

Wii Balance Board를 이용한 Sit-to-Stand와 보행시 지면반발력의 타당도 분석

정유진 · 박대성†

건양대학교 일반대학원 물리치료학과, ¹건양대학교 물리치료학과

Validity of Ground Reaction Forces during Gait and Sit-to-Stand using the Nintendo Wii Balance Board in Healthy Subjects

Yu-Jin Jeong, PT, BSc · Dae-Sung Park, PT, PhD†

Graduate School of Physical Therapy, Konyang University

¹Department of Physical Therapy, Konyang University

Received: September 5, 2016 / Revised: September 17, 2016 / Accepted: October 15, 2016

© 2016 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: A good, valid, and feasible tool for evaluating sit to stand (STS) is needed to help clinicians quantify the STS ability of stroke patients and people with balance disorders. The purpose of this study was to evaluate the concurrent validity of the Nintendo Wii Balance Board (WBB) and a force plate during STS and gait.

METHODS: Seventeen healthy adults performed five trials of STS and gait on the WBB placed on the force plate. The force plate and the WBB were compared in regard to center of pressure (COP) and ground reaction force (GRF) data that were collected simultaneously. The variables used for analysis were time (s), integral summation (%), COP path length (mm), COP x range, and COP y range, all of which were

measured for both tasks. Counter (%), peak (%), and rebound (%) were analyzed for STS, and 1st peak (%), min peak (%), and 2nd peak (%) were analyzed for gait. The concurrent validity was analyzed using an intraclass correlation coefficient (ICC) and a standard error of measurement (SEM) with a 95% confidence interval.

RESULTS: The concurrent validity of the WBB for STS ranged from fair to good (ICC=.701 ~ .994, SEM=.029 ~ 3.815). The concurrent validity for gait was good (ICC=.869 ~ .989, SEM=.007 ~ 2.052) aside from path length and x and y ranges of COP (ICC=-.150 ~ .371, SEM=3.635 ~ 4.142).

CONCLUSION: The GRF of the WBB has a good validity for STS and gait analysis. The WBB is remarkably portable, easy to use, and convenient for clinically assessing STS and gait.

†Corresponding Author : daeric@konyang.ac.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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Key Words: Sit to Stand, Gait, Forceplate, Nintendo Wii balance board, Ground reaction force, Center of pressure

I. 서론

뇌졸중 환자에게 있어 균형능력과 보행능력의 측정 및 분석은 중요한 요소이다. 균형능력 또는 보행능력의 전후를 평가하기 위해 특정 장비를 활용하여 정량적인 값을 도출하고자 하는 시도가 있었으나(Kim 등, 2015), 실험실 환경이 아닌 곳에서도 균형능력과 보행능력을 동시에 평가할 수 있는 장비는 많이 부족하며, 이를 충족하기 위한 시도로서 Wii Balance Board (WBB)가 제안되었다. WBB는 1축의 로드셀 4개를 이용하여 개발되었고, 체중과 신체압력중심점(Center of pressure, COP)를 측정할 수 있다는 점에서 3축 힘판(forceplate)과 유사한 특징을 지니고 있다. 하지만 힘판은 앞-뒤 방향(anterio-posterior)과, 안-가쪽(medio-lateral)방향의 힘을 측정할 수 있는 것과는 달리 WBB에서는 1축 로드셀을 사용하였기 때문에 vertical force 만 측정이 가능하다. 하지만, WBB는 저렴하고, 가벼워 이동하기 편하며 지면반발력(ground reaction force)과 신체압력중심점을 측정하는데 유용하다(Bartlett 등, 2014). 이러한 특성을 활용하여 기존의 균형평가를 목적으로 높은 신뢰도와 타당도를 확인하였으나 임상에서 균형 평가 목적 이외에도 활용할 수 있는 방법 대한 추가 연구가 필요하다(Koslucher 등, 2012; Lee 등, 2015).

Sit to stand (STS)는 일상생활을 하는 데 있어서 기초적인 능력 중 하나이다. STS에서의 sway area와 좌우흔들림 정도는 낙상군과 비낙상군을 구분하는 지표가 된다(Panzer 등, 2011). 뇌졸중 환자에서 STS 동안 마비측과 비마비측에서 지면반발력의 % 체중(body weight)의 차이가 나타나고 이를 줄이기 위한 재활훈련을 실시한다(Monger 등, 2002). 뇌졸중환자에서 STS시 체중 %는 선자세에서의 균형능력과 전후, 좌우 체중이동능력과 유의한 상관관계를 가진다(Eng과 Chu, 2002). STS는 각각 STS 발생과정을 결정하기 위한 신체 분절들의 움직임 또는 관절의 각도를 확인하기 위해 삼차원 동작 분석 장비 또는 힘판을 이용한 운동학적인 측정 방법을 표준방법으로 사용해왔다. 힘판을 이용한 STS 동작 측정시 Initial (12.3%), counter (27.1%), seat-off (40.9%), peak (51.9%), rebound (75.7%), standing (100%) 6개의

event (time%)로 분류할 수 있다(Etnyre과 Thomas, 2007).

보행을 평가하는 방법에는 무선가속도 센서, 적외선 반사마커, 압력센서 등을 이용해 보행의 시공간적 변수를 측정하는 방법과, 발바닥에 압력센서를 붙이거나 힘판 위를 걸어가는 방법으로 지면반발력을 계산하는 방법을 사용한다. 보행에서의 지면반발력 분석은 두 개의 Peak 구간과 그 사이의 최소 peak 값이 나타나고 ICC=0.91~0.97의 신뢰도를 가진다(Campanini과 Merlo, 2009). 뇌졸중 환자의 보행시 1st peak 값의 최소감지변화(minimal detectable change)는 2.85%이고(Kesar 등, 2011), 당뇨환자는 2nd peak 값이 건강한 성인에 비해 낮은 값을 보인다(Sacco 등, 2010). 이렇게 보행에서의 지면반발력은 환자의 임상적 특징을 정량적으로 검사하는데 활용될 수 있다.

하지만 임상에서 힘판을 이용한 보행분석은 3축 로드셀 4개가 사용되는 힘판의 경우 고가이며 숙련된 사용자만 이용할 수 있는 제한점 있는 것에 비해 WBB는 저렴하면서 힘판과 같이 지면반발력을 측정할 수 있다는 것과 균형 측정을 목적으로 한 선행연구(Park 등, 2013)에서 신뢰도가 이미 입증된바 있으며, 정상성인을 대상으로 STS와 보행시 검사자간 검사자내 신뢰도 모두 높게 나타나 STS와 보행에서도 활용이 가능할 것으로 보인다. 이에 본 연구에서는 정상성인을 대상으로 STS와 보행시 WBB와 3축 힘판을 이용하여 지면반발력과 신체압력중심점의 변화를 측정하여 두 장비간의 차이를 확인하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 총 17명(남자 9명, 여자 8명)의 건강한 20대 성인을 대상으로 하였다. 연령은 22.17±1.63세, 신장은 167.29±6.59cm, 체중은 60.41±9.89kg이었다. 선정기준은 최근 3개월 내에 하지의 신경학적 질환이나 근골격계 질환이 없는 자로 하였고, 이전에 하지의 골절 경험이 있는 자는 제외하였다. 모든 대상자는 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 듣고 후 동의서에 서명

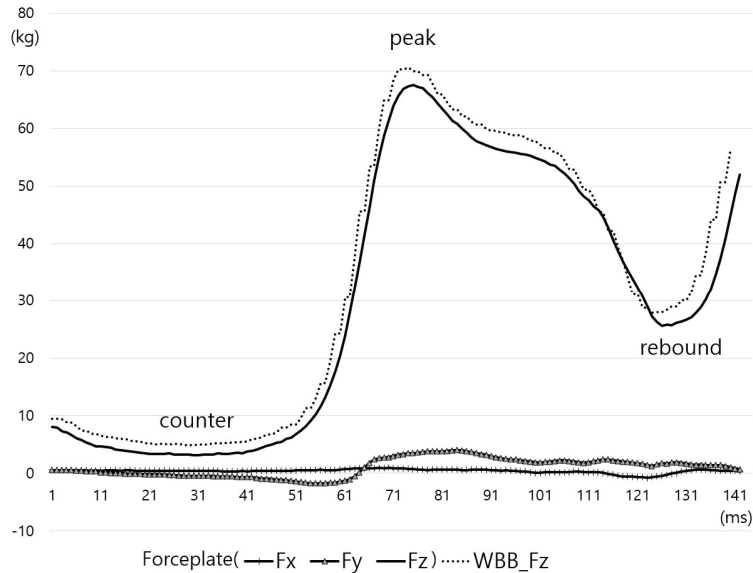


Fig. 1. Individual data recording for a single participant (#14, 53-kg man) during STS of a trial

한 자료 하였다.

2. 연구방법

모든 대상자는 STS와 보행 두 과제를 수행하도록 하였고, STS와 보행 과제 사이에는 대상자가 필요하다고 생각하는 만큼 휴식을 취하도록 하였다. STS와 보행 모두에서 힘판 위에 WBB를 놓고 동시에 측정하였다.

STS 측정은 팔걸이가 없는 높이 45 cm의 의자에 본인이 편하다고 느끼는 자세로 앉고, 양발을 힘판위에 올려놓은 WBB 기기 위에 두되, 가운데를 기준으로 같은 거리에 발을 두도록 지시하였다. 의자는 힘판과 WBB에 영향이 없도록 위치시켰다. 팔의 간섭으로 인한 영향을 최소화하기 위해 양팔은 가슴에 교차한 상태로 모으게 하였다. 앉은 상태에서, 데이터 저장버튼을 누르고 3초 뒤에 '시작'이라는 지시를 하면 편안한 속도로 의자에서 일어나도록 하였으며, 선 상태를 3초간 유지하도록 하였다. STS시 counter force와 vertical peak force 두 군데의 값을 추출하여 비교한다. counter란 동작을 시작한 후 수직방향의 힘의 감소로 관찰되는 지면반발력을 말한다. 즉, 앉은 상태에서 일어나는 동작을 수행하기 위해 체중부하하기 전, 발에 실려 있던 적은 압력

이 없어진 상태라고 할 수 있다. Peak 값은 발에 압력이 최대로 증가한 상태로 최대하중이 주어진 값을 말한다 (Fig. 1).

보행에서는 WBB와 동일한 높이의 나무판을 제작하여 보행하도록 하였고, 나무판이 힘판이나 WBB에 영향을 주지 않도록 위치시켰다. 나무판은 보행중 흔들림이 발생하지 않도록 바닥에 실리콘 본드를 이용하여 고정하였다. 보행측정시 대상자들은 편한 자세로 서 있는 상태로 대기하고 있다가 '시작'이라는 지시가 들린 직후 출발하여 3-5 m정도를 일직선으로 걷게 하였다. 대상자들의 출발위치는 힘판 위에 올려진 WBB의 위치에서 입각기가 이루어지도록 하였다. 측정자는 대상자들이 정면을 보고 걸을 수 있도록 6 m지점에 점을 바라보면서 걷도록 지시하였다. 보행속도는 대상자가 편하게 느끼는 보행속도로 걷게 하였다. 6 m의 보행구간 중 중간지점에 힘판과 WBB를 두었다. 측정은 '시작'이라는 지시부터 보행을 완료한 시점까지 측정 하였으며, 좌, 우 각각 한 발씩 나누어 측정하였다. 보행에서는 입각기의 지면반발력만 추출 가능하며 특징적으로 발꿈치 닿기와 발가락 떼기 시기의 값을 추출하여 비교한다. 첫 번째 peak 값인 발꿈치 닿기는 입각기의 첫 부분

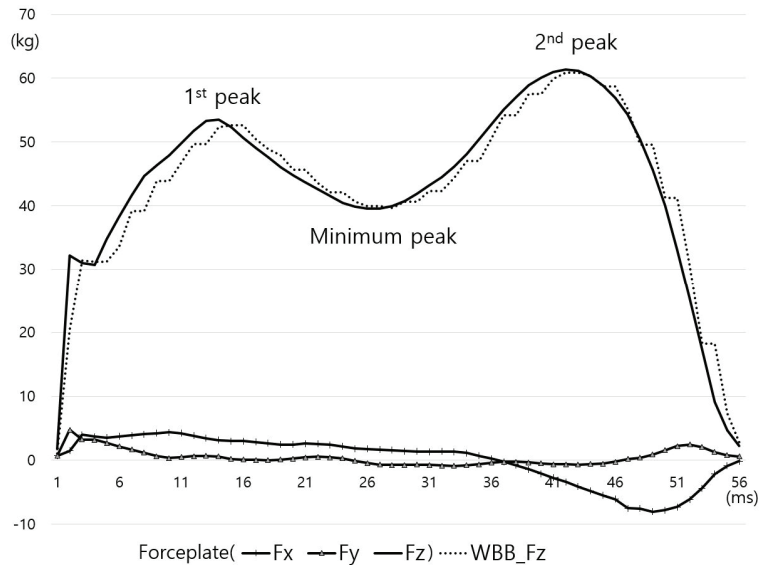


Fig. 2. Individual data recording for a single participant (#14,53-kg man) during gait of a trial

으로 발뒤꿈치가 지면에 닿아 지면반발력이 입각기에서 처음 정점을 이루는 시기이다. 두 번째 peak 값인 발가락 떼기는 전유각기로 신체를 앞으로 움직이기 위해 발가락 끝을 떼는 단계로 지면반발력이 두 번째로 정점을 이루는 시기이다(Fig. 2.).

WBB (Nintendo, WA, Washington)는 4개의 모서리에 위치한 로드셀을 통해 정보가 연속적으로 수집되며, 블루투스를 이용하여 컴퓨터와 무선으로 연결되며, 데이터의 수집은 Balancia software (Balancia software version 2.0, Mintosys Inc., Korea)을 사용하였다. 데이터의 샘플링은 100Hz로 하였다. WBB의 동시타당도를 알아보기 위해 평가 장비인 Kistler forceplate (Kistler 9260AA6, Kistler, USA)를 사용하였다. 데이터는 Cortex 3.6.1 (Cortex 3.6.1, Motion analysis, USA)을 이용하여 수집되었다. 샘플링은 100Hz로 추출하였다.

STS와 보행에서 WBB와 힘판에서 COP 값과 Body Weight % 값을 추출하였고, 이를 통해 다음과 같은 값을 구하였다. STS에서 분석을 위해 사용된 변수는 time (second), counter (bodyweight %), peak (bodyweight %), rebound (bodyweight %), COP path length (mm), COP X range (mm), COP Y range (mm)를 구하였다. 보행에서는

time (second), 1st peak (bodyweight%), peak minimum (bodyweight%), 2nd peak (bodyweight%), integral summation (bodyweight%), COP path length (mm), COP X range (mm), COP Y range (mm)를 측정하였다. 모든 대상자는 STS와 보행 두 과제를 충분히 연습하도록 하였고, 측정은 STS와 보행 두 과제를 각 5회씩 측정하고, 처음과 마지막 데이터를 제외한 중간 3회의 데이터의 평균을 가지고 분석하였다.

3. 통계처리

본 연구의 통계처리는 SPSS 18.0 (IBM, USA)을 이용하여 분석하였다. 대상자들의 WBB와 힘판간의 지면반발력 정보, COP이동거리에 대한 동시타당도를 알아보기 위해 급내상관계수(Intraclass correlation coefficients, ICC)와 95% 신뢰구간, SEM을 구하였다. ICC 값이 .80 이상이면 일치도 수준이 높다고 할 수 있다. 절대적 신뢰도는 측정오차의 정량화를 위해 표준오차측정 (standard error of measurement, SEM)은 [SEM= 모든 검사-재검사 값의 표준편차 $\times \sqrt{(1-ICC)}$]의 공식 (Goldsmith 등, 1993)을 사용하였으며, SEM은 측정할 평균값의 10%미만인 경우 측정 오차가 작아 신뢰할

만한 것으로 간주한다(Beckerman 등, 2001). 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 일반적 특성

17명의 피험자는 맨발상태에서 WBB와 힘판을 동시에 이용하여 STS와 보행검사를 모두 마쳤다. 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 실험을 종료하기 까지 별다른 이상반응이나 중도포기사례는 발생하지 않았다.

Table 1. General Characteristics (n=17)

	Mean \pm SD
Gender (male / female)	8 / 9
Age (years)	22.18 \pm 1.63
Height (cm)	167.29 \pm 6.59
Weight (kg)	60.41 \pm 9.89

SD: standard deviation

2. STS시 WBB와 힘판 장비간의 동시타당도

STS시 WBB와 힘판간의 동시타당도는 ICC=.701 ~ .994의 보통 이상의 신뢰도를 보였다. 특히 time, counter, peak, rebound, integral SUM은 ICC>.932의 높은 신뢰도와

낮은 SEM 값(.29<SEM<2.77)을 보였다(Table 2).

3. 보행시 WBB와 힘판 장비간의 동시타당도

보행시 WBB와 힘판간의 동시타당도는 COP path length, x range, y range를 제외하고 ICC=.869~.989의 높은 신뢰도와 평균값의 10% 이하의 낮은 SEM 값(.007<SEM<2.05)을 보였다(Table 2). COP path length, x range, y range는 매우 낮은 신뢰도와 높은 SEM 값을 보였다(Table 3).

IV. 고찰

WBB는 닌텐도 게임기와 연동하여 발판을 이용한 균형과 운동게임을 목적으로 제작된 게임기구이며, 연구목적으로 개발된 삼차원동작분석용 장비에 비해 매우 저렴하며, 선자세에서 COP의 이동거리와 체중값의 높은 신뢰도가 입증된바 있고(Park 등, 2013), 보행과 STS 동작에서 검사-재검사에서 신뢰도가 입증되었다. 이에 임상에서 기능평가를 목적으로 쉽게 활용할 수 있도록 하기 위해 건강한 성인을 대상으로 STS와 보행시에 WBB와 연동되는 Balancia 소프트웨어를 통해 얻어지는 COP 정보와 체중의 정보를 이용하여 6축 힘판과 동시에 측정하여 STS와 보행시 두 장비간의 동시타당도를 분석하고자 하였다.

Table 2. Concurrent validity of Wii balance board and forceplate in sit to stand

	WBB (n=17)	Forceplate (reference standard) (n=17)	WBB vs Forceplate (n=17)			
			Different	ICC	95% CI	SEM
Time (sec)	1.58 \pm .21	1.68 \pm .24	.10 \pm .06	.984	.956, .994	.029
Counter (%BW)	13.33 \pm 4.19	11.04 \pm 4.36	-2.29 \pm 2.15	.932	.813, .975	.850
Peak (%BW)	126.57 \pm 7.35	126.78 \pm 7.05	.21 \pm 2.74	.962	.896, .986	1.850
Rebound (%BW)	77.05 \pm 8.88	75.57 \pm 9.64	-1.48 \pm 1.46	.994	.983, .998	.709
Integral SUM (%BW)	108.76 \pm 16.26	115.06 \pm 20.12	6.30 \pm 5.46	.977	.937, .992	2.774
COP path length (mm)	19.88 \pm 6.27	28.70 \pm 11.50	8.82 \pm 6.52	.859	.610, .949	3.815
X range (mm)	4.09 \pm 1.10	4.62 \pm 1.11	.53 \pm 1.06	.701	.176, .892	.612
Y range (mm)	8.04 \pm 1.51	8.75 \pm 2.33	.70 \pm 1.79	.739	.278, .905	1.006

WBB: Wii balance board, COP: center of pressure, ICC: intraclass correlation coefficients, SEM: standard error of measurement, BW: body weight, SUM: summation

Table 3. Concurrent validity of Wii balance board and forceplate in gait

	WBB (n=17)	Forceplate (reference standard) (n=17)	WBB vs Forceplate (n=17)			
			Different	ICC	95% CI	SEM
Time (sec)	.61±.06	.65±.06	.03±.01	.986	(.961, .995)	.007
1 st peak (%BW)	105.37±5.22	109.14±5.52	3.76±3.66	.869	(.637, .952)	2.036
Minimum peak (%BW)	80.36±4.94	82.39±6.49	2.03±2.95	.930	(.807, .975)	1.527
2 nd peak (%BW)	115.61±7.73	119.36±7.66	3.75±3.92	.931	(.808, .975)	2.052
Integral SUM (%BW)	51.10±4.37	54.57±5.43	3.47±2.10	.952	(.869, .983)	1.132
COP path length (mm)	30.02±3.15	34.71±5.01	4.69±5.49	.242	(-1.093, .726)	4.142
X range (mm)	17.81±2.47	25.27±3.14	7.46±3.51	.371	(-.737, .772)	3.727
Y range (mm)	9.56±3.19	5.33±2.00	-4.23±3.90	-.150	(-2.175, .584)	3.635

WBB: Wii balance board, COP: center of pressure, ICC: intraclass correlation coefficients, SEM: standard error of measurement, BW: body weight, SUM: summation

STS 동작에서 지면반발력의 정량적으로 분석은 임상가에게 유용한 정보를 제공할 수 있다. 특히 노인에서 앉은 자세에서 서는 것은 일상생활에서의 가동성(mobility)과 기능손상을 평가할 수 있는 동작이며, STS는 노인의 기능 평가와 계획, 치료를 결정하는 요인이 될 수 있다(Janssen 등, 2002). 뇌졸중 환자에서 STS는 독립성을 알 수 있는 지표가 된다(Boukadida 등, 2015). 관절전치환술(total joint arthroplasty)을 시행한 35명의 평균 66.4세 노인을 대상으로 STS and return-to-sit task 수행시 WBB와 힘판(Bertec corporation, Columbus, OH)과의 지면반발력의 대칭성지표에서 ICC는 .83~.99의 타당도를 보였다. 이는 STS and return-to-sit-task 동작에서 좌우의 대칭성을 측정하기 위한 장비로 적합하다고 하였다(Abujaber 등, 2015). 본 연구에서는 건강한 성인을 17명을 대상으로 하였고, STS에서 시간과 체중을 기반으로 한 time, counter, peak, rebound, intergral SUM에서는 .8이상의 높은 신뢰도와 평균값의 10%이하의 낮은 SEM 값을 보였다. 하지만, COP를 기반으로 한 path length, x range, y range 의 값은 .701~.859 로 다른 값보다는 비교적 낮은 신뢰도를 나타냈다. WBB는 힘판에 비해 평균 .10초의 짧은 시간과 counter와 rebound에서는 힘판에 비해 높게 peak에서는 평균 .21%정도로 높게 나타났다. 하지만, 그 차이는 매우 작으며, 선행연구(Yang 등, 2016)에서 WBB 내에서 높은 신뢰도가 있는 것으로 나타나 임상적으로 사용하기에 별다른 문제

가 없다고 판단된다.

보행시 힘판을 이용하여 무릎관절염이 있는 22명의 남성을 대상으로 보행시 지면반발력을 반복 측정하였을 때, 지팡이를 사용할 때(99±9%)가 사용하지 않았을 때(102±8%) 보다 유의하게 낮게 나타났다(Bechard 등, 2012). 건강한 성인에서 보행시 수직방향의 지면반발력은 체중의 117.10±9.8% 정도로 나타나며, 앞뒤방향으로는 초기 19.36±3.3%, 말기에 21.21±2.9%, 좌우방향으로는 5.31±1.3%의 값을 보인다(Giakas과 Baltzopoulos, 1997). 임상에서는 앞뒤방향이나 좌우방향보다는 수직방향의 지면반발력을 보다 적극적으로 사용하고, 임상적으로도 수직방향의 지면반발력값의 변화는 환자의 보행 특성을 알 수 있는 의미 있는 검사로 유용하다. WBB는 값비싼 3축 힘판에 비해 수직방향의 지면반발력만 측정이 가능하고, 앞뒤방향이나 좌우방향의 force 값은 측정이 불가능한 단점이 있으나, 본 연구를 통해 수직방향의 지면반발력의 높은 신뢰도를 확인하였고, 가볍고 이동이 쉬우며, 가격을 고려하였을 때 충분히 임상에서 활용할 수 있는 가치가 높다고 할 수 있다.

보행시에는 1st peak 값과 2nd peak 값에서 WBB의 값이 힘판의 값보다 약 3.76%, 3.75% 정도 낮게 나타남을 확인할 수 있었고, minimum peak에서도 WBB의 값이 힘판보다 약 2.03% 정도 낮게 나타남을 확인하였다. 하지만 이러한 차이를 보이더라도 그 차이의 수준이 매우 낮으며, 높은 신뢰도와 낮은 SEM 값을 보여 임상

에서의 사용에는 별다른 문제가 없다고 판단된다. 다만, 보행에서는 STS와는 다르게 COP를 정보를 기반으로 한 path length, x range, y range의 값은 낮은 신뢰도와 높은 SEM 값을 보였다. 본 연구 결과 힘판의 path length 값이 WBB보다 4.69 mm 정도 크게 나타났다. 이는 장비의 특성이라기보다 실험시 건강한 성인의 보행속도로 인해 WBB를 밟고 지나갈 때 WBB의 모퉁이와 힘판의 접촉면에서 발생할 수 있는 작은 유격 등으로 인해 COP의 값이 힘판에서 더 크게 흔들리게 작용했을 가능성이 있다. STS에서 COP관련 변수가 비교적 높은 신뢰도를 보인 것은 앉은 자세에서 시작하고, 체중이 장비에서 떨어지지 않기 때문으로 판단된다.

본 연구에서 보행을 할 때 WBB의 Time 값이 .61초로 힘판의 Time 값인 .65초 보다 짧은 경향이 나타났다. 이는 WBB에 부하되는 5 kg 미만의 값은 측정값으로 입력되지 않는 특징이 원인으로 힘판에 비해 WBB가 하중을 인식하게 되는 시간의 지연되는 현상이 발생하였다. Bartlett 등(2014)의 연구에서도 9.1N 이하에서는 값의 오류를 보인다고 하였다. Heel contact 직후 체중이 5 kg 미만으로 실리는 구간의 정보를 받지 못하게 되고, Toe off 직후 체중이 5 kg로 미만이 되는 구간의 정보 또한 받지 못하게 되어 전체 시간의 길이가 짧아지게 되는 영향을 미친 것으로 생각된다. 하지만 이러한 시간 지연현상이 발생하더라도 WBB는 여전히 높은 신뢰도를 보이며, 두 장비간 높은 타당도가 나타나 임상에서 활용가치가 있을 것으로 생각된다.

임상적으로 의미 있는 동작을 측정하고 분석하는 장비를 발견하기 위한 연구들은 꾸준히 수행되어왔다. 특히 균형 측정과 관련하여 표준장비로 알려진 장비를 대체하기 위한 연구들이 많이 진행되어 왔으며, 스마트폰을 활용하여 측정하는 연구 또한 이루어졌다(Han 등, 2016). 보행과 STS를 측정하는 데 있어 표준장비들을 대체하기 위한 타당도 연구가 지속되어 왔으며 보행과 STS를 측정하는 장비가 비싸지 않고 휴대가 편리하다면 임상과 연구적 활용뿐만 아니라 보행과 STS 동작에서 기능 감소를 보이는 환자에서 정량적인 평가가 가능할 것으로 판단된다. 특히 뇌졸중 환자와 노인들은 낙상으로 인한 2차적 손상의 위험이 크기 때문에 이러한

평가 장비의 개발과 사용으로 자신의 동작 수행 정도를 파악할 수 있을 것이다. 연구의 결과에서 20대 건강한 성인을 대상으로 WBB와 힘판을 이용하여 보행과 STS를 동시에 측정하였을 때 높은 동시타당도를 확인할 수 있었다.

V. 결론

본 연구는 20대 건강한 성인을 대상으로 WBB와 힘판을 이용하여 보행과 STS를 동시에 측정하였을 때 추출된 지면반발력과 COP 값이 임상에서 유용하게 쓰일 수 있는지 확인하기 위하여 두 장비간의 동시타당도를 알아보고자 하였다. 연구결과, STS에서는 ICC=.701 ~ .994의 보통 이상의 신뢰도를 보였으며, 보행에서는 COP path length, x range, y range를 제외하고 ICC=.869 ~ .989의 높은 신뢰도를 보였다. 따라서 WBB는 뇌손상 환자나 노인환자의 기능평가를 위해 측정되는 STS와 보행과 같은 동작에서 과제수행동안의 체중부하 변화를 정량적으로 평가할 수 있으며, 힘판과 비교하여 적은 가격에 임상에서 사용하기에 적합한 장비로 판단된다. 추후 연구로는 뇌졸중 환자와 노인을 대상으로 한 타당성 연구와 적합한 보행데이터를 추출하는 연구 등이 필요하다.

References

- Abujaber S, Gillispie G, Marmon A, et al. Validity of the Nintendo Wii Balance Board to assess weight bearing asymmetry during sit-to-stand and return-to-sit task. *Gait Posture*. 2015;41(2):676-82.
- Bartlett HL., Ting LH, Bingham JT. Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board. *Gait Posture*. 2014;39(1):224-8.
- Bechard DJ, Birmingham TB, Zecevic AA, et al. The effect of walking poles on the knee adduction moment in patients with varus gonarthrosis. *Osteoarthritis*

- Cartilage. 2012;20(12):1500-6.
- Beckerman H, Roebroeck ME, Lankhorst GJ, et al. Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Qual Life Res*. 2001;10(7):571-8.
- Boukadida A, Piotte F, Dehail P, et al. Determinants of sit-to-stand tasks in individuals with hemiparesis post stroke: A review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;58(3):167-72.
- Campanini I, Merlo A. Reliability, smallest real difference and concurrent validity of indices computed from GRF components in gait of stroke patients. *Gait Posture*. 2009;30(2):127-31.
- Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(8):1138-44.
- Etnyre B, Thomas DQ. Event standardization of sit-to-stand movements. *Phys Ther*. 2007;87(12): 1651-66.
- Giakas G, Baltzopoulos V. Time and frequency domain analysis of ground reaction forces during walking: an investigation of variability and symmetry. *Gait Posture*. 1997;5(3):189-97.
- Goldsmith CH, Boers M, Bombardier C, et al. Criteria for clinically important changes in outcomes: development, scoring and evaluation of rheumatoid arthritis patient and trial profiles. OMERACT Committee. *The Journal of rheumatology* 1993;20(3):561-5.
- Han SK, Lee SY, Lee DH, et al. Validity study of dynamic balance abilities measure using a smartphone. *J Korean Soc Phys Med*. 2016;11(2):77-82.
- Janssen WG, Bussmann HB, Stam HJ. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther*. 2002;82(9):866-79.
- Kim JD, Cha YJ, Youn HI. Effects of emphasized initial contact auditory feedback gait training on balance and gait in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*. 2015;10(4):49-57.
- Kesar TM, Binder-Macleod SA, Hicks GE, et al. Minimal detectable change for gait variables collected during treadmill walking in individuals post-stroke. *Gait Posture*. 2011;33(2):314-7.
- Koslucher F, Wade MG, Nelson B, et al. Nintendo Wii Balance Board is sensitive to effects of visual tasks on standing sway in healthy elderly adults. *Gait Posture*. 2012;36(3):605-8.
- Lee DH, Choi SJ, Choi HS, et al. Comparison of visual and auditory biofeedback during sit-to-stand training for performance and balance in chronic stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*. 2015;10(4):59-68.
- Monger C, Carr JH, Fowler V. Evaluation of a home-based exercise and training programme to improve sit-to-stand in patients with chronic stroke. *Clin Rehabil*. 2002;16(4):361-7.
- Panzer VP, Wakefield DB, Hall CB, et al. Mobility assessment: sensitivity and specificity of measurement sets in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(6): 905-12.
- Park DS, Lee DY, Choi SJ, et al. Reliability and validity of the Balancia using Wii Balance Board for assessment of balance with stroke patients. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2013;14(6):2767-72.
- Sacco IC, Akashi PM, Hennig EM. A comparison of lower limb EMG and ground reaction forces between barefoot and shod gait in participants with diabetic neuropathic and healthy controls. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2010;11(1):24-32.
- Yang SR, Oh YR, Jeon YR, et al. Test-retest Reliability of Sit-to-Stand and Gait Assessment Using the Wii Balance Board. *Phys Ther Korea*. 2016;23(3):40-7.