

아급성 뇌졸중 환자에서 Space Balance 3D와 Tinetti Mobility Test를 이용한 균형 능력 평가의 신뢰도 및 동시타당도 연구

Reliability and Concurrent Validity of the Balance Evaluation using Space Balance 3D and Tinetti Mobility Test in Subacute Stroke Patients

최지민*, 이종훈*, 하현근*, 김양구*, 김연희**, 배영현***

삼성서울병원 재활의학과*, 성균관의대 재활의학과**, 삼육대학교 대학원 물리치료학과***

Ji-Min Choi(jm870815.choi@samsung.com)*, Jong-Hoon Lee(jh2006.lee@samsung.com)*, Hyun-Geun Ha(ptha.ha@samsung.com)*, Yang-Gu Kim(ygpt.kim@samsung.com)*, Yun-Hee Kim(yun1225.kim@samsung.com)*, Young-Hyeon Bae(baeyhhhh@naver.com)***

요약

본 연구는 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 컴퓨터화된 시각적 피먹임 균형 훈련 및 평가 장비인 space balance 3D와 기능적 검사인 tinetti mobility test (TMT)의 신뢰도 및 버그균형척도와와의 동시타당도를 분석하기 위해 실시하였다. 아급성 뇌졸중 환자 총 23명을 대상으로 하였고 대상자에게 space balance 3D, TMT, 버그균형척도를 이용해 균형 능력 평가를 실시하였다. 검사-재검사간 신뢰도에서 space balance 3D의 정적균형과 동적균형은 중등도의 신뢰도를 보인 반면, TMT의 세가지 점수와 버그균형척도는 높은 신뢰도를 보였다. 동시타당도에서 TMT의 세가지 점수, 버그균형척도, space balance 3D의 정적균형간에 각각 중등도의 유의한 ($p < .01$) 양의 상관관계를 보였다. TMT의 세가지 점수와 버그균형척도는 space balance 3D의 동적균형의 후좌측, 전좌측 방향과는 각각 유의한 ($p < .05$) 낮은 양의 상관관계를 보였지만 나머지 방향과는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 따라서 space balance 3D와 TMT의 균형 능력 평가는 아급성 뇌졸중 환자의 균형 능력을 평가하는데 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 보이나 space balance 3D의 동적균형 평가는 한계점이 있었다.

■ **중심어** : | 뇌졸중 | 균형 | 신뢰도 | 동시타당도 |

Abstract

The purpose of this study was to determine the test-retest reliability and the concurrent validity between tinetti mobility test (TMT), berg balance scale (BBS) and space balance 3D which is one of the computerized measurement and visual feedback balance assessment system in subacute stroke patients. Twenty three ambulatory acute stroke subjects were measured the TMT, BBS and space balance 3D. The test-retest reliability(intra-class correlation coefficient: ICC) indicated that the static and dynamic balance in space balance 3D considered moderate reliability and TMT, BBS were good reliability. In case of concurrent validity, there were moderate validity ($p < .01$) between static balance test with space balance 3D and each TMT, BBS. But there were only poor validity ($p < .05$) between center to forward-left, center to backward-left phase in dynamic balance test with space balance 3D and each TMT, BBS. These findings suggest that in subacute stroke patients the test-retest reliability and concurrent validity using the space balance 3D and TMT were valuable in balance test but there was limitation to evaluate dynamic balance test.

■ **keyword** : | Stroke | Balance | Reliability | Concurrent Validity |

I. 서론

뇌졸중은 우리나라 성인 사망원인의 2위를 차지하고 [1], 다시 보행을 할 수 없는 자는 약 30%정도이며 대부분 후유증 중 하나인 편마비 장애를 호소한다[2]. 이러한 편마비 증상과 더불어 신체적인 기능 저하나 상실은 균형 및 보행장애를 일으켜 일상생활동작을 제한시키고, 사회로의 복귀를 어렵게 만들어 가정 경제에도 문제가 된다[3-5].

균형은 다양한 감각운동 과정과 환경적, 기능적 상호사이의 상호작용에 의존하는 복잡한 운동기술로서[6], 뇌졸중 환자의 경우 근력 약화, 감각 손실, 정위반사의 손상, 시공간감각의 약화 등으로 인해 균형 능력이 감소한다. 이로 인해 침상동작, 이동동작, 보행동작, 개인 위생 등의 독립적인 일상생활동작이 방해 받게 된다[7]. 그러므로 균형 능력과 자세 조절 능력 향상은 뇌졸중 환자의 독립적인 보행에 매우 중요한 요소로서 뇌졸중 재활의 궁극적 목적 중 하나인 독립적인 보행을 위해서는 보행하는 동안 자세 안정성, 즉 균형 능력이 필요하고 손상 후 초기부터 균형 능력의 정도와 그 특성을 정확하게 평가 할 필요가 있다[8].

균형 능력을 평가하는 방법은 기능적인 검사(functional test)와 생역학적 검사(biomechanical test)가 있다. 기능적인 검사는 스스로 동작을 시작하는 동안 균형 능력을 측정하며, 정적인 환경 및 동적인 환경에서 측정하는 것이다. 생역학적 검사는 외부 자극에 대한 자세 반응검사와 균형에 영향을 주는 감각검사(sensory test)를 포함한다. 생역학적 검사는 기능적인 검사방법보다 뇌손상으로 인한 감각과 운동 이상을 더 정밀하게 분석할 수 있으나, 감각과 운동 이상으로 인해 발생 할 수 있는 기능적인 제한과 그로 인한 제한적인 일상생활동작은 평가 할 수 없다는 단점을 가지고 있다[9-11].

생역학적 검사의 일종인 컴퓨터화 피드백 균형 훈련 및 측정 시스템은 뇌졸중 환자를 대상으로 정적, 동적 균형 능력 평가 및 훈련에 사용되어지고 있지만 선 자세에서 움직임 없이 검사를 실시하기 때문에 보행은 물론 자세 이동 시 발생 할 수 있는 동적균형 능력 상실은

검증할 수 없다[12]. 그러나 생체역학적 검사 장비는 계속해서 개발되고 있고, 최근 국내에서는 동적균형 평가를 위해 이러한 단점을 보완하여 몸 전체의 기울기를 이용하는 컴퓨터화 피드백 균형 측정 시스템인 space balance 3D가 개발되었다.

뇌졸중 환자의 균형 능력 평가를 위해 많이 이용되고 있는 기능적 검사의 일종인 버그균형척도(berg balance scale: BBS)는 정적균형과 동적균형 모두 평가가 가능하고 장소에 구애 받지 않으며 많은 훈련 없이도 간단히 평가 할 수 있는 도구로서 신뢰도와 타당도가 높지만 보행을 실시하는 동안 균형을 평가하는 항목이 없으며, 중등도 이상의 보행 기능을 가지고 있는 뇌졸중 환자에서는 만점에 가까운 점수를 획득하는 천정효과가 있다. 그리고 버그균형척도는 보행 및 자세 이동시에 균형을 평가하는데 한계점이 있다[13].

Tinetti mobility test (TMT)는 균형 영역과 보행 영역 두 가지 평가로 이루어져 있는 평가도구로 많은 연구에서 높은 타당도와 신뢰도를 나타내고 버그균형척도와도 높은 양의 상관성을 보인다. 그리고 신경학적인 장애를 가진 초기 환자에게 치료에 대한 결과를 예측하고 균형 능력과 보행의 기능적 변화를 알아보는 데 적합하다[14].

그러나 space balance 3D와 TMT를 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 그 신뢰도와 타당도를 확인한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구는 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 컴퓨터화 피드백 균형 능력 측정 시스템인 space balance 3D와 기능적 검사의 일종인 TMT의 신뢰도 및 신뢰도와 타당도가 높은 버그균형척도와 동시타당도를 분석하여 아급성 뇌졸중 환자의 균형을 평가하는데 적합하고 타당한지를 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2011년 8월 2일부터 2011년 11월 21일까지 S서울병원 재활의학과에서 재활치료를 받기 위해 입원

한 발병 3주이내의 아급성기 뇌졸중 환자로 총 23명을 대상으로 하였다. 대상자 선정은 1) 보조기나 지팡이 등 기타 보장구의 착용유무에 관계없이 10m 이상 보행이 가능하고, 2) 하위 운동 신경 병변이 없고 양 하지의 정형 외과적 질환이 없으며, 3) MMSE (mini mental state examination) 24점 이상과 4) 눈높이에서 60cm 떨어진 거리의 모니터에 적힌 글자를 읽을 수 있는 환자로 하였고 선정된 환자와 보호자에게 동의서를 받고 연구를 진행하였다[3].

2. 평가방법

대상자의 일반적인 특성을 측정된 후, 균형 능력 평가는 재활치료가 실시되기 전에 이루어졌다. 균형 평가는 물리학적, 생체역학적, 대사성 및 사회 심리적 요인들에 의해 내적 가변성을 갖고 있으므로[15], 동기, 주의집중, 피로, 정서 상태, 평가 시간 및 평가자와의 관계 등과 같이 많은 요인들이 결과에 영향을 미칠 수 있다[16]. 따라서, 조용한 치료실에서 실시하였으며, 피로감을 배제하기 위하여 TMT와 버그균형척도는 5번과 10번째 항목을 시행한 후 각각 30초간의 휴식시간을 적용하였다. 신뢰도 평가를 위해 검사-재검사법을 사용하였으며, 첫날 space balance 3D, TMT, 버그균형척도를 측정하고 다음날 같은 측정을 실시하여 분석하였다. 그리고 동시타당도 평가를 위해 TMT, 버그균형척도를 측정된 점수와 space balance 3D는 조건마다 3회씩 측정하여 그 평균값을 가지고 상관관계를 분석하였다.

3. 검사도구

3.1 Space balance 3D

Space balance 3D는 두 개의 무선 지면 반발력 장치(wireless force plate)가 내장되어 4정점(좌, 우측 발가락, 뒤꿈치)의 체중 분포도를 확인할 수 있으며, 기기 전방에 위치한 센서는 기울기를 측정했다. 기기를 이용한 평가 및 훈련 시 사용자가 수행하는 동작은 발판을 통한 족압과 센서를 통한 각도가 실시간으로 컴퓨터로 전송되어 처리된 후 컴퓨터 모니터 화면에 표시된다. 평가 시 대상자들은 무선 지면 반발력 장치 위로 올라가 발판에서 발을 움직이지 않고 환자용 모니터를 응시

한 채 두 팔을 체간 옆에 자연스럽게 두며 검사를 시작한다. 정적균형 평가는 눈을 뜬 조건, 눈을 감은 조건 및 화면이 차단된 조건으로 3가지로 구성되어 있고 동적균형은 중심으로부터 좌측(좌측), 중심으로부터 좌측후방(좌후방), 중심으로부터 좌측전방(좌전방), 중심으로부터 후방(후방), 중심으로부터 우측후방(우후방), 중심으로부터 우측(우측), 중심으로부터 우측전방(우전방), 중심으로부터 전방(전방)으로 8가지 방향으로 구성되어 있으며, 정적균형 평가 중 눈을 뜬 조건은 체성감각계와 시각 및 전정기관을 동시에 평가하는 것으로 대상자는 모니터에 노란색 원으로 표시되는 체중심의 위치를 확인하며 균형을 유지했고, 화면이 차단된 조건은 평형에 대한 인지능력에 의한 균형 능력을 평가하기 위한 것으로 대상자의 모니터 화면은 검은색으로 표시되어 시각적 정보 없이 균형을 유지했으며, 눈을 감은 조건은 전정기관을 평가하기 위한 것으로 대상자는 눈을 감고 균형을 유지했다. 그리고 3가지 정적균형 검사는 각각 20초씩 소요되며 balance posture ratio (BPR) 점수는 A~E 구역(zone)의 비율(ratio)에 가중치(A=100%, B=80%, C=60%, D=40%, E=20%)를 곱해서 점수를 계산하고 최대 점수는 100점, 최저 점수는 20점이다. 동적균형 능력을 평가하기 위한 검사는 본인의 위치가 표시되어 있는 노란색 원을 모니터 상에서 8가지 방향의 목표 지점까지 몸을 기울여 이동시키는 것으로 동적균형을 알아보았고 평가에 소요되는 시간은 8방향의 동적균형 검사 시 80초가 소요되며 8가지 방향 각각의 평균 각도를 계산하여 평가하였다.

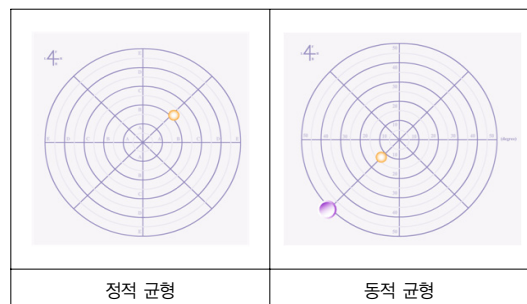


그림 1. Space balance 3D의 균형 능력 평가

3.2 Tinetti mobility test

Tinetti mobility test (TMT)는 이동, 균형 그리고 보행 평가에 적합한 평가도구이다. 이 평가는 2가지 영역으로 나누어지며 첫 번째 영역은 균형 능력에 관한 항목들로 앉은 자세 및 선 자세에서의 정적 및 동적균형 능력을 각각 측정하는 것으로 9개 항목이고 총점은 16점이며, 두 번째 영역은 보행에 관한 항목들로 보폭 및 보행시간 등 구성요소들을 기준에 따라 평가하고 7개 항목으로 총점은 12점이다. 따라서 전체 평가의 총점은 28점이다. 대상자는 검사자의 지시에 따라 앉은 자세, 선 자세 및 걷는 동작을 실시하였으며, 검사자는 이러한 움직임을 보고 평가도구의 기준에 따라 점수를 기록한다[11].

3.3 버그균형척도(berg balance scale)

버그균형척도는 정적균형 능력과 동적균형 능력을 객관적으로 평가하는 척도로서 앉기, 서기, 자세 변화 등이 3개 영역으로 나눌 수 있으며, 총 14개 항목으로 구성되어 있다. 이 도구는 5점 서열척도로서 최소 0점에서 최고 4점으로 총점은 56점이다. 각 영역별 항목을 살펴보면, 앉기 항목은 의자의 등받이에 기대지 않고 바른 자세로 앉기, 서기 항목으로는 잡지 않고 서 있기, 두 눈을 감고 잡지 않고 서 있기, 왼쪽과 오른쪽으로 되돌아보기, 바닥에 있는 물건을 집어 올리기, 한 발 앞에 다른 발을 일자로 두고 서 있기, 선 자세에서 앞으로 팔 뻗어 내밀기 등이며, 마지막으로 자세 변화 항목으로는 앉은 자세에서 일어나기, 선 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동하기, 제자리에서 360°회전하기, 일정한 높이의 발판 위에 발을 교대로 놓기로 구성되어 있다[9].

4. 분석방법

이급성 뇌졸중 환자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하였고 space balance 3D, TMT, 버그균형척도의 신뢰도 측정용 도구의 동등성을 나타내는 급간내 상관계수(intra-class correlation coefficient: ICC)를 이용하여 검사-재검사를 실시하였고, 동시타당도는 피어슨 상관계수(pearson correlation coefficient)를 사용하여 분석하였다. 신뢰도 분석은 ICC=0.8 또는 그 이상이면 매

우 높은 신뢰도, ICC=0.6~0.8이면 중등도의 신뢰도가 있는 것으로 보고[17], 타당도 분석은 상관관계 $r < 0.6$ 이면 낮은 상관성, $r > 0.6$ 이면 중등도 상관성, $r > 0.8$ 이면 높은 상관성이 있는 것으로 본다[3]. 통계 프로그램은 SPSS widow version 19.0을 이용하였고 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

대상자의 일반적 특성과 의학적 특성은 [표 1]과 같다. 뇌졸중을 가지고 있는 23명의 대상자가 연구에 참여 하였는데, 남자가 19명(83%), 여자가 4명(17%)이었다. 남자의 평균 연령 51.16세이었고, 여자의 평균 연령 56.75세이었다. 진단명에 따른 분류로는 뇌출혈 9명(39.1%), 뇌경색 14명(60.9%)이었으며, 좌측 편마비 10명(43.5%), 우측 편마비 13명(57.5%)이었다.

2. 검사-재검사 신뢰도

Space balance 3D와 TMT를 이용하여 검사-재검사 신뢰도를 알아보기 위한 급간내 상관계수는 [표 2]와 같다.

Space balance 3D의 정적균형 평가에서 급간내 상관계수는 눈을 뜬 조건 ICC=0.791, 눈을 감은 조건 ICC=0.721, 화면이 차단된 조건 ICC=0.771로 세가지 조건 모두 중등도의 상관계수를 보였다. 동적균형 평가에서 급간내 상관계수는 방향에 따라 좌측 ICC=0.720, 후좌측 ICC=0.776, 후방 ICC=0.766, 후우측 ICC=0.468, 우측 ICC=0.657, 전우측 ICC=0.491, 전방 ICC=0.402, 전좌측 ICC=0.421을 보이며 좌측, 후좌측, 후방, 우측 방향에서는 중등도의 상관계수를 보였으나 나머지 방향은 낮은 상관계수를 보였다.

TMT의 균형 평가에서 급간내 상관계수는 균형 영역 ICC=0.970, 보행 영역 ICC=0.955, 합계 ICC=0.977과 버그균형척도는 ICC=0.981을 보이며 모두 높은 상관계수를 보였다.

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

변수		남자	여자	합계
나이(세)		51.16±7.23	56.75±10.45	52.13±8.76
뇌졸중 종류(명/%)	뇌출혈	7/77.8	2/22.2	9/39.1
	뇌경색	12/85.7	2/14.3	14/60.9
마비 부위(명/%)	왼쪽마비	9/90.0	1/10.0	10/43.5
	오른쪽마비	10/76.9	3/23.1	13/56.5

표 2. 검사-재검사 신뢰도

변수		평가	재평가	ICC
동적균형(각도)	좌측 방향	8.739±6.910	9.739±6.217	.720
	후좌측 방향	6.652±5.741	7.348±5.702	.776
	후측 방향	8.435±5.727	8.174±4.745	.766
	후우측 방향	6.130±6.145	9.304±6.819	.468
	우측 방향	9.957±7.030	9.609±6.148	.657
	전우측 방향	11.217±6.915	11.826±8.552	.491
	전측 방향	10.217±6.216	12.435±7.229	.402
	전좌측 방향	9.174±5.105	9.043±6.500	.421
정적균형(BPR)	눈 뜬 조건	78.740±15.728	84.609±13.617	.791
	눈 감은 조건	80.652±15.464	76.043±13.251	.721
	화면 차단된 조건	79.260±19.276	72.348±19.525	.771
TMT	균형	13.261±3.208	13.304±2.619	.970
	보행	9.478±2.150	9.044±2.205	.955
	합계	22.696±5.287	22.261±4.721	.977
BBS		13.261±3.208	13.304±2.619	.981

급간내 상관계수(intra-class correlation coefficient: ICC), TMT (tinetti mobility test), BPR (balance posture ratio), BBS (berg balance scale)

표 3. 검사도구간 동시타당도

변수	동적균형(방향)								정적균형(조건)			BBS	
	좌측	후좌측	후방	후우측	우측	전우측	전방	전좌측	눈 뜬	눈 감은	화면 차단된		
TMT	균형	.401	.408*	.077	.336	.271	.115	.111	.582**	.696**	.573**	.692**	0.824**
	보행	.345	.425*	.060	.328	.229	.084	.081	.531**	.690**	.573**	.652**	0.801**
	합계	.388	.422*	.074	.336	.251	.089	.079	.558**	.712**	.575**	.693**	0.821**
BBS	.345	.402*	.143	.356	.213	.176	.105	.523**	.707**	.555**	.674**	1	

피어슨 상관계수(pearson correlation coefficient), TMT (tinetti mobility test), BBS (berg balance scale), ** p<.01, *p<.05

3. 검사도구간 동시타당도

Space balance 3D를 이용한 균형 평가, TMT, 버그 균형척도간의 동시타당도 결과는 [표 3]과 같다.

Space balance 3D의 정적균형 점수와 TMT의 균형 영역 점수간의 상관계수는 눈을 감은 조건은 r=0.573, 눈을 뜬 조건은 r=0.696, 화면이 차단된 조건은 r=0.692로 유의한(p<.01) 양의 상관관계를 보였고 TMT의 보행 영역 점수간의 상관계수는 눈을 감은 조건에서는 r=0.573, 눈을 뜬 조건은 r=0.690, 화면이 차단된 조건은 r=0.652로 유의한(p<.01) 양의 상관관계를 보였다. 또한

TMT의 합계 점수간의 상관계수는 눈을 감은 조건에서는 r=0.575, 눈을 뜬 조건은 r=0.712, 화면이 차단된 조건은 r=0.693로 유의한(p<.01) 양의 상관관계를 보였다. 그리고 space balance 3D의 정적균형 점수와 버그 균형척도 점수간의 상관계수는 눈을 감은 조건은 r=0.555, 눈을 뜬 조건은 r=0.707, 화면이 차단된 조건은 r=0.674로 유의한(p<.01) 양의 상관관계를 보였다.

Space balance 3D의 동적균형 중 전좌측 방향 점수와의 상관계수는 TMT 점수의 균형 영역 r=0.582, 보행 영역 r=0.531, 합계 r=0.558, 버그균형척도는 r=0.523을

보이며 모두 유의한($p < .01$) 양의 상관관계를 보였고 후 좌측 방향 점수와의 상관관계는 TMT 점수의 균형 영역 $r = 0.408$, 보행 영역 $r = 0.425$, 합계 $r = 0.422$, 버그균형척도는 $r = 0.402$ 를 보이며 모두 유의한($p < .05$) 양의 상관관계를 보였다. 그러나 동적균형의 나머지 6가지 방향, TMT의 세가지 점수와 버그균형척도 점수간에는 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

버그균형척도 점수와 TMT 점수간의 상관관계수는 균형 영역 $r = 0.824$, 보행 영역 $r = 0.801$, 합계 $r = 0.821$ 을 보이며 모두 유의한($p < .01$) 양의 상관관계를 보였다.

IV. 고찰

뇌졸중은 발병 후에 생존자의 90%에서 후유장애를 일으키는 대표적인 성인질환 중 하나이다[18]. 따라서 임상에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 발병 후 발생한 장애의 정도를 경감시키거나 완화시켜서, 일상생활 동작을 독립적으로 수행하고 기능적인 활동을 수행함으로써 손상 이전의 사회 환경으로 환원되는 것이 가장 궁극적인 목표이다[19]. 그러므로 뇌졸중 환자의 장애를 악화시키는 위험요인을 미리 예견하고 그 위험요인을 제거할 수 있는 치료적 접근법이 무엇보다도 중요하고 적절한 검사 도구를 이용하여 치료결과를 평가하여 효과적인 재활 프로그램을 제공 할 수 있다[20].

본 연구는 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 컴퓨터화 피드백 균형 능력 측정 시스템인 space balance 3D와 기능적 검사의 일종인 TMT의 신뢰도 및 타당도가 높은 버그균형척도와 동시타당도를 분석하여 아급성 뇌졸중 환자의 균형을 평가하는데 적합하고 타당한지를 알아보려고 하였다.

본 연구는 space balance 3D의 정적균형 평가에서 세가지 조건 모두 중등도의 $ICC = 0.721 \sim 0.791$ 을 보였다. 동적균형 평가에서 좌측, 후좌측, 후방, 우측 방향에서는 중등도의 $ICC = 0.657 \sim 0.776$ 을 보였으나 나머지는 낮은 $ICC = 0.402 \sim 0.491$ 을 보였다. 그리고 TMT의 세가지 점수는 $ICC = 0.955 \sim 0.977$ 과 버그균형척도는 $ICC = 0.981$ 로 모두 높은 상관계수를 보였다.

뇌졸중으로 인한 만성 편마비 환자 20명을 대상으로 balance master system을 이용한 균형 평가에서 눈을 뜬 조건 $ICC = 0.56$, 눈을 감은 조건 $ICC = 0.63$, 목표물에 대한 시각적 피드백 조건 $ICC = 0.50$ 으로 전반적으로 중등도 이하의 신뢰도를 보였다[12]. 그리고 균형 평가와 되먹임 훈련치료를 동시에 할 수 있는 시스템인 chattecx balance system에서 인지과제가 없는 조건은 $ICC > 0.63$ 으로 모두 중등도 이상을 나타내었고 안정된 지면에서 인지과제가 부여된 조건은 $ICC = 0.48$, 동적인 지면에서 인지과제가 부여된 조건은 $ICC = 0.35$ 을 보였다[21]. 선행연구에서 전반적으로 신뢰도가 낮은 이유가 자세 흔들림 정도와 측정 자체의 신뢰도는 사용된 측정장비 및 대상자의 조건에 의하여 영향을 받기 때문이라고 하였다[12]. 그러나 본 연구의 정적균형 및 동적균형 평가 모두 자세를 고정하는 장치로 인해 다른 장비에 비해 높은 신뢰도를 보였을 것으로 생각된다.

파킨슨 환자를 대상으로 실시한 연구에서 TMT는 $ICC = 0.87$ 을 보였고[14], 노인을 대상으로 한 연구에서 TMT의 보행 영역은 $ICC = 0.95$, 파킨슨씨 질환의 환자를 대상으로 실시한 다른 연구에서 TMT 보행 영역은 $ICC = 0.80$ 을 보였다[14][22]. 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 실시한 연구에서 버그균형척도는 $ICC = 0.98$ 을 보였고[12], 다른 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서는 $ICC = 0.97$ 을 보였다[23]. 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 실시한 본 연구에서 TMT와 버그균형척도는 선행연구와 같이 높은 신뢰도를 보였다.

본 연구에서 TMT 세가지 점수와 space balance 3D 정적균형 점수의 눈을 감은 조건간에 유의한($p < .01$) 양의 낮은 상관성($r = 0.573 \sim 0.575$), TMT 세가지 점수와 space balance 3D 정적균형 점수의 눈을 뜬 조건간에 유의한($p < .01$) 양의 중등도 상관성($r = 0.690 \sim 0.712$), TMT 세가지 점수와 space balance 3D 정적균형 점수의 화면이 차단된 조건간에 유의한($p < .01$) 양의 중등도 상관성($r = 0.652 \sim 0.693$)을 보였고, space balance 3D의 정적균형 점수와 버그균형척도 점수간의 상관관계수는 눈을 감은 조건은 $r = 0.555$, 눈을 뜬 조건은 $r = 0.707$, 화면이 차단된 조건은 $r = 0.674$ 로 유의한($p < .01$) 양의 상관성을 보였다. 그러나 눈을 감은 조건은 눈을 뜬 조건과 화

면이 차단된 조건에 비해 낮은 상관성을 보였다.

Space balance 3D의 동적균형 중 전좌측 방향 점수와 TMT 세가지 점수($r=0.531\sim 0.582$), 버그균형척도 점수간($r=0.558$)에 각각의 상관계수는 모두 유의한($p<.01$) 양의 낮은 상관성을 보였고 후좌측 방향 점수와 TMT 세가지 점수($r=0.408\sim 0.425$), 버그균형척도($r=0.422$) 점수간에 각각의 상관계수도 모두 유의한($p<.05$) 양의 낮은 상관성을 보였다. 그러나 동적균형의 나머지 6가지 방향과 TMT의 세가지 점수, 버그균형척도간에는 유의한 상관성을 보이지 않았다. 또한, 버그균형척도 점수와 TMT 세가지 점수간에 상관계수($r=801\sim 824$)는 모두 유의한($p<.01$) 양의 높은 상관성을 보였다.

치매를 동반한 뇌수종(hydrocephalus)환자를 대상으로 TMT의 보행 영역과 보행 능력을 측정하는 functional ambulation performance scoring system (FAP)간에 유의한($p<.01$) 양의 상관관계($r=0.78$)를 보였고, TMT의 보행영역과 버그균형척도($r=0.77$)간에 유의한 양의 상관성을 이루며 보행 능력이 좋을수록 균형 능력이 증가하며 TMT의 보행 영역 사용은 뇌수종과 신경학적인 장애를 가진 초기 환자에게 치료에 대한 결과를 예측하고 보행의 기능적 변화를 알아보는데 적합하다고 하였다[24]. TMT 세가지 점수와 버그균형척도간의 모두 유의한 양의 높은 상관성을 보인 본 연구를 뒷받침 하였다.

만성 편마비 뇌졸중 환자를 대상으로 실시한 연구에서 smart balance master system(SBMS)과 버그균형척도와의 상관계수 $r=0.48\sim 0.72$ 로 양의 상관성을 보였다[24]. 그리고 다른 만성 편마비 뇌졸중 환자를 대상으로 버그균형척도와 SBMS의 동적균형 평가는 중등도($r=0.615$, $p<0.01$)의 유의한 상관관계를 보여주었으며, SBMS의 6가지 조건에서 눈 감고 지지면 동요 조건에서 유의한 상관성($r=0.358$)이 없었으며, 다른 5가지 조건과는 중등도의 유의한 상관성($r=0.534\sim 0.777$, $p<0.01$)을 보여주었다[3]. 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 다른 균형훈련 시스템인 force platform biofeedback을 이용하여 측정한 동적균형 평가와 버그균형척도간의 상관계수는 $r=-0.55\sim -0.61$ 로 중등도의

상관성을 보였다[26]. 그리고 COP-COM의 amplitude와 버그균형척도, TMT간의 상관성을 살펴본 연구에서 버그균형척도는 COP-COM amplitude의 전후 방향과 $r=-0.56$, 내외측 방향과 -0.53 으로 유의한 음의 상관성을 보였고 TMT도 COP-COM amplitude의 전후 방향과 $r=-0.58$, 내외측 방향과 $r=-0.57$ 로 유의한 음의 상관성을 보였다[27].

선행연구에 비해서 정적균형 평가는 고정 장치 때문에 더 높은 상관성을 보여 준 것으로 생각된다. 그러나 뇌졸중 환자는 균형 능력을 유지하기 위하여 시각에 대한 의존도가 높으며, TMT와 버그균형척도가 이런 부분을 적절히 평가하지 못하기 때문에 선행연구와 같이 정적균형 평가에서 눈을 감은 조건의 상관성이 다른 조건에 비해 낮은 상관성을 보여 준 것으로 생각된다. 그러나 동적균형 평가는 선행연구에 비해 상관성이 낮지는 않지만 정적균형 평가에 비해 신뢰도가 낮고 TMT와 버그균형척도와 동시타당도가 낮은 이유는 선행연구와 달리 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 실시하여 컨디션의 영향을 많이 받고 안전장치가 있음에도 기구 자체가 높은 위치에서 움직이므로 낙상 불안감, 움직임 시 다양한 동적균형 전략 사용의 혼란 및 기구의 안전장치에 의지해 버리는 등의 영향으로 생각된다.

버그균형척도는 정적균형과 동적균형을 모두 평가하는 도구이지만, 보행을 실시하는 동안 균형 능력을 평가하는 항목이 없다. 그러나 TMT는 균형 능력과 보행 영역으로 구분되어 보행 중에 균형 능력을 평가 할 수 있고 버그균형척도에 비해 더 높은 신뢰도와 타당도를 보였으며, space balance 3D는 고정 장치와 몸 전체의 기울기를 통해 동적 움직임을 평가하기 때문에 기존 균형 운동 능력 평가 장비 보다 신뢰도와 타당도가 높으며 좀 더 효과적으로 균형 능력을 평가 할 수 있을 것으로 보인다. 따라서 space balance 3D와 TMT를 이용한 균형 능력 평가는 아급성 뇌졸중 환자의 균형 능력을 평가하는데 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 보이나 space balance 3D의 동적 균형 평가는 선행연구에 비해 낮지 않은 신뢰도와 동시타당도를 보였지만 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 동적균형을 평가하는데는 한계점이 있었다.

V. 결론

Space balance 3D를 이용한 균형 능력 평가의 검사-재검사간 급간내 상관계수는 정적균형과 동적균형 모두 중등도의 신뢰도를 보였고 TMT와 BBS는 높은 신뢰도를 보였다. Space balance 3D는 TMT, 버그균형척도와의 동시타당도는 정적균형에서는 전반적으로 양호한 양의 상관성을 보인 반면, 동적균형에서는 후좌측과 전좌측 방향만 낮은 상관성을 보였고 나머지 방향에서는 유의한 상관성을 보이지 않았다.

따라서, space balance 3D와 TMT를 이용한 균형 능력 평가는 아급성 뇌졸중 환자의 균형 능력을 평가하는데 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 보이나 space balance 3D의 동적 균형 평가는 한계점이 있었다.

그러므로 균형 능력 평가를 위해 컴퓨터화 피드백 균형 능력 측정 시스템인 space Balance 3D나 보행과 균형 능력을 평가 할 수 있는 TMT 등과 같은 기능적 검사 도구를 함께 사용한다면, 뇌졸중 환자에서 한 가지 평가도구에 의존하는 것보다 검증력을 높게 할 수 있을 것으로 보인다. 그러나 본 연구는 제한점이 많은 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 실시하였고 대상자의 기능수준을 분류하지 않고 실험을 실시하였기 때문에 대상자의 기능수준 차이에 따른 영향을 배제하지 못했다. 향후 연구에서는 기능수준과 시기에 따른 균형 능력을 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] H. S. Park, M. J. Kang, and J. T. Huh, "Recent epidemiological trends of stroke," J. Korean Neurosurg Soc, Vol.43, No.1, pp.16-20, 2008.
- [2] I. G. van de Port, G. Kwakkel, I. van Wijk, and E. Lindeman E, "Susceptibility to deterioration of mobility long-term after stroke: A prospective cohort study," Stroke, Vol.37, No.1, pp.167-171, 2006.
- [3] 송창순, "만성 편마비 뇌졸중 환자의 버그균형척도(Berg Balance Sacle)와 Smart Balance Master System의 상관성," 한국산학기술학회논문지, 제12권, 제12호, pp.5741-5747, 2011.
- [4] J. Carr and R. Shepherd, *Neurological rehabilitation optimizing motor performance*, Butterworth-Heinemann, 1998.
- [5] 김지혜, 염주노, 유인태, 임재길, 황병용, "점증 부하 운동 시 정상인과 뇌졸중 환자의 심폐기능 및 에너지 대사 비교," 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제2호, pp.331-338, 2012.
- [6] C. B. de Oliveria and A. de Medeiros, "Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation," J Rehabil Res Dev, Vol.45, No.8, pp.1215-1226, 2008.
- [7] T. Brandt and M. Dieterich, "Vestibular syndromes in the rool plane : photographic diagnosis from brainstem to cortex," Ann Neurol, Vol.36, No.3, pp.337-347, 1994.
- [8] 원종임, 김기송, "뇌졸중 환자에 대한 기능적 보행 평가, 버그 균형척도, 일어나 걸어가기 검사의 동시 타당도," 한국전물물리치료학회지, 제18권, 제2호, pp.43-51, 2011.
- [9] K. Berg, S. L. Wood-Dauphinee, and J. T. Willimans, "Measuring balance in the elderly: validation of an instrument," Can J Public Health, Vol.83, pp.S9-S11, 1987.
- [10] P. W. Duncan, D. K. Weiner, J. Chandler, and S. Studenski, "Functional reach: a new clinical measure of balance," J Gerontol, Vol.45, No.6, pp.M192-197, 1990.
- [11] M. E. Tinetti, "Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients," J Am Geriatr Soc, Vol.34, No.2, pp.119-126, 1986.
- [12] R. A. Liston and B. J. Brouwer, "Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the balance mater," Arch Phys Med Rehabil, Vol.77, No.5, pp.425-430, 1996.

- [13] L. Blum and N. Korner-Bitensky, "Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review," *Phys Ther*, Vol.88, No.5, pp.559-566, 2008.
- [14] D. A. Kegelmeyer, A. D. Kloos, K. M. Thomas, and S. K. Kostyk, "Reliability and Validity of the Tinetti Mobility Test for Individuals With Parkinson Disease," *Phys Ther*, Vol.87, No.10, pp.1369-1378, 2007.
- [15] D. Lafond, H. Corriveau, R. Hebert, and F. Prince, "Intrassession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people," *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.85, No.6, pp.896-901, 2004.
- [16] E. Geldhof, G. Cardon, I. De Bourdeaudhuij, L. Danneels, P. Coorevits, G. Vanderstraeten, and D. De Clercq, "Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children," *Eur J Pediatr*, Vol.165, No.11, pp.779-786, 2006.
- [17] J. Richman, L. Makrides, and B. Prince, "Research methodology and applied statistics, Part 3: measurement procedures in research," *Physiother Can*, Vol.32, pp.253-237, 1980.
- [18] S. E. Lamb, L. Ferrucci, S. Volapto, L. P. Fried, and J. M. Guralnik, "Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke : the Women's Health and Aging Study," *Stroke*, Vol.34, No.2, pp.494-501, 2003.
- [19] F. B. Horack, "Clinical measurement of postural control in adults," *Phys Ther*, Vol.67, No.12, pp.1881-1885, 1987.
- [20] 양경희, 안승현, 박창식, 장용수, 조병모, 신영일, "Hemiplegic Motor Behavior Tests의 타당도와 신뢰도에 대한 연구," *대한작업치료학회지*, 제15권, 제2호, pp.55-65, 2007.
- [21] J. E. Condron and K. D. Hill, "Reliability and validity of a dual-task force platform assessment of balance performance: effect of age, balance impairment, and cognitive task," *J Am Geriatr Soc*, Vol.50, No.1, pp.157-162, 2002.
- [22] A. L. Behrman, K. E. Light, and G. M. Miller, "Sensitivity of the Tinetti Gait Assessment for detecting change in individuals with Parkinson's disease," *Clin Rehabil*, Vol.16, No.4, pp.399-405, 2002.
- [23] K. Berg, S. Wood-Dauphinee, and J. I. Williams, "The Balance Scale: Reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke," *Scand J Rehabil Med*, Vol.27, No.1, pp.27-36, 1995.
- [24] W. S. Shore, B. J. deLateur, K. V. Kuhlemeier, H. Imteyaz, G. Rose, and M. A. Williams, "A comparison of gait assessment method: Tinetti and GAITRite electronic walkway," *J Am Geriatr Soc*, Vol.53, No.11, pp.2044-2045, 2005.
- [25] 안승현, 이석민, "뇌졸중 환자에 대한 체간 조절과 균형 및 일상생활활동작 평가 도구의 비교 : PASS, TCT, BBS, FM-B, MBI," *대한작업치료학회지*, 제16권, 제4호, pp.34-44, 2008.
- [26] D. S. Nichols, "Balance Retraining After Stroke Using Force Platform Biofeedback," *Phys Ther*, Vol.77, No.5, pp.559-558, 1997.
- [27] H. Corriveau, R. Hebert, M. Raiche, and F. Prince, "Evaluation of Postural Stability in the Elderly With Stroke," *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.85, No.7, pp.1095-1101, 2004.

