projeção do centro de massa na assimetria no plano frontal e plano sagital e a posição da projeção do centro de massa no plano frontal e no plano sagital.



**Tabela 02: Resultados de média e desvio padrão dos testes de apoio unipodal direito e esquerdo e das variáveis de estimativa do momento de projeção do COM por meio da fotogrametria.**

Variáveis	Resultados
TAUE (s)	29,428 ± 2,342
TAUD (s)	29,057 ± 4,108
Assimetria PF (%)	-55,497 ± 26,798
Assimetria PS (%)	-30,971 ± 62,367
Posição Projeção do CG PF (cm)	-7,494 ± 4,445
Posição Projeção do CG PS (cm)	-7,205 ± 7,190

Legenda: s= segundos; %: porcentagem; cm: centímetros; TAUE: Teste de Apoio Unipodal Esquerdo; TAUD: Teste de Apoio Unipodal Direito; PF: Plano Frontal; PS: Plano Sagital; CG: Centro de Gravidade

Na tabela 03 são apresentados os resultados da análise correlacional entre os testes, não foram evidenciadas correlações significativas entre os testes de apoio unipodal direito e esquerdo com as medidas de projeção do centro de massa obtido por meio da fotogrametria.

**Tabela 03: Análise de correlação entre os testes de apoio unipodal direito e esquerdo com as medidas de projeção do COM obtidas pela fotogrametria.**

Variáveis	TAUD	TAUE
Assimetria PF (%)	r = 0,135	r = 0,017
	p = 0,349	p = 0,906
Assimetria PS (%)	r = -0,273	r = -0,128
	p = 0,066	p = 0,396
Posição Projeção do CG PF (cm)	r = 0,137	r = 0,043
	p = 0,374	p = 0,781
Posição Projeção do CG PS (cm)	r = - 0,285	r = -0,130
	p = 0,061	p = 0,400

Legenda: r= correlação de coeficiente; p= nível de significância; %: porcentagem; cm: centímetros; TAUE: Teste de Apoio Unipodal Esquerdo; TAUD: Teste de Apoio Unipodal Direito; PF: Plano Frontal; PS: Plano Sagital; CG: Centro de Gravidade

## DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que não houve correlações significativas entre as variáveis da fotogrametria com as medidas obtidas nos testes de apoio unipodal. No entanto, para as condições de equilíbrio em apoio unipodal adotadas neste, não foram encontradas correlações significativas, sugerindo que a escolha da ferramenta de avaliação é fundamental para os desfechos esperados.

A escolha da fotogrametria utilizando o SAPO para avaliação da correlação com o teste de apoio unipodal está associada à excelente confiabilidade e reprodutibilidade em testes-retestes para mensuração do momento de projeção do COM<sup>16</sup>. Além disso, essa ferramenta demonstrou moderada a alta correlação da projeção do COM com a força muscular dorsiflexora e flexora plantar<sup>18</sup>. No entanto, até o presente momento, não foram encontrados estudos que analisassem a correlação entre essas ferramentas de avaliação.

Sabe-se que o teste de apoio unipodal é rotineiro na prática clínica em avaliações do equilíbrio. Ponce-Gonzalez et al. (2014) demonstraram níveis satisfatórios a excelentes de confiabilidade do equilíbrio de indivíduos em testes de apoio unipodal, utilizando a plataforma de força<sup>19</sup>. Bizid et

al. (2009), identificaram situações de fadiga em músculos e joelho e tornozelo de voluntários saudáveis, universitários, praticantes de futebol que levou ao aumento da velocidade e área de oscilação do COM em apoio unipodal, mensurado por plataforma de força<sup>20</sup>. Acreditamos que os resultados deste estudo, podem estar associados às dificuldades na realização dos testes de apoio unipodal, podem estar associados às alterações da função muscular, observadas por variações das assimetrias do CG nos planos sagital e frontal.

Quando em apoio unipodal, a base de suporte reduzida aumenta as oscilações ML e AP do COM, que eleva a atividade dos mecanismos de estratégias de correção do equilíbrio, a nível de tornozelo e quadril. Indivíduos mais jovens utilizam a estratégia de correção do equilíbrio a nível de tornozelo<sup>21</sup>. Por outro em condições fatigantes, tem sido sugerido que a fadiga muscular proximal de membros inferiores pode apresentar maiores variações do controle postural do que a fadiga muscular distal<sup>21-23</sup>. Diante da fadiga muscular distal, pode gerar o recrutamento de outra musculatura proximal<sup>20</sup>. Nossos achados se assemelham ao estudo de Riemann et al. (2003)<sup>24</sup> que observaram aumento da instabilidade postural durante o apoio unipodal, como resultado da reorganização necessária do centro de gravidade sobre uma base de apoio curta e estreita. Tem sido

postulado, que as mudanças de estratégias de correção do equilíbrio podem ocorrer, em que indivíduos jovens passaram a utilizar estratégia do quadril para correção do equilíbrio, quando os músculos de perna e tornozelo se encontram fatigados<sup>23</sup>, o que pode ter influenciado nos achados deste estudo.

Outra possível explicação para os achados podem ser as condições das avaliações e que devem ser atentadas durante as avaliações. Diversos estudos relatam que a qualidade dos resultados encontrados na projeção do COM por meio do SAPO a escolha dos pontos anatômicos estão associados ao posicionamento correto dos marcadores<sup>4,14,16</sup>, por um único avaliador, previamente treinado, realize o procedimento de fixação das marcações<sup>16</sup>.

Algumas condições experimentais, como as condições do ambiente, o posicionamento do tripé, da câmera e do voluntário, a colocação dos marcadores e o registro fotográfico digital de qualidade inadequada, a experiência dos examinadores<sup>14</sup>. Entretanto, salientamos que nesse estudo, esses cuidados foram observados e tentativas de minimizar possíveis erros da técnica fotogramétrica foram adotados.

Em avaliações de equilíbrio postural em apoio bipodal, mesmo na postura ortostática de repouso, por mais que o indivíduo tente ficar o mais imóvel possível,

oscilações corporais ocorrerão naturalmente, chamado de balanço postural<sup>6</sup>. A oscilação do COM é uma grandeza que indica o balanço do corpo, e o uso da fotogrametria pode subestimar a análise das condições de equilíbrio postural. Em outro estudo<sup>24</sup> observou-se que a projeção do COM ocorre de forma dinâmica e não estática. No teste de apoio unipodal pode haver maior oscilação corporal, devido o registro fotográfico representar um momento da projeção do COM, pode não representar a área total de oscilação do COM, devendo as interpretações serem realizadas com cautela. A fotogrametria apresenta-se como técnica complementar na avaliação postural e do equilíbrio, de simples manuseio que pode ser empregado nos contextos clínicos e em pesquisas<sup>14</sup>.

O maior desafio de manter o equilíbrio unipodal pode provocar melhor as diferenças de controle postural existentes entre várias populações, como aquelas associadas a diferentes faixas etárias. Discutimos que o fato de ficar em apoio unipodal desloca o centro de massa para o pé de apoio, mas em razão do teste ser medido em segundos tenha que utilizar outros modelos de equipamentos que forneçam dados semelhantes possam ter desfechos diferentes desse estudo.

Em outro estudo<sup>25</sup> observou-se que uma infinidade de posturas é adotada pelo ser humano, mesmo quando se decide ficar

parado em pé, ou seja, mesmo adotando a postura estática em pé, há oscilações do centro de massa.

Em outro estudo<sup>26</sup> observou-se que as correções do centro de massa pelos mecanismos de controle postural, suscitadas como consequência da própria dinâmica do organismo vivo, conferem ao corpo humano, pequenas e constantes oscilações quando de pé, com importante papel na distribuição da pressão nas plantas dos pés.

### **LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Este estudo apresenta algumas limitações. Os marcadores que estavam posicionados sobre as estruturas anatômicas podem sofrer leve mudança de posicionamento devido a vestimenta larga utilizada por alguns voluntários. O estudo analisou indivíduos durante o teste de apoio unipodal com os membros superiores paralelos ao corpo, o que poderia levar a outros desfechos devido possíveis alterações no COM. Mais estudos são necessários para se estimar o momento de projeção do COM

durante testes de apoio unipodálicos em diferentes condições de saúde, faixas e gêneros. O estudo analisou indivíduos que não se encontravam em condições de saúde prejudicadas, o que poderia levar a outros desfechos.

### **CONCLUSÃO**

Conclui-se que não houve correlação entre o teste de apoio unipodal e a fotogrametria. Mais estudos são necessários para verificar, utilizando outros dispositivos de avaliação do equilíbrio para elucidar melhor essa relação.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, à Pró-reitoria de Pós Graduação e Pesquisa da Univás, ao Câmpus Medicina da Univás e por ceder as suas instalações para realização do estudo. Os autores agradecem também aos voluntários por aceitarem participar desse estudo.

## REFERÊNCIAS

1. Bister D, Edler RJ, Tom BDM, Prevost AT. Natural head posture considerations of reproducibility. *Eur J Orthod.* 2002;24(5):457-70.
2. Ferreira EA, Duarte M, Maldonado EP, Bersanetti AA, Marques AP. Quantitative assessment of postural alignment in young adults based on photographs of anterior, posterior, and lateral views. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34(6):371-80.
3. Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor control: theory and practical applications.* Baltimore: Williams & Wilkins. 1995; 1(1).
4. Tomita Y, Arima K, Tsujimoto R, Kawashiri SY, Nishimura T, Mizukami S et al. Prevalence of fear of falling and associated factors among Japanese community-dwelling older adults. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(4):e9721.
5. Johansson R, Magnusson M. Human postural dynamics. *Crit Rev Biomed Eng.* 1991;18(1):413-437.
6. Basmajian JV, De Luca CJ. *Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography.* Williams & Wilkins, Baltimore; 1964;1(1):257.
7. Di Giulio I, et al. The proprioceptive and agonist roles of gastrocnemius, soleus, and tibialis anterior muscles in maintaining human upright posture. *J Physiol.* 2009;587(1):2399-2416.
8. Dunsky A, Zeev A, Netz Y. Balance performance is task specific in older adults. *Biomed Res Int.* 2017;1(1):1-7.
9. Goggin NL, Stelmach GE. Age-related deficits in cognitive-motor skills. In: Lovelage EA, editor. *Aging and Cognition: mental process, self-awareness and interventions.* Elsevier Science North-Holland; 1990;1(1):135-155.
10. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Valores Normativos para o Teste de Postura Unipodal com Olhos Abertos e Fechados. *Rev Fisioter Geriatr.* 2007;30(1):8-15.
11. Mancini M, Horak FB. A relevância das ferramentas de avaliação do equilíbrio clínico para diferenciar os déficits de equilíbrio. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010;46(1):239.
12. Machado GG, et al. Protocols of balance assessment using baropodometry in healthy individuals - systematic review. *Saúde e Desenvolvimento Humano.* 2021;9(2):1.
13. Cocchiarella L, Anderson GBJ. *Guides to the evaluation of permanent impairment.* Chicago: AMA Press; 2001;1(1)375-422.
14. Ferreira EAG, Duarte M, Maldonado EP, Burke TN, Marques AP. Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. *Clinics.* 2010;65(7):675-81.
15. Ricieri D. Validação de um protocolo de fotogrametria computadorizada e quantificação angular do movimento tóraco-abdominal durante a ventilação tranquila. Dissertação de mestrado em Fisioterapia. Uberlândia: Centro Universitário do Triângulo (UNIT); 2000;1(1).
16. Alves RS, Pereira IC, Iunes DH, Rocha CBJ, Botelho P, Carvalho LC. Análise intra e interavaliadores da projeção do centro de massa do corpo obtido

- por fotogrametria.  
Fisioterapia e Pesquisa.  
2017;24(4):349-355.
17. Gustafson, Lisbeth Noaksson, Ann-Ch AS. Changes in balance performance in physically active elderly people aged 73-80. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2000;32(4):168-72.
  18. Alves RS et al. Relação entre a força isométrica dos músculos da perna e um momento do centro de massa mensurado por fotogrametria. *Saúde*. 2015;5(1):9-23.
  19. Ponce-González JG, Sanchis-Moysi J, González-Henriquez JJ, Arteaga-Ortiz R, Calbet JA, Dorado C. Um teste de apoio unipodal confiável para a avaliação do equilíbrio usando uma plataforma de força. *JSports Med Phys Fitness*. 2014; 54(1):108- 17.
  20. Bizid R, Margnes E, François Y, Jully JL, Gonzalez G, Dupui P, Paillard T. Effects of knee and ankle muscle fatigue on postural control in the unipedal stance. *Eur J Appl Physiol*. 2009;106(3):375
  21. Gribble PA, Hertel J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14(1):641-646.
  22. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(1):589-592.
  23. Harkins KM, Mattacola CG, Uhl TL, Malone TR, McCrory JL. Effects of ankle fatigue models on the duration of postural stability dysfunction. *J Athl Train*. 2005;40(1):191-196.
  24. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multiaxial surfaces. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003 Jan;84(1):90-5.
  25. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2010;14(3):183-92.
  26. Vieira T de MM, Oliveira LF de. Equilíbrio postural de atletas remadores. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006;12(3):135-8.
  27. Lemos LFC, Teixeira CS, Mota CB. Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal. *Rev Bras Ci Mov*. 2009;17(4):83-9