

Reliability and Validity of Balancia 2.5 Program Using Wii Balance Board for Assessment of Static Balance Ability

Ho Kim^a, Dong-Min Kum^a, and Won-Seob Shin^{a,b*}

^aDepartment of Physical Therapy, Graduate school, Daejeon University, Republic of Korea

^bDepartment of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Republic of Korea

Objective: The purpose of this study is to find out the reliability and validity of the newly updated Balancia 2.5 program using Wii balance board through equipment that can measure center of pressure data with the precision.

Design: Cross-sectional study

Methods: Twenty-seven healthy adults participated in the study. The subjects were assessed for static balance ability by Accusway, and were assessed for static balance ability on Wii balance board connected to the Balancia 2.5 program. To limit postural fluctuations due to stare, the subjects were asked to look at a 15 cm dot drawn 3 m in front of them for 30 seconds with their eyes open. Static balance ability data such as path length and sway velocity were extracted from all measurement tools. Intra-rater and inter-rater reliability and validity were extracted through intraclass correlation coefficient (ICC) and 95% confidence interval (CI).

Results: The intra-rater reliability that the same rater shows consistent results through test-retest was a high level at ICC = 0.968 (0.926~0.986), and inter-rater reliability that requires consistent results even when measured by different raters was a high level at ICC = 0.943 (0.870~0.975). The validity was a high level at ICC = 0.948 (0.881~0.977), which shows whether the measurement tool is properly measuring what it is intended to measure.

Conclusions: The Balancia 2.5 program, newly updated through this study, proved to be a program with high reliability and validity in evaluating static balance ability like the existing Balancia 2.0 program.

Key Words: Balance, Center of pressure, Assessment, Reliability, Validity

서론

균형은 최소한의 흔들림으로 기저면 내에 신체의 중심을 유지하는 능력으로 일상생활 중에 중요한 요소이다[1]. 이러한 균형을 정의하기 위해 균형은 근육의 활동과 관절의 위치를 지속적으로 조정하여 체중을 기저면보다 높이 유지하는 것이라 하였고, 힘의 합력 토크가 0일 때 평형 또는 균형에 있다고 말하는 자세의 상태라고 정의하였다[2,3]. 또한 이렇게 중심을 유지하는 능력을 유지하기 위해서는 관절과 근육, 인대와 같은 위치에 대한 정보를 제공하는 체성감각과 환경을 인지할 수 있

는 시각, 중력이나 속도들에 대한 정보를 제공하는 전정계가 필요하다고 하였으며, 이러한 요소들 중 한부분의 결함이 있으면 균형을 유지하기 어렵고 결국 기능적인 활동의 제한이 발생하거나 낙상 발생의 원인이 된다고 하였다[4,5].

균형 능력의 손상은 건강한 사람에게도 보행이나 낙상 같은 기능 제한을 만들며, 특히 뇌졸중 환자들에게는 감각과 운동능력의 손상이 발생되어 마비 측 체중지지 어렵기 때문에 균형을 유지하는데 어려움을 가지게 되고 이로 인한 일상생활의 제한이나 부상의 위험을 피하기 어렵다[6]. 따라서 뇌졸중 환자뿐만 아니라 건강한

Received: Dec 15, 2022 Revised: Dec 21, 2022 Accepted: Dec 21, 2022

Corresponding author: Won-Seob Shin (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6515-7020>)

Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Applied Science Building, 62, Daehak-ro, Dong-gu, Daejeon, 34520, Republic of Korea

Tel: +82-42-280-2294 Fax: +82-42-280-2295 E-mail: shinws@dju.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2022 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

사람들에게 발생할 수 있는 균형의 문제를 정확하게 평가하여 인지하는 것이 중요하다. 이러한 균형 능력을 평가하는 대표적인 방법으로는 Berg balance scale이 있다 [7]. Berg balance scale은 정적인 균형능력과 동적인 균형능력을 평가하기 위한 도구로 환자의 낙상을 예견하거나 치료효과를 평가하는데 주로 이용이 되는 임상적 평가 방법으로 비용이 들지 않고 특별한 장비가 필요없이 간편히 시행될 수 있다는 장점이 있으나 증상의 변화에 민감도가 낮다는 단점이 있다[8,9]. 임상적인 방법과 더불어 최근 측정장비를 이용한 균형의 평가가 이루어지고 있는데 center of pressure(COP)를 측정하는 방법으로 COP의 크기, 이동, 속도 등을 정량적으로 측정하는 방법을 사용한다[10]. 대표적인 측정 장비로 AMTI사의 Accusway 장비는 신경손상 환자를 대상으로 30초간 동요속도와 Area95%를 측정한 신뢰도가 급내 상관 계수(Intra class coefficient, ICC) 0.77-0.99로 매우 높은 장비이다[11]. 하지만 이러한 장비는 매우 고가이며, 휴대성이 떨어지기 때문에 교육기관이나 치료기관 등에서만 사용되고 있다[12].

이러한 문제를 해결하기 위해 가벼운 무게와 비교적 저가로 보급되어 있으며, 사각형으로 된 모서리에 압력 센서가 장착되어 COP를 측정할 수 있는 장비인 Nintendo사의 Wii Balance Board와 Balancia 2.0 프로그램으로 Accusway와 비교하였을 때, 높은 신뢰도와 타당도를 보여주었다[12]. 그러나, 지금까지 측정되고 있는 측정 장비의 새로운 버전이 나오므로써 다시 평가할 필요가 있다[13].

이에 본 연구는 COP데이터를 가장 정밀하게 측정할 수 있는 장비를 통해 Wii balance board를 이용하여 새로 업데이트된 Balancia 2.5 프로그램의 신뢰도와 타당도를 알아보고자 한다.

연구 방법

연구 대상

본 연구의 건강인 대상자는 D시에 위치한 건강한 20대 성인을 27명을 모집하였다. 선정기준은 다음과 같다. 첫째, 최근 3개월 이내에 정기적인 운동을 시작하지 아니한 자. 둘째, 정형외과적 수술이나 골절 및 염증성 관절염 소견이 없는 자. 셋째, 시각, 안뜰계나 중추신경계 손상 소견이 없는 자. 넷째, 시력 안뜰계 질환으로 일상생활 중 낙상에 대한 경험이 없는 자이다. 모든 대상자는 연구 목적과 내용을 이해하고, 실험에 자발적으로 참여할 것을 서면으로 확인 후 동의하였다. 본 연구는 대

전대학교 생명 윤리위원회의 승인을 받은 후 연구가 진행되었다(1040647-202210-HR-004-03).

연구 절차

본 연구는 단면적 연구설계(Cross-sectional study)로 2명의 대상자가 선정 기준에 부합하지 못하여 25명의 대상자가 최종 선정되었다. 대상자의 정적 균형능력을 평가하기 위해 Wii Balance Board 위에 양 발로 올라서도록 하여, 양 팔은 일상 중에 느낄 수 있는 편안하게 내린 자세를 유지하도록 하였다. 주변 시선에 따른 자세 동요를 통제하기 위해 눈을 뜬 상태로 전방 3 m 앞에 그려진 지름 15cm 점을 주시하도록 하였다. 평가는 대상자가 Wii balance board 위에 올라선 후 안정된 자세를 완전히 취한 후에 시작하여 30초 간 측정하였다. 평가를 위해 검사자는 장비 사용에 대한 충분한 교육과 숙련을 거쳐 1주일 이후에 실험을 참여했다. 같은 검사자가 검사-재검사를 통해 일관된 데이터 값을 나타내는 검사자 내 신뢰도, 다른 검사자여도 일관된 데이터 값이 나타나야 하는 검사자 간 신뢰도를 분석하였다. 측정하고자 하는 측정도구가 제대로 측정하고 있는지를 알아보고자 하는 타당도는 기존 선행연구에서 제시한 표준화된(gold standard) 측정 장비인 Accusway와 비교하여 타당도를 분석하였다.

측정 도구

Accusway

측정 도구 간의 타당도를 알아보기 위해 자세 동요 평가 장비 Accusway (BP400600-OP, AMTI, USA)의 데이터 추출 값과 비교하였다[14]. 힘 판의 크기는 약 40 cm × 60 cm로 로드셀에 연결되어있는 스트레인 게이지(strain gauge)의 이동(displacement)으로 X, Y, Z 축에 대한 모멘트와 힘을 측정하여 데이터가 추출된다. COP 이동에 대한 모든 데이터 값은 Wii balance board와 같은 방법으로 정적으로 선 자세에서 100 Hz의 샘플링, 10Hz low-pass filter를 실시하여 30초간 추출하였다.

Wii balance board

COP 데이터를 수집하기 위해 Wii Balance Board (Nintendo, Kyoto, Japan)를 이용하였다. Wii balance board는 직사각형의 모양에 약 40 cm × 60 cm의 크기로 가정용 게임기의 입력장치로 사용되고 있다. 네 방향의 모서리에 위치한 로드셀을 통해 COP 데이터가 연속적으로 수집되며, Bluetooth로 연결된 컴퓨터 장치에 데

이터를 제공한다. 데이터 수집 샘플링 비율은 연결된 소프트웨어에 의하여 조절된다. 정상 성인을 대상으로 한 Wii balance board의 검사자 내 신뢰도는 ICC 0.66-0.94로 높은 신뢰도를 나타내고 있다[15].

Balancia 2.5 program

건강한 성인의 COP 데이터를 분석하기 위한 프로그램으로 Balancia software (ver. 2.5, Mintosys, Korea)를 이용하였다. Wii balance board로 측정된 COP 데이터 값을 bluetooth로 연결된 컴퓨터에서 새롭게 업데이트된 Balancia 2.5 프로그램으로 분석하였다. 분석된 데이터 값은 COP의 X, Y축에 대한 동요 속도 및 거리, Area95%, Slope95%, 좌우체중분포 등을 보여준다. 모든 데이터는 100 Hz로 샘플링하여 추출하였으며 10Hz low-pass filter를 적용하였다[12].

자료 분석

본 연구의 통계처리는 Windows SPSS ver. 25.0 (IBM Co, Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계하여 평균과 표준편차를 제시하였으며, 대상자들의 COP정보 중 동요속도와 동요거리 데이터 값들에 대한 검사자 내 신뢰도, 검사자 간 신뢰도, 타당도를 분석하기 위해 ICC, 95% 신뢰 구간(Confidence Interval)을 이용하여 분석하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 이다.

본 연구에 선정된 대상자는 총 25명으로 성별, 나이, 키, 몸무게의 모든 일반적 특성은 Table 1과 같다. 동일한 검사자가 Balancia 2.5 프로그램을 이용하여 평가한 대상자들의 COP 검사자 내 신뢰도 결과는 Table 2와 같다. 동요 거리(path length)와 동요 속도(sway velocity)의 검사자 내 신뢰도는 ICC=0.968 높은 신뢰 수준의 신뢰도를 나타내고 있다. 기존 검사자와 다른 검사자가 Balancia 2.5 프로그램을 이용하여 평가한 대상자들의 COP 검사자 간 신뢰도 결과는 Table 2와 같다. 동요 거리와 동요 속도의 검사자 간 신뢰도는 ICC=0.943으로 높은 신뢰 수준의 신뢰도를 나타내고 있다. 타당도가 입증된 기준 장비인 Accusway와 비교하여 평가가 진행된 Balancia 2.5 프로그램을 이용하여 측정된 대상자들의 COP의 검사 결과는 Table 3과 같다. 동요 거리와 동요 속도에 대한 ICC=0.948로 매우 높은 수준의 타당도를 나타내고 있다.

Table 1. The General Characteristics of subjects (n=25)

Characteristics	Values
Sex (M/F)	17/8
Age (years)	21.92 (2.20)
Height (cm)	168.96 (7.77)
Weight (kg)	63.52 (11.14)

Values are expressed as Mean (SD)

Table 2. Intra-rater and inter-rater reliability of Balancia 2.5 program

	1st (n=25)	2nd (n=25)	Difference (95% CI)	ICC (95% CI)
Intra-rater reliability				
Path length (cm)	33.60 (6.90)	37.80 (6.99)	-4.19 (-5.20, -3.17)	0.968 (0.926, 0.986)
Sway velocity (cm/s)	1.12 (0.23)	1.26 (0.23)	-0.14 (-0.17, -0.11)	0.968 (0.926, 0.986)
Inter-rater reliability				
Path length (cm)	33.60 (6.90)	34.68 (7.36)	-1.07 (-2.45, 0.30)	0.943 (0.870, 0.975)
Sway velocity (cm/s)	1.12 (0.23)	1.16 (0.25)	-0.04 (-0.08, 0.01)	0.943 (0.870, 0.975)

Values are expressed as Mean (SD).

연구 결과

Table 3. Validity of Balancia 2.5 program compared with Accusway

Variables	Balancia 2.5 (n=25)	Accusway (n=25)	Difference (95% CI)	ICC (95% CI)
Path length (cm)	33.60 (6.90)	35.38 (7.22)	2.41 (1.16, 3.67)	0.948 (0.881, 0.977)
Sway velocity (cm/s)	1.12 (0.23)	1.18 (0.24)	0.08 (0.04, 0.12)	0.948 (0.881, 0.977)

Values are expressed as Mean (SD).

논의

균형은 COP의 변화에 영향을 받으며, 이러한 사실은 여러 논문들로 뒷받침 되어 진다[16]. COP의 변화를 측정하기 위해 지금까지는 Berg Balance Scale, Timed get Up and Go Test 등 특정 장비가 없이도 신뢰 가능한 데이터를 얻기 위한 객관적인 평가 방법이 있었다 [17]. 그러나 이런 평가방법에는 몇 가지 제한 사항이 있는데 그 중 천정효과(Ceiling effect)는 일정 수준 이상의 미세한 변화를 감지하는 정확도가 떨어진다[18]. 따라서 이러한 한계를 극복하고자 정량화된 평가 도구의 필요성이 강조되어 왔다.

ICC 값의 결과에서 0.750 미만이면 중간(medium) 또는 낮음(moderate), 0.750~0.900이면 좋음(good), 0.900 이상일 시에는 우수(excellent) 수준의 높은 신뢰도를 보고하고 있다[19]. 본 연구의 결과로, 새로 업데이트 된 Balancia 2.5 프로그램의 동요 거리와 동요 속도의 검사자 내 신뢰도 ICC=0.968, 검사자 간 신뢰도 ICC=0.943, 타당도 ICC=0.948의 높은 신뢰도와 타당도를 확인할 수 있었다. 또한 기존의 Balancia 2.0 프로그램의 동요 거리와 동요 속도의 검사자 내 신뢰도 ICC=0.939와 검사자 간 신뢰도는 0.962, 타당도 ICC=0.955로 매우 높은 수준의 신뢰도와 타당도를 보고하고 있다[12]. 이는 기존에 수많은 연구에서 정적 균형능력 평가에 사용되고 있는 기존의 Balancia 2.0 프로그램이 새롭게 업데이트된 Balancia 2.5 프로그램과 동일한 수준의 신뢰도와 타당도를 나타내고 있다고 할 수 있다[12, 20].

기존의 Balancia 2.0 프로그램은 시간이 지날수록 호환성에 문제가 있었으나, Balancia 2.5 프로그램은 이러한 부분에 개선이 완료되었으며, 추가적으로 체중 분포에 대한 그래프를 제공하고 있기에 기존의 소프트웨어보다 더욱 다양한 지표를 제공할 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 기존의 평가 도구로 신뢰도와 타당도가 입증된 Accusway는 장비의 가격이 비쌀 뿐만 아니라, 31.82kg의 무게로 장비를 휴대하기에 매우 힘든 무게를 가지고 있어 활용성이 떨어지는 단점이 있다[21]. 본 연구에서 사용된 Wii balance board는 3.83kg의 비교적 가벼운 무게와 저가에 보급되어 있어 휴대성 또한 매우 편리하다. 이에 본 연구에서 사용된 Wii balance board와 새로 업데이트 된 Balancia 2.5 프로그램은 기존의 2.0 프로그램과 마찬가지로 기존 문제의 개선과 정적 균형능력 평가에 표준화된 데이터 추출을 제공할 것이라 기대한다.

본 연구는 일반인을 대상으로 한 연구이기에 병적인 특성을 가진 대상자와 균형 능력이 저조한 노인 대상자를 대상으로 일반화에 어려움이 있다. 향후에 이러한 제

한점을 보완한 연구가 이뤄진다면, 더욱 다양한 임상 환경에서 입증된 평가도구로 쓰일 것이다.

결론

본 연구는 최근 업데이트 된 Wii Balance board를 이용한 Balancia 2.5 프로그램의 신뢰도와 타당도를 알아보기 위하여 시행되었다. 연구 결과 검사자내 신뢰도는 ICC 0.968으로, 검사자 간 신뢰도는 ICC 0.943으로 높은 수준의 신뢰도를 보였다. 또한 타당도 검증에서도 기존 연구에서 타당도가 증명된 Accusway의 비교에서 ICC 0.948로 높은 수준의 타당도를 보였다. 이를 통해 Balancia 2.5 프로그램은 일반인의 균형을 평가하는데 신뢰도와 타당도가 입증되어 유용한 평가 도구라 할 수 있다.

이해 충돌

본 연구의 저자들은 연구, 저작권, 및 출판과 관련하여 잠재적인 이해충돌이 없음을 선언합니다.

참고문헌

- Nichols DS, Miller L, Colby LA, Pease WS. Sitting balance: its relation to function in individuals with hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil 1996;77:865-9.
- Carr JH, Shepherd RB. Neurological rehabilitation: optimizing motor performance: Elsevier Health Sciences; 2010.
- Johansson R, Magnusson M. Human postural dynamics. Crit Rev Biomed Eng 1991;18:413-37.
- Alexander KM, Kinney LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. J Orthop Sports Phys Ther 1998; 28:378-83.
- Kauffman T. Impact of aging-related musculoskeletal and postural changes on falls. Top Geriatr Rehabil 1990;5:34-43.
- Dodd KJ, Morris ME. Lateral pelvic displacement during gait: abnormalities after stroke and changes during the first month of rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 2003;84:1200-5.
- Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ,

- Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73):1073-80.
8. O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Physical rehabilitation: assessment and treatment*: FA Davis; 1994.
 9. Gustavsen M, Aamodt G, Marit Mengshoel A. Measuring balance in sub-acute stroke rehabilitation. *Adv Physiother* 2006;8:15-22.
 10. Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause BA. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil* 2002;11:51-66.
 11. Manor B, Doherty A, Li L. The reliability of physical performance measures in peripheral neuropathy. *Gait posture* 2008;28:343-6.
 12. Park DS, Lee DY, Choi SJ, Shin WS. Reliability and validity of the balancia using wii balance board for assessment of balance with stroke patients. *J Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 2013;14:2767-72.
 13. Herdman M, Gudex C, Lloyd A, Janssen M, Kind P, Parkin D, et al. Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). *Qual Life Res* 2011;20:1727-36.
 14. Karkatselou A, Gkrilias P, Tsepis E. Does fatigue expose functional deficits in chronic lateral ankle sprain?. *J Phys Ther Sci* 2020;32: 20-2.
 15. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait posture* 2010;31:307-10.
 16. Kim SS, Lim K, Choi WJ. Effect on the Center of Pressure of Vision, Floor Condition, and the Height of Center of Mass During Quiet Standing. *Phys Ther Korea* 2021;28:154-60.
 17. Kang TW, Kim BR. Comparison of task-oriented balance training on stable and unstable surfaces for fall risk, balance, and gait abilities of patients with stroke. *J Korean Soc Phys Med* 2019;14:89-95.
 18. Downs S, Marquez J, Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra-and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *J Physiother* 2013;59(2):93-9.
 19. Portney LG. *Foundations of clinical research: applications to evidence-based practice*. 4th ed. Philadelphia (PA): FA Davis;2020.
 20. Kim H, Shin WS. Effects of Vibrotactile Biofeedback Providing Real-Time Pressure Information on Static Balance Ability and Weight Distribution Symmetry Index in Patients with Chronic Stroke. *Brain Sci* 2022;12(3):358.
 21. Shih CH, Shih CT, Chiang MS. A new standing posture detector to enable people with multiple disabilities to control environmental stimulation by changing their standing posture through a commercial Wii Balance Board. *Res Dev Disabil* 2010; 31:281-6.