

노인에서 임상적 균형평가 지수들의 유용성 : 힘판을 이용한 균형평가와의 상관관계

우영근* · 황수진** · 이우형***

*안동과학대학 물리치료과, **충주대학교 물리치료학과, ***평화신경외과 물리치료실

The Usefulness of Clinical Balance Tests in Elderly : Correlation of Balance Evaluation using by Forceplate

Young-Keun Woo, P.T., M.S.*, Su-Jin Hwang, PT., Ph.D.**,
Woo-Hyung Lee, PT., M.S.***

**Department of Physical Therapy, Andong Science College*

***Department of Physical Therapy, ChungJu National University*

****Department of Physical Therapy, Pyeonghwa Neurosurgery Hospital*

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study was to investigate the usefulness of clinical balance tests through the correlation of balance evaluation using by forceplate in elderly.

Methods : Thirty nine healthy elderly subjects (14 males, 25 females) participated in the study. The subjects were evaluated with clinical balance tests [(Berg balance scale (BBS), Functional reach test (FRT), Tinetti's performance oriented mobility assessment (POMA), and one leg standing (OLS)]. Static balance evaluation was assessed by using forceplate. Center of pressure (COP) parameters were obtained using it as total path distance, total sway area, X mean frequency and Y mean frequency for 20 seconds in the following conditions: (1) comfortable standing with eyes opened and closed, (2) uncomfortable standing with eyes opened and closed. After static balance evaluation tested, dynamic balance evaluation was assessed. COP parameters were error distance and area during sine curve trace. COP parameters were movement time, error distance, and maintained time in the circle during COP movement task.

Results : Clinical balance tests showed statistically significant correlation between static and dynamic balance evaluations. Among the clinical balance tests, the BBS, POMA, and OLS showed significant correlation with to assess the balance ability of elderly in clinical setting both evaluations.

Conclusion : Clinical balance tests can be recommended in clinical setting because of low costs and simplicity.

Key Words : Center of pressure, Clinical balance tests, Dynamic balance, Elderly, Static balance

I. 서 론

균형(balance)이란 기립자세의 목적을 달성하기 위해 환경에 대한 인식과 감각정보화의 구조화를 포함하는 복잡한 과정으로, 주어진 환경에서 체중 지지 기저면(base of support)위로 중력 중심(center of gravity)을 조절하기 위한 능력을 말한다(Umphred, 2001). 균형은 안정감(steadiness), 대칭성(symmetry), 동적 안정성(dynamic stability)의 능력을 갖추어야 하며, 이 중 안정감은 주어진 자세를 최소한의 동요로 유지하는 능력을 요구하고, 대칭성은 체중지지를 하는 요소 즉, 앉은 자세에서는 둔부, 선 자세에서는 다리에 동등하게 체중을 분포하는 것이 요구되며, 동적 안정감은 주어진 자세에서 균형 손실 없이 체중 이동 즉 움직이는 능력을 요구한다(Goldie 등, 1989).

이러한 자세 조절 능력은 노인에서 대부분 일상생활 활동의 성공적 수행을 위해 필수적이며, 나이가 증가함에 따라 감소된다고 알려져 있다(Cohen 등, 1993; Daubney와 Culham, 1999; Shulmann 등, 1987). Colledge 등(1994)은 나이가 증가함에 따라 자세 동요가 선형적으로 증가하나, 성별 간은 차이가 없음을 보고하였고, Lord 등(1991)은 노인을 대상으로 균형 능력을 측정할 결과 하지의 체감각계 기능 저하, 특히 고유수용성감각과 균형 유지 능력이 높은 상관성을 보이며, 시각계와 전정계는 균형 유지를 위한 보조적인 요인이라고 보고한 바 있다. 또한 나이가 증가함에 따라 하지 관절 운동 범위가 감소되고, 시각 기능이 감소되어 넘어짐의 위험도를 더욱 증가시키게 된다고 한다(Lord와 Menz, 2000; Ronsky 등, 1995). 노인에서 균형 안정성이 저하되면 넘어짐과 동반된 고관절 또는 손목 관절의 골절로 인하여 넘어짐에 대한 두려움이 증가하게 되어, 일상생활 활동 수행과 이동 할 때 많은 어려움을 겪게 된다(Hatch 등, 2003; Perrin 등, 1997; Redfern 등, 2001).

일반적으로 균형은 크게 2가지 도구로 분류된 평가

방법을 사용하는데, 힘판과 컴퓨터를 이용한 평가 도구는 연구 목적과 실험 목적으로 사용하고 기술적인 문제, 시간적 소요, 경제적인 문제를 동반하며, 임상적 평가는 연구 목적과 임상적 환경에서 사용하고, 간단히 적용할 수 있는 특징을 가지고 있다(Kornetti 등, 2004). 임상에서는 균형 평가 시 환자와 임상 평가자의 환경에 따라 평가 방법이 다양하게 존재하는데(Daubney와 Culham, 1999), 일반적으로 노인의 균형 능력을 측정하기 위해 Berg 등(1992)에 의한 Berg균형검사(Berg Balance Test), Duncan 등(1990)에 의한 기능적 도달 검사(Functional Reach Test) 등이 전통적으로 많이 사용되고 있다. 이들 검사 도구의 신뢰도는 선행 연구들에서 좋다고 보고되고 있으며(Daubney와 Culham, 1999), Brody(1999)는 임상에서 객관적이고 기능적인 측정 시 자주 사용할 수 있는 임상 균형 평가 지수로 Berg균형검사, 기능적 도달검사, Tinetti운동성검사(Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment: POMA) 등의 도구를 제시하였다. Mecagni 등(2000)은 Tinetti운동성검사의 보행 점수와 기능적 도달 검사가 균형에 영향을 줄 수 있는 하지의 관절 가동 범위와 높은 상관관계를 보여준다고 하였고, Daubney와 Culham(1999)은 발목관절의 배측굴근과 외반근이 Berg균형검사의 점수를 예측할 수 있다고 보고하였다. 하지만 이러한 과정에서 균형 평가 시 정량적인 평가가 반드시 동반되어야 하는데 그 방법으로서 공학적인 평가를 많이 사용한다. 이는 임상적 평가에 비해 흔들림의 정도를 정량화할 수 있고 객관적이라는 장점을 지니고 있기 때문이다. Drowatzky와 Zuccato(1967)는 정상인에서, Shumway-Cook 등(1988)과 Lehmann 등(1990)은 뇌기능장애 환자에서, Norre와 Forrez(1986)는 전정기능장애 환자에서 힘판을 이용한 자세 조절의 측정방법에 대한 신뢰도를 입증하였다.

따라서 본 연구는 현재 다양하게 존재하고 있는 노인의 임상균형평가도구 중, 정적 및 동적 균형을 복합적으로 평가할 수 있는 평가 도구를 알아 보기위하여

객관적으로 정량화된 압력 중심점(center of pressure: COP)을 이용함으로써 임상적 균형 평가 도구의 유용성을 알아보려고 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구대상자는 60세 이상 노인 39명(남자 14명, 여자 25명)으로 보조기나 보조도구의 도움 없이 독립적 보행이 가능한 노인을 대상으로 실시하였으며, 실험을 실시하기 전에 연구 목적과 방법에 대하여 대상자에게 충분히 설명한 후 자발적인 동의를 얻은 후 실시하였다. 모든 연구 대상자에 대하여 연령, 성별, 체중, 신장 및 한국판 간이 정신 상태 검사(Mini-Mental State Examination, Korean version: MMSE-K)를 조사한 후, Berg균형검사, 기능적 도달검사(전방 및 왼쪽, 오른쪽), Tinetti운동성검사 및 한발서기(One Leg Standing: OLS)를 검사하였다. 병력 조사 시 어지럼증, 당뇨병, 만성 발목관절 염좌 및 하지의 퇴행성관절염이 있거나

최근 3개월 간 하지부에 재활치료를 받은 경우 및 균형 유지에 영향을 주는 약물을 복용하는 노인은 제외하였다(표 1).

2. 연구 방법

1) 임상적 균형 평가 지수

(1) Berg균형검사: Berg균형검사는 14개의 항목으로 앉기, 서기, 자세 변화 3개의 영역을 최소 0점에서 최고 4점을 적용하여 총 56점이 만점이다. 14개의 항목으로는 앉아서 일어서기, 지지 없이 서있기, 지지 없이 앉아 있기, 일어선 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동하기, 눈 감고 서있기, 발 모아 서있기, 앞으로 손 뻗기, 물건 집어 들기, 뒤 돌아 보기(왼쪽, 오른쪽), 360° 돌기, 한 발 교대로 발판에 올려놓기(각각 4번씩), 한 발을 앞에 붙여 놓고 서기, 한 발로 서기로 구성되어 있다. Berg균형검사는 측정자내 신뢰도와 측정자간 신뢰도가 각각 $r=.97$, $r=.99$ 로서 균형 능력을 평가하는데 높은 신뢰도와 내적타당도를 가지고 있다(Berg 등, 1995).

(2) 기능적 도달 검사: 이 검사는 자발적인 인체중심 이동을 평가하는 것으로 임상에서 노인을 대상으로 간편하고 빠르게 기능적 동적 균형 검사를 시행할 수 있는 평가 도구이다. 대상자는 두 발은 어깨 넓이로 벌린 상태에서 벽 옆에 선 후 주먹을 쥐고 어깨 관절을 90° 굴곡한 후 대상자는 벽을 따라 최대한 균형을 잃지 않고 전방으로 체간을 숙이며 검사하였다. 이때 도달거리를 3번 연속 측정하여 평균값을 대표값으로 사용하였다. 피험자는 체간을 회전하거나 무릎관절을 굴곡, 그리고 발을 내딛는 보상작용을 하지 않도록 사전에 교육하였으며, 왼쪽과 오른쪽 방향에서도 같은 방법으로 시행하였다. 기능적 도달검사는 높은 검사자간 신뢰도와 노인의 낙상에 대한 높은 예견도를 가지며, 외측 기능적 도달 검사에 관한 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)가 높게 보고되었으며($ICC = 0.94$), 내외측 인체중심이동과 관련이 있다(Shumway -Cook과 Woollacott, 2001).

(3) Tinetti운동성검사: Tinetti의 의해서 개발된 검사

표 1. General characteristics of subjects

	M±SD
Age(years)	74.6±7.4
Height(cm)	158.3±8.5
Weight(kg)	62.3±9.3
MMSE-K	28.5±1.5
BBS	53.5±3.9
FRT	27.2±7.0
FRT-L	20.9±7.2
FRT-R	23.5±7.4
Tinetti	27.6±1.1
OLS(sec)	9.6±7.8

M±SD: Mean±Standard Deviation

MMSE-K: Korean Mini-Mental State Examination

BBS: Berg balance scale

FRT: Functional reach test

FRT-L: Functional reach test-Left

FRT-R: Functional reach test-Right

Tinetti: Tinetti's performance oriented mobility assessment

OLS: One leg standing

도구로 노인의 낙상위험도 결정과 노인의 균형과 운동성 여부를 측정하는 도구로 3점 척도로 구성되어있다. 균형검사부분과 보행검사부분으로 구성되어 있으며, 균형검사부분은 16점, 보행검사부분은 12점으로 총 28점이 만점이다. 일반적으로 19점 이하의 경우 낙상의 위험도가 높은 것으로 예견되며, 19~24점은 중증도의 낙상 위험도를 가지며 측정자간 신뢰도가 좋다(Tinetti와 Ginter, 1988).

(4) 한발서기: 균형 능력을 빠르게 측정하는 도구로, 무릎관절 90° 굴곡한 후, 양팔은 가슴 높이에 위치한 후 초시계로 측정한다. 일반적으로 젊은 사람의 경우 30초 정도 동안 한 발 서기가 가능하다(Umphred, 2001).

2) 힘판의 압력 중심점을 이용한 균형 평가

(1) 정적 균형 평가

정적 균형 평가는 안정 기립위(comfortable standing) 또는 불안정 기립위(narrow stance)로 서있되 각 자세에서 눈을 뜬 상태 또는 눈을 감은 상태로 검사를 시행하였다. 과제 수행 시 힘판을 이용한 인체중심 측정은 대상자가 힘판 위에 선 후 제시된 조건에서 20초간 실시하였다. 피험자는 기립자세로 양 손은 각각의 반대 팔꿈치관절 부위를 잡고, 선 자세를 유지하도록 한 후 체중심의 변화 상태를 기록하였다. 연구 대상자의 정적 균형능력 측정의 구체적 조건은 다음과 같았다. 첫째, 눈을 뜨고 양발을 벌린 자세(발 사이 거리 20 cm)에서 압력 중심점의 움직임을 측정하였다. 둘째, 눈을 감고 양발을 벌린 자세에서 압력 중심점의 움직임을 측정하였다. 셋째, 눈을 뜨고 두발을 붙인 자세에서 압력 중심점의 움직임을 측정하였다. 넷째, 눈을 감고 두발을 붙인 자세에서 압력 중심점의 움직임을 측정하였다. 힘판을 이용한 균형유지 시 인체중심을 측정하기 위한 변수(parameter)는 다음과 같았다.

- ① 정지 총 거리: 각 좌표간의 변화에 따른 위치 변화의 총 누적 이동거리로 처음 시작점서부터 마지막 끝점 까지 이동한 거리로서 다음의 수식을 통해 값을 얻었다.

$$\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} = \text{총 이동거리}$$

(X:좌우 이동의 좌표값, Y:상하 이동의 좌표값)

- ② 정지 총 면적: 각 좌표간의 변화에 따른 위치 변화의 총 누적 면적으로 정지 총거리의 변환된 면적값을 의미한다.
 ③ X좌표 평균주파수: X좌표와 Y좌표 중 X좌표만을 선택하여 전 영역을 Fourier Transform한 후 주파수의 평균값을 의미한다.

$$\text{평균주파수} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} X_i$$

- ④ Y좌표 평균주파수: X좌표 평균 주파수와 동일한 방법으로 산출하였다.

(2) 동적 균형 평가

Sine 곡선 추적 평가와 동적 압력 중심점 이동 평가로, Sine 곡선 추적 평가는 모니터에 제시된 움직이는 Sine 곡선을 따라 환자자신의 압력중심점을 좌우로 이동시키도록 하였을 때 압력중심점이 곡선을 벗어난 정도를 오차거리와 오차면적으로 측정하였다. 동적압력중심점 이동 평가는 전방, 후방, 좌측, 우측, 전-좌측, 전-우측, 후-좌측, 후-우측에 제시되는 원을 향하여 압력 중심점을 이동하도록 하였을 때 도달시간(movement time), 오차거리(error distance), 원안에 머문 시간 등을 평가하였다.

3. 분석 방법

연구대상자의 일반적인 특성은 기술 통계를 이용하였으며, 임상적 균형 평가 지수간의 상관관계와 균형 평가 간의 상관관계는 스피어맨 상관계수(Spearman's correlation)를 사용하였다. 통계학적 유의수준 α 는 0.05로 하였다. 통계 분석은 윈도우용 SPSS version 11.5를 이용하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 균형 평가 결과

연구대상자의 균형 평가는 정적 균형 평가에서 정지 총거리, 정지 총면적, X좌표 평균주파수와 Y좌표 평균

표 2. Static balance evaluation of subjects

Condition	SBE	CS(M±SD)	NS(M±SD)
Eyes open	Total path distance(mm)	9.46±3.44	15.18±7.02
	Total path area(mm ²)	47.32±17.19	75.93±35.08
	X mean frequency(Hz)	.41±.61	.79±.94
	Y mean frequency(Hz)	1.26±1.80	1.22±1.43
Eyes closed	Total path distance(mm)	12.56±6.44	21.36±11.30
	Total path area(mm ²)	62.86±32.24	106.84±56.54
	X mean frequency(Hz)	.54±.74	.95±1.09
	Y mean frequency(Hz)	1.45±1.94	2.18±3.31

SBE: Static balance evaluation

CS: Comfortable standing

NS: Narrow stance

표 3. Dynamic balance evaluation of subjects

Task	DBE	M±SD	Task	DBE	M±SD
Ant	MT(sec)	3.93±2.02	Ant-Lt	MT(sec)	4.64±1.83
	ED(mm)	3885.49±732.67		ED(mm)	39660.64±8931.86
	ST(sec)	10.75±4.45		ST(sec)	10.51±4.09
Post	MT(sec)	6.09±3.53	Ant-Rt	MT(sec)	4.95±2.32
	ED(mm)	35809.23±9505.66		ED(mm)	38142.95±8162.75
	ST(sec)	6.87±5.30		ST(sec)	10.97±3.91
Lt	MT(sec)	3.62±2.29	Post-Lt	MT(sec)	5.95±4.19
	ED(mm)	42986.29±9339.13		ED(mm)	39284.14±12280.80
	ST(sec)	11.27±3.83		ST(sec)	7.45±4.81
Rt	MT(sec)	3.69±1.75	Post-Rt	MT(sec)	5.45±3.10
	ED(mm)	41128.54±8535.31		ED(mm)	37255.52±10685.26
	ST(sec)	11.82±3.62		ST(sec)	8.12±4.47
SCT	ED(mm)	4567.61±2011.60			
	EA(mm ²)	91.31±40.21			

DBE: Dynamic balance evaluation

Ant: Anterior, Post: Posterior, Lt: Left, Rt: Right, SCT: Sine curve trace

MT: Movement time, ED: Error distance, ST: stay time, EA: Error area

주파수를 측정하였다(표 2). 그리고 동적 균형 평가는 Sine 곡선 추적 시 오차거리와 오차면적을 측정하였으며, 동적 압력중심점 이동 시 도달시간, 오차거리와 머문 시간을 측정하였다(표 3).

2. 임상 균형 평가 지수 간의 상관관계

연구대상자의 임상 균형 평가 지수 간의 상관관계를

분석한 결과, Berg균형검사는 기능적 전방 도달 검사($r=.49$), 기능적 왼쪽 도달 검사($r=.37$), 기능적 오른쪽 도달 검사($r=.34$), Tinetti 운동성 검사($r=.51$)와 한 발 서기($r=.81$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었고, 기능적 전방 도달 검사는 기능적 왼쪽 도달 검사($r=.45$), 기능적 오른쪽 도달 검사($r=.65$), Tinetti 운동성 검사($r=.40$)와 한 발 서기($r=.41$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 기능적 왼쪽 도달 검사

표 4. Correlation of between clinical balance evaluation index

	MMSE-K	BBS	FRT	FRT-L	FRT-R	Tinetti
MMSE-K						
BBS	-.08					
FRT	-.04	.49*				
FRT-L	-.02	.37*	.45*			
FRT-R	-.16	.34*	.65*	.83*		
Tinetti	.16	.51*	.40*	.05	.19	
OLS	-.16	.81*	.41*	.41*	.31	.54*

*p<.05

는 기능적 오른쪽 도달 검사($r=.83$)와 한 발 서기($r=.41$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여 주었으며, 기능적 오른쪽 도달 검사는 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. 그리고 Tinetti 운동성 검사는 한 발 서기($r=0.54$)와 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다($p<.05$)(표 4).

3. 임상 균형 평가 지수와 정적 균형 평가 간의 상관관계

연구대상자의 임상 균형 평가 지수와 힘판을 이용한 정적 균형 평가 간의 상관관계를 분석한 결과, Berg 균형검사는 안정 기립위 시 눈 감은 상태의 정지 총거리와 정지 총면적($r=-.43$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었으며, 불안정 기립위 시 눈 뜬 상태의 정지 총거리와 정지 총면적($r=-.34$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 기능적 전방 도달 검사는 불안정 기립위 시 눈 감은 상태의 X좌표 평균주파수($r=-.35$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었으며, 기능적 왼쪽 도달 검사와 기능적 오른쪽 도달 검

표 5. Correlation of between clinical balance evaluation index and static balance evaluation

Condition	Parameter	MMSE-K	BBS	FRT	FRT-L	FRT-R	Tinetti	OLS	
CS	Total path distance	.09	-.31	-.04	.05	.07	-.27	-.43*	
	Eyes open	Total path area	.09	-.30	-.04	.04	.07	-.26	-.43*
		X mean frequency	.03	.04	-.15	-.02	-.11	-.18	-.04
		Y mean frequency	-.07	-.23	-.23	.05	-.14	-.35*	-.09
	Eyes closed	Total path distance	.05	-.43*	-.28	-.02	-.04	-.40*	-.53*
		Total path area	.05	-.43*	-.29	-.02	-.04	-.40*	-.53*
X mean frequency		-.04	-.06	-.23	-.03	-.11	-.21	-.05	
NS	Eyes open	Y mean frequency	-.09	-.18	-.21	.13	-.06	-.26	-.14
		Total path distance	.00	-.34*	-.11	-.12	.03	-.33*	-.49*
		Total path area	.00	-.34*	-.11	-.12	.03	-.33*	-.49*
	Eyes closed	X mean frequency	-.10	-.07	-.20	.05	-.08	-.40*	-.09
		Y mean frequency	-.06	-.27	.02	-.06	-.06	-.27	-.16
		Total path distance	.05	-.13	.06	.17	.25	-.26	-.31
Eyes closed	Total path area	.05	-.13	.05	.16	.24	-.27	-.32*	
	X mean frequency	.05	-.29	-.35*	-.08	-.32	-.49*	-.22	
	Y mean frequency	-.09	-.07	.05	.23	.17	-.21	-.02	

*p<.05

사에서는 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주지 않았다. Tinetti 운동성 검사는 안정 기립위 시 눈 뜬 상태의 Y좌표 평균주파수($r=-.35$), 눈 감은 상태의 정지 총거리와 정지 총면적($r=-.40$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었으며, 불안정 기립위 시 눈 뜬 상태의 정지 총거리와 정지 총면적($r=-.33$), X좌표 평균주파수($r=-.40$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었고, 눈 감은 상태의 X좌표 평균 주파수($r=-.49$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 그리고 한 발 서기는 안정 기립위 시 눈 뜬 상태의 정지 총거리($r=-.43$)와 정지 총면적($r=-.43$), 눈 감은 상태

의 정지 총거리($r=-.53$)와 정지 총면적($r=-.53$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었고, 불안정 기립위 시 눈 뜬 상태의 정지 총거리와 정지 총면적($r=-.49$)은 눈 감은 상태의 정지 총면적($r=-.32$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다($p<.05$)(표 5).

4. 임상 균형 평가 지수와 동적 균형 평가 간의 상관관계

임상 균형 평가 지수와 동적 균형 평가 간의 상관관계를 분석한 결과, 한국판 간이 정신 상태 검사는 후-

표 6. Correlation of between clinical balance evaluation index and dynamic balance evaluation

Task	Parameter	MMSE-K	BBS	FRT	FRT-L	FRT-R	Tinetti	OLS
SCT	ED	.09	-.34*	-.30	-.18	-.25	-.35*	-.42*
	EA	.09	-.34*	-.30	-.18	-.25	-.35*	-.42*
Ant	MT	.15	-.24	-.30	.07	-.09	-.25	-.30
	ED	-.03	.21	.15	.12	.11	.19	.49*
	ST	-.07	.50*	.52*	.16	.30	.41*	.49*
Post	MT	-.05	-.25	-.16	-.27	-.12	-.07	-.22
	ED	-.06	-.25	-.05	-.16	-.07	-.11	-.31
	ST	.09	.58*	.50*	.29	.26	.47*	.54*
Lt	MT	-.18	.27	.15	.06	.08	.07	.33*
	ED	.14	-.60*	-.49*	-.16	-.30	-.33*	-.50*
	ST	.10	.31	.42*	.12	.17	.28	.28
Rt	MT	-.11	.21	.18	-.15	-.11	.12	.14
	ED	.06	-.17	-.01	.19	.24	.03	-.05
	ST	-.16	.45*	.14	.05	.12	.39*	.42*
Ant-Lt	MT	-.25	-.23	-.04	-.02	.12	-.45*	-.20
	ED	.01	-.36*	-.26	-.23	-.20	-.02	-.26
	ST	.02	.50*	.49*	.14	.15	.55*	.47*
Ant-Rt	MT	-.15	-.08	-.09	-.18	-.02	-.17	-.20
	ED	-.09	-.33*	-.34*	-.28	-.22	-.12	-.15
	ST	-.07	.51*	.48*	.42*	.33*	.42*	.56*
Post-Lt	MT	-.41*	.14	.07	.01	.13	.07	.11
	ED	-.09	-.28	-.22	-.19	-.19	-.07	-.27
	ST	.08	.34*	.47*	.41*	.34*	.34*	.49*
Post-Rt	MT	-.32*	.15	.10	.24	.30	.04	-.02
	ED	.17	-.06	.03	-.05	-.09	-.08	-.16
	ST	.06	.42*	.36*	.39*	.35*	.52*	.54*

* $p<.05$

좌측 도달시간($r=-.41$)과 후-우측 도달시간($r=-.32$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었고, Berg균형검사는 Sine 곡선 추적의 오차거리와 오차면적($r=-.34$), 전방 머문시간($r=.50$), 후방 머문시간($r=.50$), 좌측 오차거리($r=-.60$), 우측 머문시간($r=.45$), 전-좌측 오차거리($r=-.36$)와 머문시간($r=.50$), 전-우측 오차거리($r=-.33$)와 머문시간($r=.51$), 후-좌측 머문시간($r=.34$)과 후-우측 머문시간($r=.42$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 기능적 전방 도달 검사는 전방 머문시간($r=.52$), 후방 머문시간($r=.50$), 좌측 오차거리($r=-.49$)와 머문시간($r=.42$), 전-좌측 머문시간($r=.49$), 전-우측 오차거리($r=-.34$)와 머문시간($r=.48$), 후-좌측 머문시간($r=.47$)과 후-우측 머문시간($r=.36$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었고, 기능적 왼쪽 도달 검사는 전-우측($r=.42$), 후-좌측($r=.41$)과 후-우측($r=.39$)의 머문시간에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 그리고 기능적 오른쪽 도달 검사도 전-우측($r=.33$), 후-좌측($r=.34$)과 후-우측($r=.35$)의 머문시간에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. Tinetti 운동성 검사는 Sine 곡선 추적의 오차거리와 오차면적($r=-.35$), 전방($r=.41$)과 후방($r=.47$)의 머문시간, 좌측 오차거리($r=-.33$), 우측 머문시간($r=.39$), 전-좌측 도달시간($r=-.45$)과 머문시간($r=.55$), 전-우측의 머문시간($r=.42$), 후-좌측($r=.34$)과 후-우측($r=.52$)의 머문시간에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었으며, 한 발 서기는 Sine 곡선 추적의 오차거리와 오차면적($r=-.42$), 전방 오차거리($r=.49$)와 머문시간($r=.49$), 후방 머문시간($r=.54$), 좌측의 도달시간(오차거리($r=-.50$), 우측 머문시간($r=.42$), 전-좌측($r=.47$)과 전-우측($r=.56$)의 머문시간, 그리고 후-좌측($r=.49$)과 후-우측($r=.54$)에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다($p<.05$) (표 6).

IV. 고 찰

자세 조절 시 갑작스러운 미끄러짐이나 넘어짐과 같은 상황이 발생 시 노인은 대처하는 반응시간이 길어짐으로서 문제가 발생되며, 이러한 현상은 노인뿐만 아니

라 질병이나 사고로 평형감각에 문제가 있는 환자들에게서도 발생된다(Tossavainen 등, 2003).

임상적 균형 평가 시 기능적인 면과 손상측 면을 동시에 포함하는 통합적인 평가는 힘들며, 자세 조절의 복잡한 요인으로 인하여 단일 측정으로 균형의 모든 면을 검사하기는 힘들다. 이러한 균형 평가는 정적 균형(quiet standing), 능동적 서기(active standing), 감각 조작화 검사(sensory manipulation), 기능적 척도(functional scales)와 복합적 검사(combination test) 부분으로 평가할 수 있다(Umphred, 2001). 본 연구에서 사용한 Berg균형검사와 Tinetti 운동성검사는 기능적 척도 부분에 속하며, 기능적 도달검사는 능동적 서기, 그리고 한발서기는 정적 균형에 포함되는 부분이다. 따라서 본 연구에서는 노인을 대상으로 임상적으로 많이 사용되고 있는 임상적 균형평가지수를 압력중심점을 이용하여 정량화된 균형능력 정도와의 상관성을 분석하여 임상적 균형평가지수의 효용가치를 알아보고자 하였다.

본 연구에서 Berg균형검사와 기능적 전방도달검사는 본 연구에서 측정한 모든 임상적 균형 평가지수와 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 기능적 왼쪽도달검사, 기능적 오른쪽도달검사와 한발서기에서도 다른 임상적 균형평가지수와 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 Berg균형검사 검사 항목에 기능적 도달검사, 한발서기 항목이 포함되어 있으며, Tinetti 운동성검사 부분에서 균형 부분의 하위 항목이 중복되는 영향을 받았다고 생각된다.

본 연구에서 정적균형평가측정 조건으로 눈 뜬 상태와 눈 감은 상태, 안정 기립위와 불안정 기립위 시 정적 균형 평가를 실시하였다. 본 연구에서 기능적 척도인 Berg균형검사와 Tinetti 운동성검사, 정적 균형 평가에 포함되는 한발서기가 힘판을 이용한 정적 균형 평가와 많은 부분에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 특히, 안정 기립위 시 눈 뜬 상태와 불안정 기립위 시 눈 감은 상태보다도 안정 기립위 시 눈 감은 상태와 불안정 기립위 시 눈 뜬 상태에서 좀 더 많은 상관관계를 보여주었다. 이러한 것은 균형평가에 영향을 주는 시각과 고유수용감각을 동시에 혼동을 주거나 그렇지 않은 경우보다도 한가지의 감각 자극 조건이 임

상적 균형평가지수와 상관성이 있었다. 또한 한 발 서기의 경우 네 가지 모든 조건에서 상관성을 보여주었으며, 이는 한 발 서기가 Umphred(2001) 분류 부분 중 정적 균형 평가 부분에 속하기 때문이라고 생각된다.

Geiger 등(2001)은 동적 안정성은 안정성 한계 안에서 움직임과 관련 된 것으로 대부분 전후 또는 좌우면에 대한 체중이동 또는 컴퓨터 화면에 보이는 목표물에 대한 체중 이동이 요구 되는 활동으로 측정할 수 있다고 하였다. 본 연구에서 동적 균형 평가로 사용한 압력 중심점 이동은 선행 연구에서 제시한 부분을 반영할 수 있었으며, Sine 곡선 추적 또한 좌우 체중이동 정도를 반영할 수 있다고 생각된다. 정상적인 안정성의 한계는 이론적으로 다리를 중심으로 원뿔(cone)모양으로 형성 되는데 최대 각도는 앞쪽으로 6~8°, 뒤쪽으로 4°, 외측으로 8°로 보고되고 있으며(Baker와 Harvey, 1985; Hamman 등, 1992; Liston과 Brouwer, 1996; Nichols, 1997), 본 연구에서 사용한 동적 인체중심 이동 평가는 안정성 한계를 측정하는 것과 유사하였다. 하지만, 각도는 측정되지 않았다. 또한 본 연구에서 동적 균형 평가로 주어진 과제에서 측정된 변수로 도달시간, 오차거리와 머문시간을 사용하였으며, 이는 Moore와 Woollacott (1993)가 동적 안정성 한계 측정 시 제시한 이동시간, 동요거리와 오차거리와 유사한 변수라고 생각된다. 본 연구에서는 Berg균형검사, 기능적 전방도달검사, Tinetti운동성검사와 한발서기가 대부분의 동적균형평가의 머문시간과 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었으며, 후-좌측과 후-우측의 도달시간은 MMSE -K와도 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 또한 기능적 왼쪽도달검사와 기능적 오른쪽도달검사의 경우 전-우측, 후-좌측과 후-우측의 머문시간에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다.

본 연구에서 사용한 임상균형평가지수 중 Berg균형검사, Tinetti운동성검사와 한발서기는 정적균형평가 및 동적균형평가에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 김연희 등(2003)은 평균 Berg균형검사 점수가 41.8점인 뇌졸중 환자 35명 집단에서도 정적 균형의 정지 총거리 및 Sine 곡선 추적에서도 통계적으로 유의한 상관관계를 입증하였으며, Liston과 Brouwer(1996)

는 뇌졸중 환자에서 인체중심을 잘 이동하는 경우는 Berg균형검사와 같은 활동을 잘 수행한다고 하여, 서로의 상관성을 입증하였다. 또한 정한영 등(2001)은 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 검사장비인 EquiTest System®(NeuroCom, USA)과 Berg균형검사의 상관성을 분석하여 임상적 가치를 입증하였다. 본 연구에서 사용한 임상균형평가지수는 정적균형평가와 동적균형평가에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었으며, 이는 측정된 임상균형평가지수가 능동적 서기, 기능적 척도 부분으로 구성된 것이 영향을 줄 수 있었다고 생각된다. 특히 Berg균형검사의 경우 정적균형 및 동적균형 평가에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었으며, 한 발 서기의 경우 정적 균형 평가 부분으로 포함됨에도 불구하고 동적 균형 평가 부분에서 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내어, 추후 다양한 대상으로 한 정적 균형과 동적 균형 간의 상관관계의 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 노인을 대상으로 임상균형평가지수와 힘판을 이용한 균형평가간의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 임상균형평가지수는 정적균형평가와 동적균형평가에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었으며, 특히 동적균형평가에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 본 연구에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여준 임상균형평가 중 Berg균형검사는 노인에서 정적균형평가 및 동적균형평가를 비교적 간단히 측정할 수 있는 도구라고 생각되며, 추후 환자 집단에서 기능적인 부분을 포함한 다양한 연구가 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 김연희, 박지원, 정준용 등. 가상현실을 이용한 뇌졸중 환자의 균형 장애 평가와 임상평가 지수와 상관성 연구. 최신의학, 46(12); 54-64, 2003.
- 정한영, 김명옥, 광재룡. 뇌병변 환자의 Berg 척도와 동적자세측정기의 감각체제 검사 간 상관관계. 대한

- 재활의학회지, 25(3); 404-411, 2001.
- Baker SP, Harvey AH. Fall injuries in the elderly. *Clin Geriatr Med*, 1; 501-512, 1985.
- Berg K, Wood-Dauphinee SL, Williams JI. The balance scale: Reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med*, 27; 27-36, 1995.
- Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Can J Public Health*, 83(Suppl 2); S7-11, 1992.
- Brody LT. Balance impairment. In: Hall CM, Brody LT, eds. *Therapeutic Exercise*, 1st ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
- Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther*, 73; 346-354, 1993.
- Colledge NR, Cantley P, Peaston I, et al. Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontology*, 40; 273-278, 1994.
- Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther*, 79; 1177-1185, 1999.
- Drowatzky JN, Zuccato FC: Interrelationships between selected measures of static and dynamic balance. *Res Q*, 38; 509-510, 1967.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 45(6); M192-197, 1990.
- Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, et al. Balance and mobility following stroke: Effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/ forceplate training. *Phys Ther*, 81; 995-1005, 2001.
- Goldie PA, Bach TM, Evans OM. Force platform measures for evaluating postural control: Reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil*, 70; 510-517, 1989.
- Hamman RG, Mekjavic I, Mallinson AI, et al. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch Phys Med Rehabil*, 73; 738-744, 1992.
- Hatch J, Gill-Body KM, Portney LG. Determinants of balance confidence in community-dwelling elderly people. *Phys Ther*, 83; 1072-1079, 2003.
- Kornetti DL, Fritz SL, Chiu Y, et al. Rating scale analysis of the Berg Balance Scale. *Arch Phys Med Rehabil*, 85; 1128-1135, 2004.
- Lehmann JF, Boswell S, Price R, et al. Quantitative evaluation of sway as an indicator of functional balance in post-traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 71(12); 955-962, 1990.
- Liston RA, Brouwer BJ. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. *Arch Phys Med Rehabil*, 77; 425-430, 1996.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol*, 46; M69-M76, 1991.
- Lord SR, Menz HB. Visual contributions to postural stability in older adults. *Gerontology*, 46; 306-310, 2000.
- Mecagni C, Smith JP, Roberts KE, et al. Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: A correlational study. *Phys Ther*, 80; 1004-1011, 2000.
- Moore S, Woollacott MH. The use of biofeedback devices to improve postural stability. *Physical Therapy Practice*, 2; 1-19, 1993.
- Nichols DS. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Phys Ther*, 77; 553

- 558, 1997.
- Norre ME, Forrez G: Posture testing(posturography) in diagnosis of peripheral vestibular pathology. *Arch Otorhinolaryngol*, 243; 186-189, 1986.
- Perrin PP, Jeandel C, Perrin CA, et al. Influence of visual control, conduction and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults. *Gerontology*, 43; 223-231, 1997.
- Redfern MS, Jennings R, Martin C, et al. Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait Posture*, 14; 211-216, 2001.
- Ronsky JL, Nigg BM, Fisher V. Correlation between physical activity and the gait characteristics and ankle joint flexibility of the elderly. *Clin Biomech*, 10; 41-49, 1995.
- Shulmann DL, Goldfish E, Fisher AG. Effect of movement on dynamic equilibrium. *Phy Ther*, 67; 1054-1057, 1987.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 69(6); 395-400, 1988.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: Theory and Practical Applications*, 2nd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- Tinetti ME, Ginter SF. Identifying mobility dysfunction in elderly patients: Standard neuromuscular examination or direct assessment? *JAMA*, 259; 1190-1193, 1988.
- Tossavainen T, Juhola M, Pyykko I, et al. Development of virtual reality stimuli for force platform posturography. *Int J Med Inf*, 70(2-3); 277-283, 2003.
- Umphred DA. *Neurological Rehabilitation*, 4th ed. St. Louis, Mosby, 2001.
-