



정적직립자세에서 여성고령자의 COP와 BBS, SPPB, TUG와의 상관관계연구

Study of Correlation between BBS, SPPB, TUG and COP during Quiet Standing in Elderly Women

이경순(동주대학) · 강영택*(부산대학교)

Lee, Kyung-Soon(Dongju College) · Kang, Young-Teak*(Pusan National University)

국문요약

본 연구의 목적은 여성고령자의 균형과 관련된 평가항목 BBS(Berg balance scale), SPPB(short physical performance battery), TUG(timed up and go)를 측정하여 COP와의 상관관계를 알아보고자 하였다. 이를 위해 여성고령자 10명을 대상으로 신체기능검사와 정적직립자세 동안 지면경사(평지, 내리막, 오르막경사)에 따른 COP 이동범위와 평균속도를 산출하였다. 여성고령자들의 COP 좌우와 전후 값 비교에서 평지와 내리막, 오르막 모두 전후 값이 유의하게 크게 나타났으며, 좌우와 전후 각 방향에서 지면경사에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다. 신체 기능 점수와 COP 상관관계에서 BBS와 SPPB 점수가 높을수록 COP 이동범위와 평균속도 값은 감소하였으며 TUG 값이 클수록 COP 값이 크게 나타나는 유의한 상관관계를 나타냈다. 고령자들에게 균형과 관련된 신체기능검사와 COP는 지면경사에 따라 유의한 상관관계를 가지므로 임상에서 치료사들은 고령자들의 균형평가 시 COP 변수뿐만 아니라 BBS, SPPB, TUG를 통한 균형평가 활용이 가능하다고 본다.

ABSTRACT

K. S. LEE, and Y. T. KANG, Study of Correlation between BBS, SPPB, TUG and COP during Quiet Standing in Elderly Women. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 3, pp. 529-538, 2009. The purpose of this study was to investigate correlation between BBS(Berg balance scale), SPPB(short physical performance battery), TUG(timed up and go) and COP(center of pressure) during quiet standing in elderly women. Ten elderly women aged 65 to 75 years participated in this study. Subjects were measured physical functional test and they were stood in quiet stance on force platform positioned in one of three different fixed positions(flat, downward, upward). The COP range and mean velocity data were calculated using an experimental setup with the ground reaction force system. COP range and mean velocity of AP direction showed significant more expanded than ML direction of all slope types. Physical performance scores were significant correlated between COP range and mean velocity according to surface slopes. After all elderly women get high score of physical performance that brought decreased on one's COP range and mean velocity. This study suggests that clinical therapist have application to COP parameters as well as BBS, SPPB, TUG of balance assessment in elderly women.

KEYWORDS : CENTER OF PRESSURE, BERG BALANCE SCALE, SPPB, TIMED UP AND GO

*Corresponding Author : 강영택

부산광역시 금정구 장전동 산 30 부산대학교 사범대학 체육교육과 운동역학실험실

Tel : 051-510-2710 / Fax : 051-515-1991

E-mail : mrkkey@naver.com

I. 서론

최근 우리나라 고령인구가 전체인구의 10%를 초과하였으며 노인장기요양보험의 시행으로 고령자에 대한 의료서비스가 확대되면서 낙상을 예방하고 기능적 독립을 유지하기 위한 고령자의 자세제어와 균형에 대한 관심이 높아지고 있다.

노화는 일차적 또는 이차적 요인에 상관없이 신경학적 노화를 보이며 특정한 신경구조와 기능이 제한된다고 볼 수 있으며, 고령자에게 기능장애는 개인의 특성과 특수한 환경 내에서 과제가 주어질 때 나타난다(Kim, Nussbaum & Madigan, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2001). 일반적으로 노화는 체력저하 및 전반적인 신체기능 저하를 불러오므로서 고령자들의 경우 고유수용성감각이 감소하고 근력이 약해지며 외부변화에 따른 반사 능력이 감소해 낙상위험이 증가된다(Gauchard, Gangloff, Jeanel & Perrin, 2003; Hatzitak, Amiridis & Arabatzi, 2005).

고령자의 낙상에 관련된 공통적인 위험요소는 근육 약화, 낙상경험, 보행문제, 불안정한 자세, 보조장치 사용, 평형성결핍, 시각결핍, 지각손상, 일상생활활동문제, 관절염, 80세 이상일 때 등으로 구분된다(American Geriatric Society, British Geriatric Society & American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2001).

고령자의 기능수행능력과 낙상예측지수로 이용하고 있는 신체기능검사로써는 BBS(Berg balance scale), SPPB(short physical performance battery), TUG(timed up and go)가 주로 사용되고 있다(조비룡, 2003; Bohannon, 2006; Brown & Sinacore, 2005; Guralnik, Simonsick & Ferrucci, 1994; Lusardi, Pellecchia & Schulman, 2004; Steffen, Hacker & Mollinger, 2002).

노화에 따라 가장 두드러진 기능은 신체기능 저하이며, 이러한 기능저하는 일상생활 활동에 중요한 영향을 미치므로 고령자들에게 기능적 독립생활을 유지하기 위한 체력관리가 중요하다(신경균, 2005; 조비룡, 2003). 그러므로 고령자 신체기능검사는 일상생활활동과 관련이 있거나 낙상예측이 가능한 평가가 포함되어야 한다(Brown & Sinacore, 2005; Lusardi et al., 2004).

균형은 신체중심을 조절하는 작용으로 안정성한계(limits of stability; LOS) 내에서 가능하며 정적 또는 동적균형으로 나눈다. 정적균형은 중력에 대한 항중력 자세를 취하는 것으로 정적상태 동안 기저면(base of support; BOS) 내에 무게중심(center of gravity; COG)이 위치하는 것을 말하며, 동적균형은 이동으로 인한 COG 동요에 자동적 자세반응전략을 포함한다(Pollock, Durward & Rowe, 2000; Shumway-Cook et al., 2001; Winter, 1995).

정적직립자세(quiet standing posture)는 서 있는 위치와 환경에서 정적상태를 유지하기 위한 자세제어를 수행하는 과정이며 이때 기저면 내에서 신체동요가 일어나 직립자세 유지에 영향을 미친다(Shumway-Cook et al., 2001; Winter, 1995).

정적직립자세는 일상생활에서 줄을 서거나, 에스컬레이터 또는 무빙워크를 탈 때 등 몇 초에서 십이 몇 분까지 고정된 자세를 유지하는 경우가 있다. 더구나 순간적인 동작변화가 어려운 고령자들에게 걷기, 방향 바꾸기, 계단 오르기 등과 같은 기능적 활동을 위한 준비단계로 직립자세 제어는 선행되어야 한다(Shumway-Cook et al., 2001). 더구나 지면경사에 따른 고령자들의 자세제어전략은 고유수용감각과 생체역학적 변화에 따라 속도를 조절하는 균형제어 메커니즘을 가지기 때문 고령자들은 경사면에서 직립자세 유지가 어려워 낙상과 같은 운동제어 문제를 일으킨다(Jacobs & Horak, 2007; Mezzarane & Kohn, 2007).

최근 정적직립자세에서 자세제어 연구는 압력중심(center of pressure; COP)과 질량중심(center of mass; COM)에 관한 역학적 분석이 많이 이루어지고 있다(Blaszczyk, 2008; Doyle, Ragan, Rajendran, Rosengren & Hsiao-Wecksler, 2008; Masani, et al., 2007). 정적직립자세에서 자세동요의 정량적 평가는 힘판(force platform)을 이용한 COP 데이터를 시간영역과 주파수 영역으로 구분하여 COP 이동범위, 평균속도, 면적, 주파수 등을 중심으로 연구가 이루어지고 있다(Brown, Polych & Doan, 2006; Hof, 2007; Lin, Seol, Nussbaum & Madigan, 2008). 또한 COP 동요에 대한 분석은 균형능력을 평가하는 중요한 변수로 임상적 예측에도 사용

되고 있다(Brown et al., 2006; Doyle, Hsiao-Weckler, Ragan & Rosengren, 2007; Lafond, Crriveau, Hebert & Prince, 2004a; Lin et al., 2008).

하지만 고령자 균형에 관한 연구는 낙상경험자, 뇌졸중, 파킨슨병과 같은 질환중심(Freitas, Wiczorek, Marchetti & Duarte, 2005; Termoz, Halliday, Winter, Frank, Patla & Prince, 2008)일 뿐만 아니라 같은 연령대에도 대상자 선정기준이 명확하지 않아 일관성 있는 결과를 나타내지 못하고 있다(Blaszczyk, 2008; Lafond, et al., 2004a; Prieto, Myklebust, Hoffmann, Lovett & Myklebust, 1996). 그러므로 고령자의 낙상을 예측할 수 있는 정형화된 모형을 만들기 어렵고(Hof, 2007; Masani et al., 2007; Shumway-Cook et al., 2001), 다양한 질환자나 고령자들의 균형훈련에 기준을 제시할 건 강한 고령자들의 균형능력에 대한 정량적 자료가 부족한 실정이다.

정적직립자세에서 정량적 균형평가는 환자들의 치료 계획에 중요한 기초정보로 활용할 수 있다(Lin et al., 2008). 하지만 환자치료 및 교육에 바쁜 임상에서 균형 평가를 위한 역학적 분석은 장비와 시·공간적, 역학적 지식을 요구하므로 임상에서 누구나 쉽게 이용하거나 환자들에게 바로 피드백을 주기엔 문제점을 가지고 있다. 그러므로 임상현장에서 누구나 간단한 방법을 통해 고령자의 균형능력을 평가 할 수 있는 평가도구의 필요성이 증가하고 있다. 본 연구의 목적은 시간적 공간적 제약을 받지 않는 BBS, SPPB와 TUG 평가를 통해 COP 변수와의 상관관계를 알아보고 이를 임상적 평가로 활용하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

노인대학 프로그램에 참여하고 있는 여성고령자 10명을 대상으로 임상적 범위 내에서 관절고유수용기에 영향을 미치는 발목관절, 무릎관절, 엉덩관절에 인공관절 경험이 없는 자, 낙상 과거력이 없고 노인성 어지럼

표 1. 여성고령자의 신체적 특징 (mean±SD)

항목	여성고령자(n=10)
나이(years)	68.78±3.29
신장(cm)	154.27±6.04
체중(kg)	56.39±5.83
발크기(cm)	22.61±1.02
발등굽힘 각도(°)	15.56±5.60
발바닥굽힘 각도(°)	36.22±6.45

(vertigo in the elderly)으로 약물을 복용하지 않는 고령자로 피험자 선별검사에 개인차를 최소화 하기위해일정 점수 이상 충족하는 자로 하였다. 각 피험자에게 연구 취지를 설명하고 실험참가 동의서를 받았으며 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 실험 절차

1) 고령자의 신체기능검사

균형에 관련된 고령자의 신체기능검사는 측정항목에 관한 사전교육을 철저히 받은 실험보조자 20명이 충분한 실습을 마친 후 측정하였다. 고령자 신체기능검사 항목은 BBS, SPPB, TUG로 실시하였으며 BBS 50점, SPPB 10점, K-MMSE 24점 이상 득점한 기능적, 도구적 일상생활에 문제가 없는 고령자 10명을 선별하여 운동 역학적 실험을 진행하였다.

(1) SPPB

SPPB는 하지기능을 평가하는 수행검사로 직립균형 검사, 보행속도, 의자에서 5회 반복 일어나기 3가지 항목으로 각 과제마다 수행불능 0점, 수행차이에 따라 1점에서 4점까지 점수를 부여해 각 과제당 4점씩 모두 성공했을 경우 12점 만점으로 한다.

SPPB는 하지기능의 객관적 평가로(신경균, 2005; 조 비룡, 2003) 장애 위험성과 연관(Guralnik et al., 1994)이 있으며 추적연구에서 SPPB 점수 차이가 기능저하와 장애를 예측할 수 있다(McDermitt et al., 2007; Ostir et al., 2007; Ralnik, Simonsick & Ferrucci, 1994).

(2) BBS

BBS는 일상생활에서 수행되는 14개의 기능적인 과제로 구성된 균형능력 평가도구로 측정자간 신뢰도가 높은($r=0.95$) 평가도구로(O'Sullivan & Schmitz, 2000) 측정이 쉽고 경제적이며 기능적 해석이 가능하다. 최소 0점에서 최고 4점을 적용하여 총 56점 만점으로 이루어진 평가도구이다

(3) TUG

TUG는 기본적인 동적균형 및 이동능력을 짧은 시간 동안 쉽게 측정할 수 있는 검사로 팔걸이가 있는 의자에 앉아 신호와 함께 일어서서 3 m 전방 목표물 주위를 될 수 있는 한 빨리 돌아와 다시 의자에 앉는 시간을 측정하는 방법이다(Bohannon, 2006; Lusardi et al., 2004). Podsiadlo와 Richardson(1991)는 TUG 검사는 측정자간 신뢰도($r=0.99$)가 매우 높아 고령자들의 균형 단독검사 항목으로 이용이 가능하다.

2) 실험장비 설치 및 장비조정

실험환경은 빛을 차단하고, 바닥재질은 진동을 최소화할 수 있는 콘크리트 바닥을 선택하였다. 무빙워크경사를 기준으로(기술표준원 고시, 2007) 설정한 지면경사는 평지(flat, 0°), 내리막(downward, -12°), 오르막(upward, $+12^\circ$)으로 오차를 최소화하기 위해 전문가에게 의뢰하여 경사판을 제작했다(그림 1). 경사판(100×200 cm) 위에 가로, 세로 508×464 mm인 힘판(AMTI OR6-7, Watertown, MA, US)을 철제앵글을 제작하여 고정시켰다.

GRF(ground reaction force) 데이터를 측정하기 전 힘판과 앰프(AMTI MSA-6 MiniAmp, Watertown, MA, US)에 전원을 1시간 이상 미리 예열시켜 전자적 드리프트(drift)를 최소화하였다. 힘판 위에 폭 10.5-12.5cm 범위의 T자형 틀을 제작하여 피험자 양발의 간격이 발길이의 50%를 유지하도록 했으며 준비자세가 끝나면 틀을 제거하였다. 평지, 내리막, 오르막, 순서로 시작에서 종료시점까지 120초 데이터 취득을 위해 130초 동안 진행하였으며(Lafond et al., 2004a; Poulain & Giraudet, 2008) 지면경사 방향에 따라 휴식시간은 5분으로 하여 피로감을 최소화시켰다.

대상자 자세가 다소 안정을 이루는 시점 신호에 따

라 자료처리를 위한 동조신호 LED를 구동시켜 시작과 끝을 정의하였다.

3) 지면반력 분석

KwonGRF 프로그램(비של, 경기도)을 이용하여 경사에 따른 압력중심점 좌표 COPx, COPy를 산출한 후 엑셀파일로 저장하였다. 힘판에 올라가 실험 자세를 취하는 동안 불필요한 데이터를 제외하고 필터링에 의한 데이터 왜곡을 최소화하기 위하여 전체 130초 데이터를 마지막 1초에서 역으로 120초까지 트림(trim)한 120초 데이터 28,800개($=240\text{Hz} \times 120\text{s}$)를 대상으로 분석하였다.

범용 수치해석 프로그램 complexity 2.7(Laxtha, 대전광역시)을 이용하여 데이터필터링을 하였다. 필터는 차단주파수 8 Hz(Freitas et al., 2005) FFT(fast Fourier transformation) 저역통과 필터를 사용하여 데이터를 필터링하였다. 노이즈를 제거한 시계열(time domain) 데이터를 FFT Power Spectrum으로 주파수계열(frequency domain) 데이터로 변환시켰다.

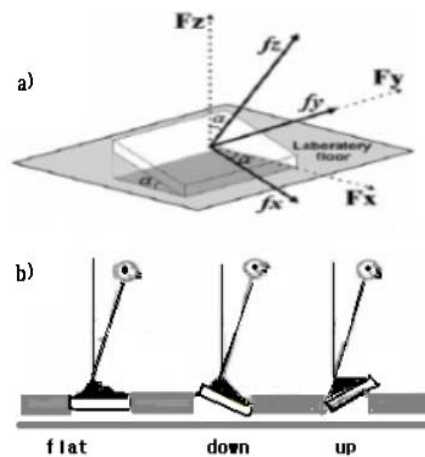


그림 1. 기준점과 힘판 위치를 나타내며 a)는 지면에서 힘판과의 각도와 방향을 나타내며 b)는 지면경사인 평지, 내리막과 오르막에서 피험자의 위치를 나타내고 있다(Mezzarane & Kohn, 2007).

4) 보행 분석

4 m 보행검사에서 보행속도 및 거리 오차를 최소화하기 위해 GAITRite system(CIR Systems Inc. Clifton, NJ

07012, USA)을 사용하였다. GAITRite는 길이 8.3m, 폭 0.89m인 전자식 보행판으로, 직경 1cm의 13,824개의 센서가 1.27cm마다 보행판을 따라 수직으로 배열되어 정보를 수집하였다. GAITRite는 보행시 피험자 발에 의한 부하를 초당 80Hz의 표본율(sampling rate)로 수집하여, GAITRite GOLD, Version 3.2b 소프트웨어로 처리하였다.

걸서기는 26.66±6.78s, 의자에서 5회 반복 일어서기는 10.38±2.76s, 보행속도 1.11±0.22m/s, 나타났고, 한국판 간이 인지기능검사(K-MMSE)는 27.60±0.52점으로 나타났다.

4. 통계처리

SPSS 14.0 통계패키지를 이용하여 데이터를 분석하였으며 구체적인 분석기법은 다음과 같다. COP 좌우와 전후 비교는 대응표본 t-검증, 지면경사에 따른 COP 분석은 분산분석(ANOVA)을 하였다. 신체적기능이 지면경사에 따라 COP와 상관관계를 알아보기 위해 Pearson's 상관분석을 하였다. 사후분석은 Tukey로 모든 값의 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

2. 좌우와 전후 COP 이동범위와 평균속도 변화

III. 연구결과

1. 고령자 신체기능검사

여성고령자를 대상으로 신체기능 검사를 실시한 결과는 <표 2>와 같다.

BBS점수는 평균 53.67±2.40점, BBS의 세부항목인 기능적 팔 뻗기는 19.52±12.52cm, 외발서기는 19.51±10.59s로 나타났다. SPPB 총점은 11.44±0.73점, 세부항목인 일

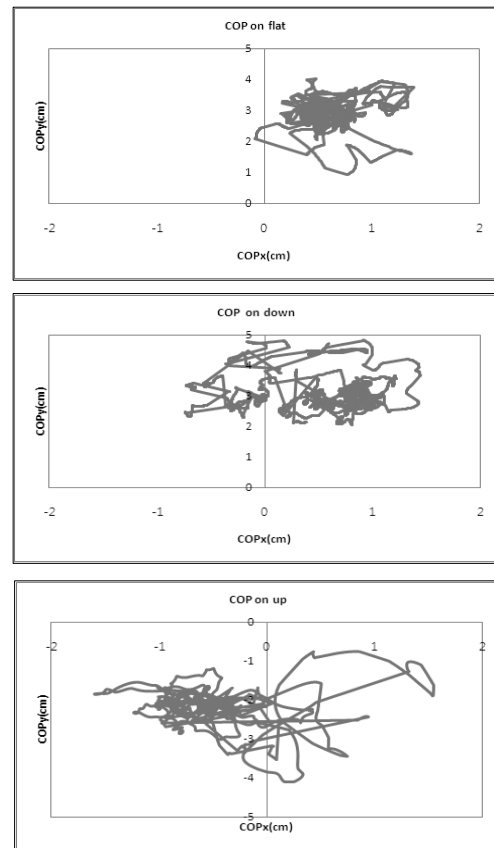


그림 2 여성고령자들의 정적직립자세 120초 동안 위에서 아래로 평지, 내리막, 오르막(flat, down, up) 순으로 지면경사에 따라 나타난 COP 궤적을 나타내고 있다.

표 2. 여성고령자의 신체기능 검사 점수

측정항목	점수(mean±SD)
BBS(score)	53.67±2.40
functional reach test(cm)	19.52±12.52
single leg stance(s)	19.51±10.59
SPPB(score)	11.44±0.73
tandem stance(s)	26.66±6.78
repeate chair stand(s)	10.38±2.76
gait velocity(m/s)	1.11±0.22
TUG(s)	8.56±1.42
·K-MMSE(score)	27.60±0.52

K-MMSE: Korea-mini mental state examination

<표 3>, <그림 2>에서 COPx는 좌우 방향을 나타내는 ML(medio-lateral)라 표기하고 COPy는 전후 방향을 나타내는 AP(anterio-posterior)라 나타낸다.

여성고령자의 COP 좌우와 전후의 이동범위(range), 평균속도(mean velocity)는 지면경사 즉 평지(flat), 내리막(downward), 오르막(upward)에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. COP 좌우와 전후 방향 비교에서 이

표 3. 여성고령자의 지면경사 평지, 내리막, 오르막경사에 따른 COP 이동범위와 평균속도 (mean±SD)

변수	평지	내리막	오르막	F	Tukey	
COP 범위 (cm)	좌우	1.83±0.49	2.39±0.57	2.43±0.81	2.50	ns
	전후	3.42±0.81	3.48±0.82	3.70±0.70	.313	ns
	t	-5.04***	-3.22**	-3.52**		
COP 평균속도 (cm/s)	좌우	0.46±0.15	0.45±0.18	0.54±0.20	.640	ns
	전후	0.98±0.34	1.24±0.26	1.11±0.29	1.62	ns
	t	-4.18**	-7.44***	-4.92***		

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

동범위는 평지(p<.001), 내리막(p<.01), 오르막(p<.01), 평균속도는 평지(p<.01), 내리막(p<.001), 오르막(p<.001)에서 전후방향이 모두 빠르게 나타났다.

3. 신체기능 점수와 COP 이동범위와 평균속도

신체기능 검사를 통해 COP 변수와 관련성을 알아보기 위하여 피어슨 상관관계를 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

연령과 COP 이동범위는 내리막 경사에서 좌우(r=.720, p<.01)와 전후(r=.565, p<.05)방향에서 유의한 양의 상관관계가 나타났다. 평지와 오르막에서는 유의한 상관관계가 없었다. COP 평균속도는 평지 전후(r=.568, p<.05), 내리막 전후(r=.670, p<.01), 오르막 좌우(r=.488, p<.05)와 전후(r=.694, p<.01)방향에서 유의한 양의 상관관계가 나타났다.

발등굽힘각도와 COP 이동범위는 지면경사에 따라 유의한 상관관계가 없었다. 하지만 COP 평균속도에서는 평지 전후(r=-.488, p<.05), 내리막 전후(r=-.518, p<.05), 오르막 전후(r=-.638, p<.01)방향에서 유의한 음의 상관관계가 나타났다.

BBS와 COP 이동범위는 평지 좌우(r=-.640, p<.01), 내리막 좌우(r=-.641, p<.01)와 전후(r=-.569, p<.05), 오르막 좌우(r=-.705, p<.01)방향에서 유의한 음의 상관관계를 가지며 평지와 오르막 전후에서는 유의한 상관관계가 없었다. COP 평균속도는 평지 좌우(r=-.691, p<.01), 내리막 좌우(r=-.744, p<.01)와 전후(r=-.557, p<.05), 오르막 좌우(r=-.774, p<.01) 방향에서 유의한 음

표 4. 여성고령자의 신체기능과 COP 이동범위와 평균속도의 피어슨 상관계수

항목	age	ankle dorsiflexion	BBS	SPPB	TUG	
COP 범위	f ML	.393 (.106)	-.009 (.970)	-.640** (.004)	-.534* (.023)	.542* (.020)
	f AP	.415 (.086)	.036 (.887)	-.146 (.564)	-.018 (.943)	.210 (.402)
	d ML	.720** (.000)	-.163 (.518)	-.641** (.004)	-.383 (.117)	.442 (.066)
	d AP	.565* (.014)	-.387 (.112)	-.569* (.013)	-.600** (.008)	.400 (.100)
	u ML	.428 (.076)	-.138 (.585)	-.705** (.001)	-.530* (.023)	.438 (.069)
	u AP	.320 (.196)	-.103 (.684)	-.141 (.576)	-.163 (.518)	.081 (.750)
COP 평균속도	f ML	.432 (.073)	-.331 (.179)	-.691** (.001)	-.488* (.040)	.564* (.015)
	f AP	.568* (.014)	-.488* (.040)	-.454 (.058)	-.207 (.411)	.428 (.077)
	d ML	.419 (.083)	-.354 (.149)	-.744** (.000)	-.529* (.024)	.481* (.043)
	d AP	.670** (.002)	-.518* (.028)	-.557* (.016)	-.248 (.321)	.616** (.007)
	u ML	.488* (.040)	-.425 (.078)	-.774** (.000)	-.562* (.015)	.499* (.035)
	u AP	.694** (.001)	-.638** (.004)	-.447 (.063)	-.349 (.156)	.467 (.051)

*p<.05, **p<.01

f : flat, d : downward, u : upward, ML(medio-lateral), AP(anterio-posterior)

의 상관관계를 가졌다.

SPPB와 COP 이동범위는 평지 좌우(r=-.534, p<.05), 내리막 전후(r=-.600, p<.01), 오르막 좌우(r=-.530, p<.05)에서 유의한 음의 상관관계를 가지며, COP 평균속도에서는 평지 좌우(r=-.488, p<.05), 내리막 좌우(r=-.529, p<.05), 오르막 좌우(r=-.562, p<.05)에서 유의한 음의 상관관계를 가졌다. 평균속도는 전후 방향과는 유의한 상관관계가 없었다.

TUG와 COP 이동범위는 좌우와 전후 방향의 지면경사에 따라 유의한 상관관계가 없었다. COP 평균속도에서는 평지 좌우(r=.564, p<.05), 내리막 전후(r=.616, p<.01), 오르막 좌우(r=.499, p<.05)방향에서 유의한 양의 상관관계를 가졌다.

IV. 논 의

1. 고령자 신체기능검사

Lusardi et al.(2004)는 고령자 균형과 관련된 신체기능검사로 BBS, SPPB, TUG, 보행속도, 의자에서 일어나기 등 정적 및 동적균형능력 평가를 통하여 낙상예측지수로 사용하였다. 선행연구에서 BBS 평가 시 지역사회 활동을 하는 대상자 중심으로 60-69세 54.6±0.5점, 70-79세 51.6±2.6점으로 나타나(Lusardi et al., 2004) 본 연구의 평균점수 53.67±2.40와 비슷한 패턴을 보였다. BBS 점수는 고령자 낙상예측으로 유용하며 41-56점 사이는 낙상위험이 낮은 저위험군, 21-40점 중간, 0-20점 고위험군으로 구분된다(Lusardi et al., 2004; Steffen et al., 2002). 선행연구와 본 연구에서 신체활동이 활발한 고령자들은 BBS점수가 높게 나타나 낙상위험을 예방 할 수 있을 것이다.

BBS 세부항목인 기능적 팔뚝기 검사는 선행연구에서는 70-87세인 고령여성들을 대상으로 26.7±8.9cm(Duncan, Weiner, Chandler & Studenski, 1990)로 본연구의 결과 19.52±12.52cm와 차이가 나타나 건강한 고령자 대상에서도 개인적 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 외발서기는 우리나라 60세 이상 여성노인의 건강체력 기준인 9.2s(문화관광체육부, 2007)인 평균값과 비교할 때 본 연구대상자들은 19.51±10.59s로 높게 나타났다.

조비롱(2003)은 SPPB 검사 3가지 평가방법 중에서 편리와 타당성을 고려할 때 단독검사로 보행속도를 권장했다. 보행능력 중 가장 기능적인 능력이 보행속도로 고령자들은 젊은 사람과 비교했을 때 유의한 감소를 보이기 때문이다(이경순, 2007).

TUG는 60-69세는 8.1±0.9s, 70-79세는 8.5±2.8s(Lusardi et al., 2004)로, Steffen et al.(2002)의 연구는 60-69세는 8.00±2.00s, 70-79세는 9.00±2.00s로 보고하여 본 연구 여성고령자들 8.56±1.42s와 유사한 경향을 나타냈다. 선행 연구에서 여성고령자들이 TUG가 13.5s 이상일 때 낙상 고위험군으로 분류했다(Bohannon, 2006; Lusardi et al., 2004; Steffen et al., 2002). 선행 연구에서 지역사회활동에 참여하는 건강한 고령자들을 실험대상으로 했기 때

문 본 연구와 유사하게 나타났으며 고령자의 체력은 개인적 차이가 크기 때문 지속적인 신체활동을 통해 기능적 장애를 예방해야 한다(이경순, 2009).

본 연구에서는 피험자 선별검사에서 기능적 수행능력이 저하되는 허약한 고령자는 개인적 차이가 심해 제외시켰기 때문 여성고령자의 평균점수는 일반적으로 높게 나타났다. 고령자들의 지속적인 신체활동은 노화에 따른 하지근력 약화를 지연시킬 수 있고 이것은 고령자들의 자세제어와 낙상예방에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 사료된다.

2. 신체기능과 COP 이동범위 및 평균속도와의 관계

여성고령자들의 연령과 COP 이동범위, 평균속도와의 상관관계를 살펴보면 연령이 높은 사람이 COP 이동범위와 평균속도가 크거나 빠르게 나타나 고령화에 따라 COP의 변화를 알 수 있다. 일반적으로 고령자들의 경우 고유수용성 감각이 감소하고 근력이 약해지며 외부 변화에 따른 반사 능력이 감소해 균형능력에 문제를 나타낸다(Hatzitak et al., 2005).

발등굽힘 각도는 COP 평균속도에서 평지와 내리막, 오르막 전후 방향에서 유의한 상관관계를 나타내어 발등굽힘 각도가 발목관절전략에 밀접한 영향을 미침을 알 수 있다. 발목관절 가동범위 제한은 전후 방향의 평균속도를 증가시키며 이에 따른 자세제어에 발목관절전략이 힘들어져 다른 전략을 사용하게 된다. 그러므로 고령자들의 발목관절 가동성 유지는 균형 유지나 자세제어전략에 필요한 요소다(Freitas et al., 2005). 발목관절전략은 균형에 대한 동요가 적고 기저면이 안정되었을 때 사용되는 전략으로 발목관절로부터 발생된 움직임이 근위로 이동하면서 자세안정성유지에 기여한다(Winter, 1995).

본 연구에서 BBS와 SPPB는 점수가 높을수록 COP 이동범위와 평균속도 값이 작게 나타났으며, COP 좌우방향과는 유의한 상관이 있는 것으로 나타났다. Karlsson과 Frykberg(2000)는 BBS와 힘판을 이용한 COP 좌우방향의 평균속도와의 유의한 상관관계가 나타남으로 COP 분석 대신 BBS의 임상적 평가를 긍정적으로 발표했다. 선행연구에서는 고령자의 낙상예측 시 COP 좌우방향

동요가 중요한 지표로 이용된다(Lafond, Crriveau & Prince, 2004b). 고령자 균형 평가 시 나이의 영향을 많이 받는 부분은 COP 좌우방향의 동요로(Raymakers, Samson & Verhaar, 2005), 본 연구에서도 BBS와 SPPB는 COP 좌우방향과 유의한 상관관계를 가져 선행연구와 유사함을 알 수 있다.

일반적으로 COP 전후방향의 동요는 발목관절전략으로 자세제어가 가능하며, 좌우방향의 동요를 제어하는 엉덩관절 전략은 무게중심 이동이 빠르고, 안정성한계가 가까이 이동할 때, 기저면이 불편하거나 면적이 발바닥보다 좁을 때 주로 사용되는 전략으로 기저면 문제시 고령자들에게는 낙상의 위험이 있다(Shumway-Cook et al., 2001; Winter, 1995). 그러므로 고령자들에게 COP 좌우방향 동요가 중요시 된다. 고령자들에게 TUG 높은 값은 정적 및 동적 균형능력이 떨어진다는(Bohannon, 2006; Lusardi et al., 2004; Steffen et al., 2002) 것을 의미하며 신체기능 결함을 가진 고령자들은 COP 이동범위 증가와 함께 평균속도도 증가한다(Kim et al., 2008).

이제까지 자세제어에 전통적인 측정방법으로 COP 동요 측정 변수 중 평균속도를 신뢰도가 가장 높은 변수로 사용했다(Lafond et al., 2004a; Lin et al., 2008). 본 연구에서도 신체기능점수와 COP 평균속도와의 선행연구와 같이 유의한 상관관계를 나타내므로 BBS, SPPB와 TUG는 고령자들의 자세평가에 의미가 있다고 사료된다.

V. 결론

신체기능검사와 COP 분석을 통해 여성고령자는 COP 이동범위와 평균속도에서 좌우와 전후 동요 비교에서 전후 동요가 크게 나타났다. 고령자들에게 균형과 관련된 신체기능 점수는 COP 이동범위와 평균속도와 유의한 상관이 있는 것으로 나타났다.

고령자들에게 균형과 관련된 신체기능 검사는 역학적 분석과 유의한 상관관계를 가지므로 임상에서 활용이 가능하다고 본다. 임상에서 고령자 및 환자들의 객관적 정보 수집을 위해 본 연구에서 사용한 신체기능검

사 중 현장 환경에 알맞은 것을 선택하여 치료계획을 세우기를 권장한다.

참고문헌

- 기술표준원 고시(2007). 승강기 기술표준원 고시 제 2007-620호.
- 문화체육관광부(2007). 2007년 국민체력 기준치.
- 신경균(2005). 일차선별평가의 방법과 기술. *가정의학회지*, 26(4), 296-299.
- 이경순(2009). *지면경사가 여성고령자의 정적직립자세 제어에 미치는 영향*. 미간행 박사학위논문. 부산대학교 대학원.
- 이경순(2007). 20대와 60대 남녀의 시공간적 보행 변수 분석. *한국여성체육학회지*, 21(4), 55-66.
- 조비룡(2003). 허약한 노인의 신체기능평가. *가정의학회지*, 24(10), 161-165.
- American Geriatric Society, British Geriatric Society, & American Academy of Osteopaedic Surgeons (2001). Guideline for the prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatric Society*, 49, 664-672.
- Blaszczyk, J. W.(2008). Sway ratio-a new measure for quantifying postural stability. *Neurobiologiae Experimentalis*, 68, 51-57.
- Bohannon, R. W.(2006). Reference values for the timed up and go test: A descriptive meta analysis. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 29(2), 64-68.
- Brown, L. A., Polych, M. A., & Doan, J. B.(2006). The effect of anxiety on the regulation of upright standing among younger and older adults. *Gait & Posture*, 24, 397-405.
- Brown, M., & Sinacore, D. R.(2005). Physical and performance measures for the identification of mild to moderate frailty. *Journal of Gerontology*, 55, 350-355.

- Doyle, R. J., Ragan, B. G., Rajendran, K., Rosengren, K. S., & Hsiao-Weckler, E. T.(2008). Generalizability of stabiogram diffusion analysis of center of pressure measures. *Gait & Posture*, 27, 223-230.
- Doyle, R. J., Hsiao-Weckler, E. T., Ragan, B. G., & Rosengren, K. S.(2007). Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait & Posture*, 25, 166-171.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S.(1990). Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*, 45, 192-197.
- Freitas, S. M. S. F., Wiczorek, S. A., Marchetti, P. H., & Duarte, M. M.(2005). Age-related changes in human postural control of prolonged standing. *Gait & Posture*, 22, 322-330.
- Gauchard, G. C., Gangloff, P., Jeanel, C., & Perrin, P.(2003). Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neuroscience Research*, 45(4), 409-417.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., & Ferrucci, L. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home placement. *Journal of Gerontology*, 49, 85-94.
- Hatzitak, V., Amiridis, I. G., & Arabatzi, F.(2005). Aging effects of postural responses to self-imposed balance perturbations. *Gait & Posture*, 22, 250-257.
- Hof, A. L.(2007). The equation of motion for a standing human reveal three mechanisms for balance. *Journal of Biomechanics*, 40, 451-457.
- Jacobs, J. V., & Horak, F. B.(2007). External postural perturbations induce multiple anticipatory postural adjustments when subjects cannot pre-select their stepping foot. *Experimental Brain Research*, 179(1), 29-42.
- Karlsson, A., & Frykberg, G.(2000). Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics*, 15(5), 365-369.
- Kim, S. W., Nussbaum, M. A., & Madigan, M. L. (2008). Direct parameterization of postural stability during quiet upright stance: Effect of age and altered sensory condition. *Journal of Biomechanics*, 41, 406-411.
- Lafond, D., Crriveau, H., Hebert, R., & Prince, F. (2004a). Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Arch Physical Medicine Rehabilitation*, 85, 896-901.
- Lafond, D., Crriveau, H., & Prince, F.(2004b). Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care*, 27, 173-178.
- Lin, D., Seol, H., Nussbaum, M. A., & Madigan, M. L. (2008). Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait & Posture*, 28, 337-342.
- Lusardi, M. M., Pellecchia, G. L., & Schulman, M. (2004). Functional performance in community living older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 26(3), 14-22.
- McDermitt, M. M., Guralnik, J. M., Tian, L., Ferrucci, L., Liu, K., Liao, Y. & Crique, M. H.(2007). Baseline functional performance predicts the rate of mobility loss in persons with peripheral arterial disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 50(10), 974-982.
- Masani, K., Vette, A., Kouzaki, M., Kanehisa, H., Fukunaga, T., & Popovic, M.(2007). Larger center of pressure minus center of gravity in elderly induces larger body acceleration during quiet standing. *Neuroscience Letters*, 422, 202-206.
- Mezzarane, R. N., & Kohn, A. F.(2007). Control of upright stance over inclined surfaces.

- Experimental Brain Research*, 180, 377-388.
- O'Sullivan, S. B., & Schmitz, T. J.(2000). *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment*. 4th ed. Philadelphia: FA Davis Inc.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., & Rowe, P. J.(2000). What is balance. *Clinical Rehabilitation*, 14, 402-406.
- Poulain, I., & Giraudet, G.(2008). Age-related change of visual contribution in posture control. *Gait & Posture*, 27, 1-7.
- Podsiadlo, D., & Richardson, D.(1991). The timed 'Up & Go' : A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of American Geriatric Society*, 2, 142-148.
- Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Hoffmann, R. G., Lovett. E. G., & Myklebust, B. M.(1996). Measures of postural steadiness: Differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 43(9), 956-966.
- Ralnik, J. M., Simonsick, E. M., & Ferrucci, L.(1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home placement. *Journal of Gerontology*, 49, M85-94.
- Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait & Posture*, 21, 48-58.
- Steffen, T. M., Hacker, T. A., & Mollinger, L.(2002). Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-minute walk test, Berg balance scale, timed up & go test, and gait speeds. *Physical Therapy*, 82(2),1 28-137.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H.(2001). *Motor control: Translating research into clinical practics*. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott: Williams & Wilkins Inc.
- Termoz, N., Halliday, S. E., Winter, D. A., Frank, J. S., Patla, A. E., & Prince, F.(2008). The control of upright stance in young, elderly and persons with Parkinson's disease. *Gait & Posture*, 27, 463-470.
- Winter, D. A.(1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193-214.

투 고 일 : 07월 31일
 심 사 일 : 08월 06일
 심사완료일 : 09월 14일