

Wii Balance Board na avaliação do equilíbrio vertical estático: um estudo de acurácia
Wii Balance Board in assessing static vertical balance: a study of accuracy
Wii Balance Board en la evaluación del equilibrio vertical estático: un estudio de precisión

Recebido: 15/06/2020 | Revisado: 18/06/2020 | Aceito: 18/06/2020 | Publicado: 30/06/2020

Nathalia Priscilla Oliveira Silva Bessa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3160-8102>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: nathyzinhasilva@gmail.com

Joseph Andrews Belo Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0962-682X>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: joseph.andrews.alves@gmail.com

Tatiana Souza Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9611-1076>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: ribeiro_tatiana@outlook.com

Ana Raquel Rodrigues Lindquist

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9628-7891>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raquellindquist@ufrnet.br

Danilo Alves Pinto Nagem

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4828-1107>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: danilo.nagem@gmail.com

Fabrcia Azevedo da Costa Cavalcanti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1391-1060>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: fabriciacosta@ufrnet.br

Resumo

O objetivo do presente estudo é determinar a validade e a reprodutibilidade do Wii Balance Board (WBB) como um instrumento para avaliar o equilíbrio estático na posição vertical, usando análise de dados simultânea e equipamentos sobrepostos. Um estudo de acurácia que avaliou 29 indivíduos jovens e saudáveis de ambos os sexos, com idades entre 18 e 30 anos, separados por 24 horas (teste-reteste), usando 4 testes. Para esse fim, o WBB foi colocado em cima de uma plataforma de força (PF) e os dados foram coletados simultaneamente nos dois dispositivos. A validade e a reprodutibilidade foram analisadas pelo coeficiente de correlação interclasse (ICC). Finalmente, a análise de Bland-Altman foi aplicada para avaliar a concordância. A amostra foi composta por 23 mulheres, 6 homens, idade $24,2 \pm 6,3$ anos, peso $60,7 \pm 6,3$ kg e altura $1,64 \pm 4,2$ m. A validade do WBB foi excelente para as 4 tarefas propostas (ICC = 0,93 - 0,98). A reprodutibilidade foi ideal para as tarefas de suporte bipodal (ICC = 0,93 - 0,98) e apenas moderada para os testes de suporte unipodal (ICC = 0,46 - 0,70). Os gráficos mostraram boa concordância entre os dispositivos. Este estudo comprovou a validade e a reprodutibilidade do WBB como um instrumento para avaliar o equilíbrio estático na posição vertical, utilizando análises simultâneas com equipamentos sobrepostos. Assim, a WBB tem sido cada vez mais utilizada por fisioterapeutas e outros profissionais de saúde em sua prática clínica, como ferramenta de reabilitação e avaliação.

Palavras-chave: Equilíbrio postural; Fisioterapia; Tecnologia de baixo custo; Reprodutibilidade de testes.

Abstract

The aim of the present study is to determine the validity and reproducibility of the Wii Balance Board (WBB) as an instrument for assessing static balance in the vertical position, using simultaneous data analysis and superimposed equipment. An accuracy study assessed 29 healthy young individuals of both sexes, aged 18-30 years, 24h apart (test-retest), using 4 tests. To that end, the WBB was placed on top of a force platform (FP) and data were collected simultaneously on both devices. Validity and reproducibility were analyzed using the interclass correlation coefficient (ICC). Finally, Bland-Altman analysis was applied to assess agreement. The sample was composed of 23 women, 6 men, age 24.2 ± 6.3 years, weight 60.7 ± 6.3 kg and height 1.64 ± 4.2 m. The validity of the WBB was excellent for the 4 tasks proposed (ICC = 0.93 - 0.98). Reproducibility was optimal for the bipodal support tasks (ICC = 0.93- 0.98) and only moderate for the unipodal support tests (ICC = 0.46 - 0.70). The graphs showed good agreement between the devices. This study proved the validity and

reproducibility of the WBB as an instrument for assessing static balance in the vertical position, using simultaneous analysis with superimposed equipment. Thus, the WBB has been increasingly used by physical therapists and other health professionals in their clinical practice, as both a rehabilitation and assessment tool.

Keywords: Postural balance; Physical therapy specialty; Low cost technology; Reproducibility of results.

Resumen

El objetivo del presente estudio es determinar la validez y reproducibilidad de la Wii Balance Board (WBB) como instrumento para evaluar el equilibrio estático en una posición vertical, utilizando análisis de datos simultáneos y equipos superpuestos. Un estudio de precisión evaluó a 29 individuos jóvenes y sanos de ambos sexos, con edades comprendidas entre 18 y 30 años, separados por 24 horas (test-retest), utilizando 4 pruebas. Para este propósito, el WBB se colocó encima de una plataforma de fuerza (PF) y los datos se recopilaban simultáneamente en ambos dispositivos. La validez y la reproducibilidad se analizaron utilizando el coeficiente de correlación entre clases (ICC). Finalmente, se aplicó el análisis de Bland-Altman para evaluar el acuerdo. La muestra consistió en 23 mujeres, 6 hombres, edad 24.2 ± 6.3 años, peso 60.7 ± 6.3 kg y altura 1.64 ± 4.2 m. La validez del WBB fue excelente para las 4 tareas propuestas (ICC = 0.93 - 0.98). La reproducibilidad fue ideal para las tareas de soporte bípedo (ICC = 0.93 - 0.98) y solo moderada para las pruebas de soporte unipodal (ICC = 0.46 - 0.70). Los gráficos mostraron un buen acuerdo entre los dispositivos. Este estudio demostró la validez y reproducibilidad del WBB como instrumento para evaluar el equilibrio estático en posición vertical, utilizando análisis simultáneos con equipos superpuestos. Por lo tanto, WBB ha sido utilizado cada vez más por fisioterapeutas y otros profesionales de la salud en su práctica clínica, como una herramienta de rehabilitación y evaluación.

Palabras clave: Equilibrio postural; Fisioterapia; Tecnología de bajo costo; Reproducibilidad de los resultados.

1. Introdução

O equilíbrio ou controle postural é a capacidade do indivíduo de posicionar o centro de gravidade (CG) dentro dos limites da base de suporte em situações estáticas ou dinâmicas (Shaffer & Harrison, 2007). Ele é essencial para a realização eficiente de atividades da vida

diária, com o corpo em repouso ou em movimento (Duarte e Freitas, 2010; Guimarães et al., 2004) e para avaliar e treinar o controle postural, vários testes estáticos, dinâmicos e funcionais são aplicados.

Ao longo dos anos, foram desenvolvidos instrumentos para avaliar o equilíbrio, alguns subjetivos, outros mais objetivos e precisos, como a Plataforma de Força (PF). No entanto, apesar do custo mais baixo e da aplicabilidade clínica mais fácil, as escalas subjetivas têm várias limitações, pois são incapazes de detectar com precisão mudanças sutis no desempenho de um indivíduo (Blum & Korner-Bitensky, 2008; Gustavsen, Amodt & Mengshoel, 2006).

Por outro lado, equipamentos capazes de fornecer essas informações geralmente são caros, difíceis de configurar e pesados de transportar, dificultando esse tipo de avaliação no ambiente clínico. Assim, é necessária uma solução que não seja apenas econômica, mas também capaz de medir com precisão os parâmetros posturais de pacientes usando modelos mais simples (Barela, 2000; Duarte & Freitas, 2010; Horak, 2006).

A esse respeito, vários pesquisadores mostraram que o Wii Balance Board (WBB) pode avaliar melhor o equilíbrio estático que o PF, além de ser mais barato que certos equipamentos de laboratório, portáteis e amplamente disponíveis. Embora os estudos tenham demonstrado sua eficácia, os testes propostos foram conduzidos separadamente no PF e no WBB (Clark et al., 2010; Holmes et al., 2012; Huurnink et al., 2013).

Isso permitiu variabilidade nos resultados entre os dispositivos, pois, embora a tarefa e o sujeito fossem os mesmos, a oscilação postural individual variou entre as diferentes tentativas. Pesquisas adicionais devem ser realizadas com diferentes procedimentos metodológicos que eliminem essa variabilidade, produzindo dados mais confiáveis e permitindo que diferentes profissionais de saúde usem o WBB como instrumento para avaliar o equilíbrio em um ambiente clínico.

Nesse sentido, o presente estudo objetivou determinar a validade e a reprodutibilidade do WBB como um instrumento para avaliar o equilíbrio estático na posição vertical, utilizando um método de análise simultânea com equipamentos sobrepostos (o WBB no topo da PF).

2. Metodologia

Caracterização da Pesquisa

Trata-se de um estudo de acurácia que visa analisar a validade e reprodutibilidade do Wii Balance Board como instrumento de avaliação de baixo custo do equilíbrio vertical estático. A natureza do estudo é quantitativa já que há a coleta de dados quantitativos ou numéricos por meio do uso de medições de grandezas e obtêm-se por meio da metrologia, números com suas respectivas unidades (Pereira et al., 2018).

Amostra e procedimentos éticos

A amostra foi composta por conveniência por 29 indivíduos saudáveis (6 homens e 23 mulheres) com idade entre 18 e 30 anos ($24,2 \pm 6,3$ anos), peso: $60,7 \pm 6,3$ kg e altura: $1,64 \pm 4,2$ m, que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: Não ter endopróteses da articulação do quadril ou joelho, sem patologias da coluna vertebral ou dos membros inferiores; sem alterações no sistema vestibular; sem doenças neurológicas; e não tomar medicamentos ou outras substâncias que possam afetar o equilíbrio. Foram excluídos os indivíduos que não conseguiram concluir os testes.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido após serem informados sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa.

Instrumentação

Plataforma de Força

A plataforma de força, considerada o padrão-ouro para avaliar o equilíbrio, consiste em uma placa na qual um número de células de carga ou sensores de força piezoelétricos são dispostos para medir os três componentes de força e os três componentes do momento de força (ou torque) atuando sobre a plataforma (Duarte & Freitas, 2010).

No presente estudo, foi utilizada a plataforma Bertec® 4060, composta por 4 sensores de força (60 x 40 cm) conectados a um amplificador externo (Bertec® AM651X). A plataforma foi sincronizada usando o Qualisys Motion Capture System (Qualisys Medical

AB, 411 13 Gotemburgo, Suécia) e os dados foram coletados e convertidos em arquivos compatíveis com o MATLAB (The Mathworks, Natick, RI, EUA). A PF foi calibrada de acordo com as recomendações do fabricante.

Wii Balance Board

O WBB, parte do videogame Nitendo® WiiFit, tem uma superfície de 45 x 26 cm contendo quatro sensores de força capazes apenas de medir forças verticais. O WBB foi conectado via Bluetooth a um laptop com um sistema operacional Microsoft Windows®. Os dados foram capturados usando o software Wii Blue Balance (Natal, Brasil).

Para calibrar a WBB, ela foi colocada sobre a PF, o sistema foi redefinido, uma carga estática de 20kg foi aplicada em 4 pontos diferentes e uma coleta de 10s realizada em 40Hz para cada ponto. Usando a PF como padrão, os valores de carga foram convertidos de acordo com as seguintes equações:

$$(1) P_x = a_1 \cdot W_x + b_1$$

$$(2) P_y = a_1 \cdot W_y + b_1$$

Onde W_x é o valor no eixo X do WBB, P_x o valor do eixo X na PF, W_y o valor do eixo Y no WBB e P_y o valor do eixo Y na PF. As variáveis a_1 , a_2 , b_1 e b_2 foram determinadas por meio dos 4 pontos utilizados.

Essa calibração permitiu o posicionamento de referência espacial nos eixos X e Y.

Procedimentos de coleta de dados

A Figura 1 mostra o posicionamento dos equipamentos, onde o WBB foi colocado no topo da plataforma de força para medir o centro de pressão do sujeito simultaneamente.

Figura 1. Wii Balance Board Posicionada sobre a Plataforma de Força.



Fonte: Autores.

Cada sujeito foi avaliado duas vezes (teste-reteste), com intervalo de 24 horas. Eles foram solicitados a remover os sapatos e realizar uma série de quatro tarefas de equilíbrio em pé (determinadas aleatoriamente por sorteio, e a ordem dos testes se manteve entre as sessões): apoio bipodal com os olhos abertos e fechados e apoio unipodal no membro dominante com os olhos abertos e fechados. Os testes foram selecionados com base na variação de complexidade da tarefa (Ramchandani et al., 2008; Salavati et al., 2009).

O posicionamento do pé seguiu as marcações na superfície da própria WBB, o calcanhar foi alinhado com a linha horizontal e a borda lateral do pé com a linha vertical. Foram permitidos ajustes mínimos do pé, considerando as características peculiares de cada indivíduo; no entanto, os pés não poderiam estar mais afastados do que a largura dos ombros.

Nas tarefas de apoio unipodal, os sujeitos foram instruídos a permanecer sobre uma perna com o joelho contralateral flexionado e sem que houvesse contato entre a perna levantada e de apoio. Os sujeitos foram instruídos a olhar para frente com as mãos nos quadris (Duarte & Freitas, 2010).

Os dados foram coletados durante 15s e 35s durante os testes de suporte unipodal e bipodal, respectivamente. No entanto, apenas 10s e 30s foram utilizados para calcular a oscilação postural. Um período de 15s foi disponibilizado entre as tentativas de uma mesma tarefa e 60s entre diferentes tarefas. Cada teste precisava ter três tentativas bem-sucedidas (e no máximo três tentativas malsucedidas) (Baratto et al., 2002).

Análise de dados

A taxa de amostragem foi de 40Hz para ambos os dispositivos, um filtro Butterworth com uma frequência de corte de 15Hz foi aplicado para eliminar a contaminação por ruído (Karlsson & Frykberg, 2000), e os dados de PF e WBB foram processados pelo MATLAB.

Dado que o WBB foi colocado no topo do PF várias vezes durante a coleta, seu posicionamento em relação ao PF foi diferente todos os dias. Assim, a cada nova captura, foram feitos ajustes para garantir que ambos tivessem o mesmo ponto de partida.

Além disso, os 5s adicionais em cada teste funcionaram como margem de corte na análise dos dados. Embora as coletas tenham ocorrido simultaneamente, houve um atraso relativo na ativação dos dispositivos, o que significa que um dispositivo sempre iniciava e concluía a captura antes do outro. Para eliminar o atraso de ativação, uma função foi introduzida no MATLAB para analisar os primeiros e os últimos 100 pontos de dados e determinar onde ocorreu alta correlação entre os dados de PF e WBB. Os pontos inicial e final nos quais a sincronização não ocorreu foram eliminados.

Por fim, após o cálculo da oscilação postural (APÊNDICE A), foram realizadas a média das 3 repetições de cada teste para eliminar possíveis discrepâncias, resultando em um valor único para cada tarefa.

Análise estatística

Os dados foram analisados no programa estatístico SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences), atribuindo um nível de significância <5%. A análise descritiva das variáveis do estudo foi realizada por meio de medidas de tendência central e dispersão. Em seguida, análises inferenciais, reprodutibilidade e validade foram analisadas pelo coeficiente de correlação intraclassa para identificar o comportamento da variável analisada (Oscilação Postural) em cada teste. Por fim, com o objetivo de identificar concordância entre os dois dispositivos, foi realizada a análise pelo método Bland-Altman (análise gráfica).

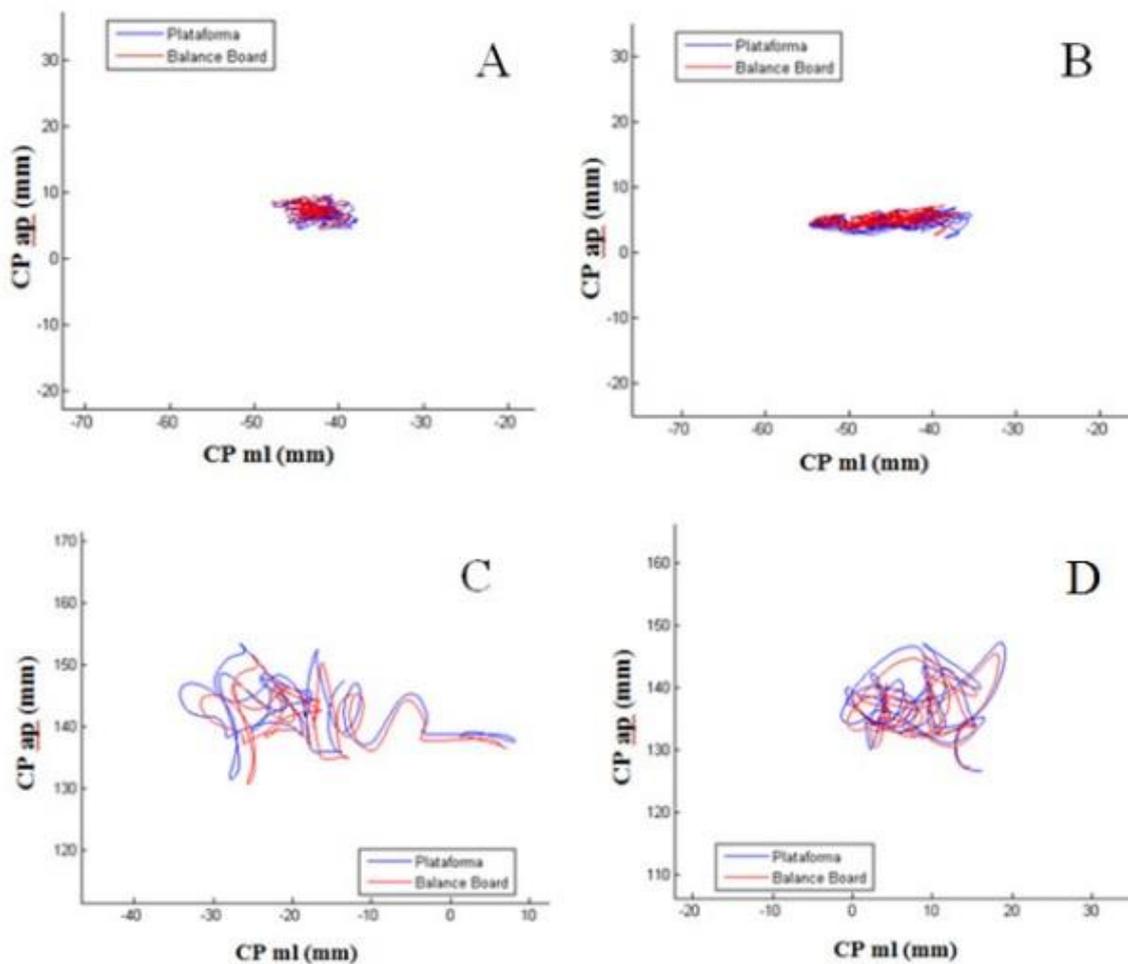
3. Resultados e Discussão

A Figura 2 ilustra uma representação das amostras, as trajetórias do centro de pressão (CP) de um participante durante os 4 testes.

A trajetória vermelha corresponde aos dados obtidos no WBB e o azul a PF. Os

desenhos obtidos nas tarefas de suporte bipodal (A e B) são mais centralizados e suas linhas estão mais próximas, indicando menor oscilação postural. Os desenhos das tarefas de suporte unipodais (C e D) exibem linhas mais afastadas e mais dispersas, demonstrando maior oscilação corporal.

Figura 2. Exemplo da trajetória do CP nos eixos Antero-posterior (AP), médio-lateral (ml) para dados do WBB e PF nos testes bipodal olhos abertos (A) e fechados (B), e unipodal olhos abertos (C) e fechados (D).



Fonte: Autores.

Os resultados do apoio bipodal olhos abertos e fechados e unipodal com olhos abertos e fechados estão descritos nas Tabelas 1 e 2. A Tabela 1 demonstra que a variabilidade do WBB em relação ao PF foi excelente para todas as 4 tarefas propostas ($ICC = 0,93 - 0,98$). Já a Tabela 2 mostra que a reprodutibilidade analisada pela confiabilidade teste-reteste foi excelente para todas as tarefas de suporte bipodal e moderada para testes de suporte unipodal.

Tabela 1. Análise da validade da WBB usando a oscilação postural medida pelo CP (mm) durante cada uma das 4 tarefas de equilíbrio.

TESTE	PF	WBB	ICC (95% IC)	P valor
Apoio Bipodal Olhos Abertos	238.4 (67.6)	188.2 (61.7)	0.98 (0.96 - 0.99)	< .001
Apoio Bipodal Olhos Fechados	303.1 (87.8)	245.2 (79.4)	0.98 (0.97 - 0.99)	< .001
Apoio Unipodal Olhos Abertos	399.7 (85.6)	336.9 (72.2)	0.97 (0.95 - 0.99)	< .001
Apoio Unipodal Olhos Fechados	761.8 (202.5)	652.8 (161.1)	0.93 (0.87 - 0.97)	< .001

PF: Plataforma de Força; WBB: Wii Balance Board; CP: Centro de Pressão; ICC: Coeficiente de Correlação Intraclasse; IC: Intervalo Confiança. Fonte: Autores.

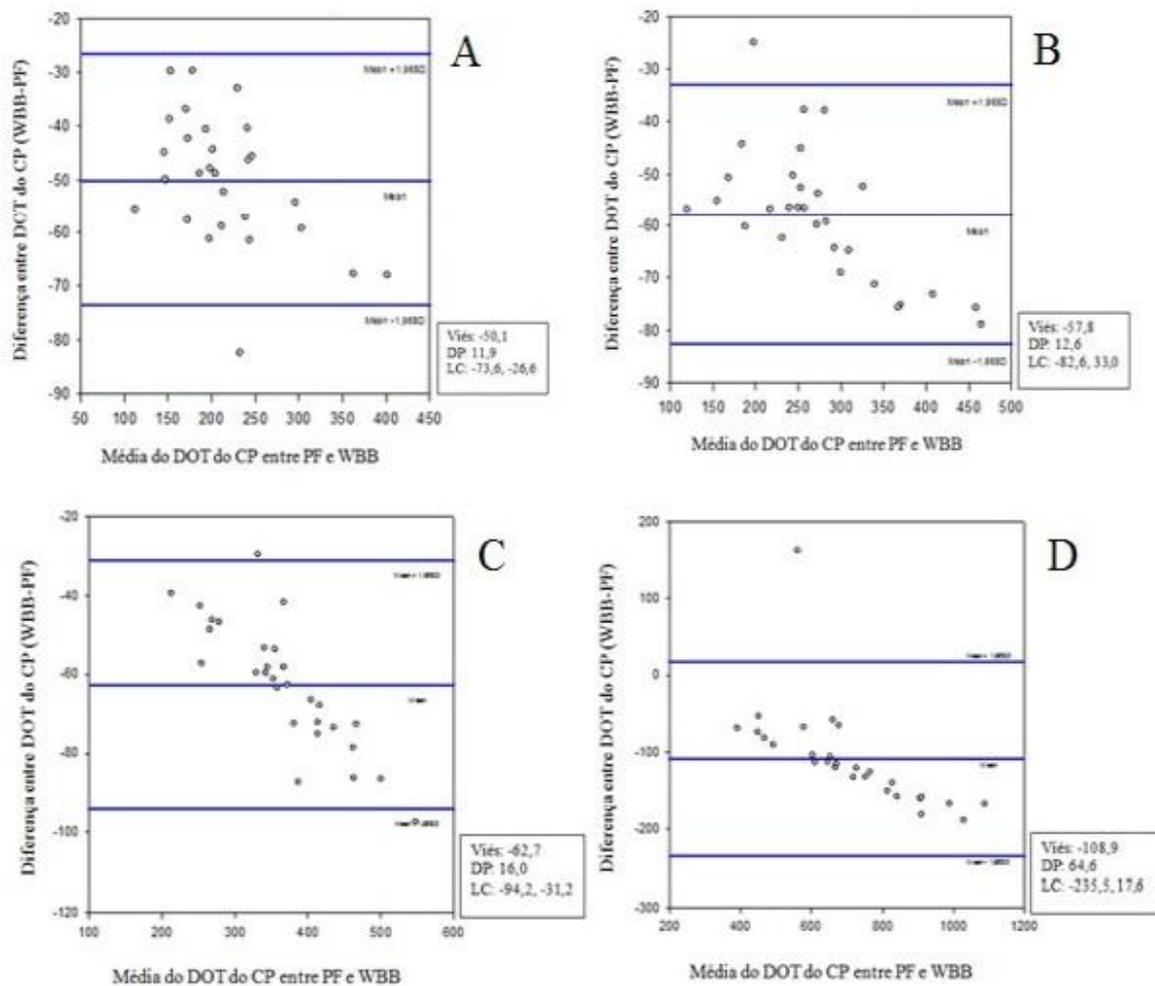
Tabela 2. Análise da reprodutibilidade da WBB usando a oscilação postural medida pelo CP (mm) durante cada uma das 4 tarefas de equilíbrio.

TESTE	WBB DIA 1	WBB DIA 2	ICC (95%IC)	P valor
Apoio Bipodal Olhos Abertos	188.2 (61.7)	195.3 (64.0)	0.88 (0.76, 0.94)	< .001
Apoio Bipodal Olhos Fechados	245.2 (79.4)	240.5 (83.6)	0.93 (0.86, 0.97)	< .001
Apoio Unipodal Olhos Abertos	336.9 (72.2)	335.1 (136.0)	0.46 (0.12, 0.70)	< .001
Apoio Unipodal Olhos Fechados	652.8 (161.1)	637.0 (152.2)	0.70 (0.45, 0.84)	< .001

WBB: Wii Balance Board; CP: Centro de Pressão; ICC: Coeficiente de Correlação Intraclasse; IC: Intervalo Confiança. Fonte: Autores.

Por fim, a Figura 3 ilustra os gráficos de Bland –Altman para a oscilação postural, mostrando o viés, o erro e os valores discrepantes da medição.

Figura 3. Gráfico de Bland-Altman representando comparações entre a PF e o WBB para os 4 testes: Bipodal olhos abertos (A) e fechados (B), e unipodal olhos abertos (C) e fechados (D).



A linha central representa a diferença entre as médias dos dispositivos, e as linhas superior e inferior representam os limites de concordância (LC) (média + DP e média - DP). DP = desvio padrão. Fonte: Autores.

Observou-se que houve boa concordância entre os dispositivos, pois a maioria das medidas nos gráficos da Figura 3 estava dentro dos limites da concordância e se aproximava da linha central. Além disso, o número de medidas fora do intervalo não foi significativo para a amostra total.

Em concordância com Holmes et al. (2012) e Huurnink et al. (2013), o presente estudo demonstrou uma excelente correlação entre os dados de equilíbrio obtidos com a PF e o WBB em todos os testes. A literatura relata que pequenas alterações durante o equilíbrio estático não são detectadas estatisticamente pelo WBB, devido às características do dispositivo, como

sensibilidade e precisão do sensor, o que explicaria os valores médios ligeiramente mais baixos da trajetória do centro de pressão (CP) no WBB em comparação a PF. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa e pode ser considerada como estimativa simultânea da localização do centro de pressão semelhante entre o WBB e a PF.

Além disso, dentro da série de funções avaliadas, uma boa concordância entre as trajetórias do CP sugere que qualquer outra medida de equilíbrio baseada na trajetória de CP pode ser considerada suficientemente precisa. Isso confirma o WBB como um instrumento válido, capaz de fornecer dados sobre a trajetória do CP com características semelhantes às de uma plataforma de força, mostrando a necessidade de futuras explorações do WBB no desenvolvimento e controle de tarefas que treinam ou testam o equilíbrio (Huurnink et al., 2013).

Com relação à reprodutibilidade, obtiveram-se excelentes resultados nos testes de suporte bipodal e apenas moderado no suporte unipodal. Vários autores sugerem que pequenas alterações na base de apoio têm um efeito importante nas medidas de equilíbrio em jovens saudáveis (Muehlbauer et al., 2011). Portanto, quando a base de suporte é reduzida, ocorre um aumento da oscilação postural (Amiridis, Hatzitaki & Arabatzi, 2003) e a variabilidade da oscilação é maior entre as tentativas.

Também foi observado que os valores de Coeficiente de Correlação Intraclasse foram maiores para tarefas com os olhos fechados do que com os olhos abertos. No entanto, a literatura indica que o oposto deve ocorrer, uma vez que as tarefas com os olhos abertos são menos complexas (Cohen et al., 1996; Hytonen et al., 1993), o que causaria menor deslocamento do CP e conseqüentemente menor variabilidade entre as tentativas. Portanto, sugere-se que tarefas com os olhos fechados exijam que os indivíduos se concentrem mais, pois são mais desafiadores (Pickerill & Harter, 2011).

Os resultados são promissores e demonstra a necessidade de adquirir novos conhecimentos sobre o uso da WBB no esporte e na prática clínica, bem como a criação de um software fácil aplicabilidade para obtenção dos dados durante a avaliação do equilíbrio (Scaglioni-Solano & Aragón-Vargas, 2014).

No entanto, é necessário considerar algumas limitações do estudo, tais como o fato da WBB medir apenas forças verticais, em contraste com o PF, que também mede forças horizontais. Outro fator limitante relaciona-se com o sinal de 8 bytes do WBB, enquanto o PF tem 16 bytes e uma taxa de amostragem de até 40Hz. Isso implica dizer que nas atividades/testes mais dinâmicos, a oscilação postural é maior, e conseqüentemente, necessitariam de uma taxa de amostragem muito maior.

4. Considerações Finais

Este artigo demonstrou a validade e a reprodutibilidade da Wii balance Board como instrumento de avaliação do equilíbrio estático em postura vertical, utilizando análise simultânea com equipamentos sobrepostos. Isso torna a WBB cada vez mais viável para a prática clínica de fisioterapeutas e vários outros profissionais de saúde como ferramenta de reabilitação e avaliação.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001 pelo apoio financeiro na realização desta pesquisa.

Referências

- Amiridis, I. G., Hatzitaki, V., & Arabatzi, F. (2003). Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neuroscience letters*, 350(3), 137-140.
- Baratto, L., Morasso, P. G., Re, C. & Spada, G. (2002). A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density versus other parameterization techniques. *Motor control*, 6(3), 246-270.
- Barela, J. A. (2000). Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Fís*, 1(Suppl 3), 79-88.
- Blum, L., & Korner-Bitensky, N. (2008). Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physical therapy*, 88(5), 559-566.
- Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & posture*, 31(3), 307-310.

Cohen, H., Heaton, L. G., Congdon, S. L., & Jenkins, H. A. (1996). Changes in sensory organization test scores with age. *Age Ageing* 25, 39–44.

Duarte, M., & Freitas, S. M. S. F. (2010). Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 183-192.

Guimarães, I. H. C. T., Galdino, D. C. A., Vitorino, D. F. M., Pereira, K. L., & Carvalho, E. M. (2004). Comparação da propensão de quedas entre idosos que praticam atividade física e idosos sedentários. *Revista de Neurociências* 12, 68-72.

Gustavsen, M., Amodt, G., & Mengshoel, A. M. (2006). Measuring balance in sub-acute stroke rehabilitation. *Advances in Physiotherapy* 8, 15–22.

Holmes, J. D., Jenkins, M. E., Johnson, A. M., Hunt, M. A., & Clark, R. A. (2012). Validity of the Nintendo Wii® balance board for the assessment of standing balance in Parkinson's disease. *Clinical Rehabilitation* 27, 361–366.

Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 35, 7–11.

Huurnink, A., Fransz, D. P., Kingma, I., & Van Dieën, J. H. (2013). Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *Journal of Biomechanics* 46, 1392-1395.

Hytonen, M., Pyykkö, I., Aalto, H., & Starck, J. (1993). Postural control and age. *Acta Otolaryngologica* 113, 119–122.

Karlsson, A., & Frykberg, G. (2000). Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics* 15, 365-369.

Muehlbauer, T., Roth, R., Bopp, M., & Granacher, U. (2011). An Exercise Sequence for Progression in Balance Training. *Journal of Strength & Conditioning Research* 26, 568-574.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica.[e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 Jun. 2020.

Pickerill, M. L., & Harter, R. A. (2011). Validity and Reliability of Limits-of-Stability Testing: A Comparison of 2 Postural Stability Evaluation Devices. *Journal of Athletic Training* 46, 600–606.

Ramchandani, A., Carroll, K., Buenaventura, R., Douglas, J., & Liu, J. (2008). Wii-habilitation increases participation in therapy. *Proceedings of Virtual Rehabilitation*, 69.

Salavati, M., Hadian, M. R., Mazaheri, M., Negahban, H., Ebrahimi, I., Talebian, S. & Parnianpour, M. (2009). Test–retest reliability of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait & posture*, 29(3), 460-464.

Scaglioni-Solano, P., & Aragón-Vargas, L. F. (2014). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board to assess standing balance and sensory integration in highly functional older adults. *International Journal of Rehabilitation Research*, 37(2), 138-143.

Shaffer, S. W., & Harrison, A. L. (2007). Aging of the somatosensory system: a Translational perspective. *Physical Therapy* 87, 193–207.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Nathalia Priscilla Oliveira Silva Bessa – 30%

Joseph Andrews Belo Alves – 15%

Tatiana Souza Ribeiro – 10%

Ana Raquel Rodrigues Lindquist- 10%

Danilo Alves Pinto Nagem – 15%

Fabírcia Azevedo da Costa Cavalcanti – 20%