

# COP 95% Confidence Ellipse Area를 이용한 외발서기 균형 평가

Assessment of Single-leg Stance Balance Using COP 95% Confidence Ellipse Area

염창홍\*・박영훈·서국웅(부산대학교) Youm, Chang-Hong<sup>\*</sup>·Park, Young-Hoon·Seo, Kuk-Woong(Pusan National University)

#### 국문요약

이 연구는 요가 수련 그룹 7명과 비수런 그룹 7명을 대상으로 눈뜨고·눈감고 외발서기 시 COP 95% confidence ellipse area를 이용하여 균형 제어 능력을 평가하는데 그 목적이 있다. 요가 수련 그룹이 눈뜨고·눈감고 외발서기 모두에서 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area가 비수런 그룹보다 유의하게 작게 나타나 요가 수련이 균형 제어 능력 개선에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 요가 수런 그룹 내에서는 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area 모두에서 눈뜨고 외발서기가 눈감고 외발서기보다작게 나타나 시각이 균형 제어 능력에 영향을 미치는 것으로 나타났다. COP 95% confidence ellipse area는 균형 제어 능력 평가 시 분별력이 높은 변수로 생각되며, 차후 다양한 그룹과 많은 대상자를 이용하여 다른 변수들 간의 비교 분석을 통한 추가 연구가 기대된다.

#### ABSTRACT

C. H. YOUM, Y. H. PARK, and K. W. SEO, Assessment of Single-leg Stance Balance Using COP 95% Confidence Ellipse Area. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 2, pp. 19-27, 2008. The purpose of this study was to investigate of assessment of the ability of balance control using COP 95% confidence ellipse area while executing single-leg stance with eyes open and eyes closed through GRF system. The subjects participated in this study were 7 female yoga group and 7 female control group. The yoga training affected to improve the ability of balance control because the yoga group's COP AP and ML standard deviation and COP 95% confidence ellipse area were smaller than control group in both a single-leg stance with eyes open and eyes closed. Visual affected to the ability of balance control in a single-leg stance. I consider COP 95% confidence ellipse area as a high variable for determining the ability of balance control, and therefore suggest that additional studies for various groups and subjects will be required in the future.

KEYWORDS: 95% CONFIDENCE ELLIPSE AREA, COP, SINGLE-LEG STANCE, YOGA, BALANCE

<sup>\*</sup> kevinyoum@yahoo.co.kr

### I. 서 론

지면반력 시스템은 실험실 연구에서 외발서기와 직립 두발 서기 등에 관련된 많은 변수들을 정량화하는 도구로 사용되고, 많은 연구자들은 이러한 연구에 COP(center of pressure)를 이용하며 COP의 다양한 변수들을 통해 균형 제어 능력 평가 뿐 아니라 그 분석을 토대로 균형 제어 능력 평가의 분별력이 높은 변수를 찾아내고자 지속적인 연구를 수행하고 있는 실정이다(Dolye, Hsiao-Wecksler, Ragan, & Rosengren, 2007; Lafond, Corriveau, Hebert, & Prince, 2004; Prieto, Myklebust, Hoffmann, Lovett, & Myklebust, 1996; Raymakers, Samson, & Verhaar, 2005).

COP는 지면반력 벡터가 적용되는 지점으로 무게증심점(center of mass, COM) 위치에서 일어나는 관절토크 벡터와 안정된 자세를 유지하고자 하는 결과(Cavanagh, 1980; Hasan, et al., 1996; Winter, 1995)로스포츠 선수 그룹과 건강한 그룹뿐 아니라 신경학적장애, 정형외과적 장애, 노화와 관련된 퇴화가 있는 특정 그룹의 균형 제어 능력 평가를 위한 변수로 사용되었다(Dolye, et. al., 2007).

COP를 이용한 자세 제어에 관련된 많은 연구들은 시계열(time series) 분석을 이용하여 시간 영역(time domain)과 주파수 영역(frequency domain) 분석을 주로 하였으며, 그 변수들은 시간 영역 변수로 범위 (range), 평균속도(mean velocity), RMS(root mean square) 거리, COP 전후·좌우 표준편치(standard deviation, SD), 95% confidence ellipse area, 주파수 영역 변수로 총 파워(total power), 중앙 주파수 (median frequency), 50% power frequency, 95% power frequency 등이 있다(Karlsson, & Frykberg, 2000; Paillard, et. al., 2006; Perrin, Deviterne, Hugel, & Perrot, 2002; Schmit, Regis, & Riley, 2005; Prieto, et. al., 1996; Rocchi, Chiari, & Cappello, 2004).

ISPGR(International Society for Posture & Gait Research)은 지면반력기를 이용한 자세 제어 능력 평가 시 시간 영역 변수로 COP 평균속도와 RMS 거리 사용을 권고 하였다(Kapteyn, et. al., 1983). 그러나 최근의

연구 동향은 시간 영역 변수 중 95% confidence ellipse area, 95% confidence circle area의 분석을 이용하여 균형 제어 능력을 평가하는 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 이와 관련된 연구 보고들은 95% confidence ellipse area 변수의 분별력이 95% confidence circle area보다 정확성이 높은 것으로 보고하였다(Dolye, et. al., 2007; Prieto, et. al., 1996; Rocchi, et. al., 2004). 95% confidence ellipse area는 COP 궤적들의 95%를 포함하고 장축과 단축의 반지름을 가지는 타원, 95% confidence circle area는 동일한반지름을 가지는 원으로 이루어진 COP의 이동 면적을나타낸다(Dolye, et. al., 2007).

외발서기는 일상생활에서 걷기, 달리기, 방향 전환, 계단 이용과 같은 많은 운동 과업에 필수적인 요소로 (Jonsson, Seiger, & Hirschfeld, 2004) 엉덩이 굴곡근군, 신전근군, 외전근군의 근력과 정적 상관(Iversion, Grossman, Shaddeau, Turner Jr, 1990)이 있으며, 이러한 근력과 근지구력발달은 균형 제어 능력과 전도 예방에 긍정적 영향(Adlerton, Moritz, & Moe-Nilssen, 2003; Lipsitz, Jonsson, Kelley, Koestner, 1991)을 미친다. 따라서 외발서기는 다양한 그룹을 대상으로 균형제어 능력 평가를 위한 임상적·실험적 도구로 사용된다(Berg, Wood-Dauphinnee, Williams, & Gayton, 1989; Bohannon, & Leary, 1995; Frzovic, Morris, & Vowels, 2000; Tinetti, 1986).

스포츠 트레이닝은 자세 제어 능력을 향상시키고 (Bringoux, Marin, Nougier, Barraud, & Raphel, 2000), 각각의 스포츠 종목은 특별한 자세 적응을 발달시킨다 (Asseman, Caron, & Crémieux, 2004; Hugel, Cadopi, Kohler, & Perrin, 1999).

스포츠 기술 연습은 근육의 통합을 기반으로 하며 (Barrault, Brondani, & Rousseau, 1991; Winearls, 1972), 고유감각수용기 자극을 포함하고, 이러한 기술 연습은 수행력과 정적·동적 균형 제어 능력을 향상시킨다(Hugel, et. al., 1999; Mesure, Amblard, Crémieux, 1997; Perrin, et. al., 2002; Perrot, Deviterne, & Perrin, 1998). 요가 또한 무용, 스포츠, 등에 다양하게 응용되어 있으며 유연성과 근력 향상에 효과가 있다(김미숙, 양점홍, 성혜련, 2005; 김향미, 2005; Gimbel, 1998).

따라서 이 연구는 지면반력 시스템을 통해 요가 수련 그룹과 비수런 그룹을 대상으로 눈뜨고·눈감고 외발서기 테스트 시 COP 95% confidence ellipse area를 이용하여 균형 제어 능력을 평가하는데 그 목적이 있다.

# Ⅱ. 연구방법

### 1. 연구대상 및 실험장비

이 연구 피험자는 현재 요가 지도자로서 활동하고 규칙적으로 요가 수련을 수행하고 있으며 최근 6개월 내에 신경계와 정형외과적 신체적 장애가 없었던 수련 그룹 여자 7명(25.9±1.7세, 165.4±2.6cm, 53.6±3.5 kg, 2.7±0.7 년)과 비수련 그룹 여자 7명(24.9±0.7 세, 165.4±2.6cm, 53.4±4.8 kg)을 대상으로 하였다. 대상자들은 이 연구의 취지에 대한 이해와 서면 동의를 구한후 자발적으로 실험에 참여하였다.

사용된 분석 장비는 <표 1>과 같다.

### 2. 실험절차

외발서기를 수행하는 위치에 40×60cm 지면반력기 (Kistler 9285, Switzerland)을 설치하였으며, 지면반력기에는 미끄럼 방지용 테이프를 부착하여 미끄럼이 억

표 1. 실험장비

장비	모델	제조
digital video camera	Sony VX2100	Sony(Japan)
synchronizer	VSAD-CB	Visol(Korea)
GRF analysis S/W	KwonGRF 2.0	Visol(Korea)
force platform	9285(40×60)	Kistler(Swiss)
force platform amplifier	9865A	Kistler(Swiss)

제되도록 하였으며 신발은 착용하지 않았다.

지면반력 측정 시 실시하는 절차에 따라 지면반력 장비를 가동시킨 후, 전자적 드리프트(drift)를 제거하기 위하여 약 45분 이상 예열하였으며(Lafond, et. al., 2004), 샘플링 주파수 100 Hz, 앰프(Kistler 9865A, Switzerland) range x/y 5,000 pC, z 10,000 pC로 설정하였다. 앰프를 A/D 컨버터(VSAD-102-3C)에 연결하여 아날로그 지면반력 데이터는 디지털로 변환시켜 컴퓨터에 저장하였다.

피험자는 실험진행자의 지시에 따라 지면반력기에서 자신이 편하게 느끼는 간격으로 두 발을 벌린 다음 양손은 허리에 올리고 시선은 정면을 주시하게 한 후, 한쪽 다리를 들게 하였다. 외발서기 동작은 눈뜨고 외발서기와 눈감고 외발서기를 실시하였고 각 동작은 30초동안 실시하였다. 한 동작이 끝나면 1분간의 휴식시간을 가졌다. 지면반력기의 동작 측정시간은 동기신호발생기를 이용하였다.

### 3. 분석 및 자료처리

데이터는 3번의 수행 중에 안정된 하나를 선택하여 분석하였다. 그리고 피험자가 한쪽 다리를 들면서 발생할 수 있는 초기 동요를 제거(Raymakers, et. al., 2005) 하기 위하여 시작 신호로부터 5초 후 20초의 자료를 대상으로 분석하였다(염창홍, 박영훈, 서국웅, 2007; Jonsson, et. al., 2004; Le Clair, & Riach, 1996; Perrin, et al., 2002).

분석에 사용된 변수는 눈뜨고·눈감고 외발서기 시 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area(Doyle, et. al., 2006; Prieto, et. al., 1996)로 설정하였으며, COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area의 작은 값은 좋은 자세 제어 능력을 의미한다.

COP 표준편차는 전후 $(SD_{AP})$ 와 좌우 $(SD_{ML})$ 로 구분되고 식(1), 식(2)와 같다.

$$SD_{AP} = \big[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} (x_{AP(n)} - \overline{x}_{AP})^2\big]^{\frac{1}{2}} \ ...... \ \ (1)$$

$$SD_{ML} = \left[\frac{1}{N} \sum_{r=1}^{N} (x_{ML(x)} - \overline{x}_{ML})^2\right]^{\frac{1}{2}}$$
 ..... (2)

이 식에서  $x_{AP}$ 와  $x_{ML}$ 은 COP 전후 방향(=100 Hz×20 s)과 좌우 방향(=100 Hz×20 s)에 대한 각각의 위치 데이터이며,  $\overline{x}_{AP}$ 와  $\overline{x}_{ML}$ 은 COP 전후 방향 1,000개의 위치 데이터에 대한 평균값과 좌우 방향 1,000개의 위치 데이터에 대한 평균값, N은 분석에 사용된 전체 사례수(=100 Hz×20 s)를 나타낸다.

COP 95% confidence ellipse area는 COP의 이동 면적을 나타낸다(그림 1). 이는 COP 궤적들의 95%를 포함하고 장축(major)과 단축(minor)의 반지름을 가지는 타원으로 이루어졌으며, 식(3), 식(4), 식(5), 식(6), 식(7)과 같다.

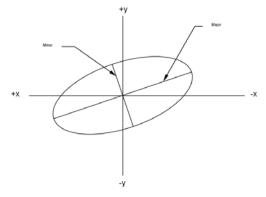


그림 1. 95% confidence ellipse area 정의(AMTI, 2004). COP 95% confidence ellipse area는 COP 궤적들의 95%를 포함하고 장축과 단축의 반지름을 가지는 타원으로 이루어진 COP의 이동 면적.

a는 장축, b는 단축, 3은 n>120의 데이터를 가지는 이변량 분포의 95% 신뢰 수준 $(F_{0.05[2, n-2]})$ 에서 F 통계량,  $SD_{APML}$ 은 공분산을 나타낸다.

SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 두 그룹 간 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area에 대한 평균 차이는 독립표본 *t-test*, 그룹 내 눈뜨고·눈감고 간의 평균차이는 대응표본 *t-test를* 실시하였으며, 통계적 유의수준은  $\alpha$ =.05로 설정하였다.

## Ⅲ. 결과 및 논의

요가 수련 그룹 7명과 요가 경험이 없는 비수련 그룹 7명을 대상으로 눈뜨고·눈감고 외발서기 시 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area를 이용하여 균형 제어 능력을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

### 1. COP 전후·좌우 표준편차

외발서기 시 COP 전후·좌우 표준편차에 대한 분석 결과는 <표 2>와 같다.

외발서기 시 수련과 비수런 그룹 간 COP 전후 표 준편차는 눈뜨고(p<.01)와 눈감고(p<.05) 모두에서 통계 적으로 유의한 차이가 나타났다.

수련 그룹 내에서 눈뜨고·눈감고 간 COP 전후 표준 편차(p<.05)는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 비수런 그룹 내에서 눈뜨고·눈감고 간 COP 전후 표준

丑 2.	(cm)			
		눈뜨고	눈감고	t-value
전후	수련그룹	0.7±0.1	1.1±0.3	-3.233*
	비수련그룹	2.2±1.2	2.2±0.8	.053
	t-value	-3.317**	-3.069*	
좌우	수련그룹	0.7±0.1	1.2±0.3	-5.050**
	비수련그룹	1.9±0.8	2.3±0.7	799
	t-value	-3.960**	-4.037**	

<sup>\*</sup> p<.05, \*\* p<.01 눈뜨고; eyes open, 눈감고; eyes closed

편차는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

외발서기 시 수련과 비수런 그룹 간 COP 좌우 표 준편차는 눈뜨고(p<.01)·눈감고(p<.01) 모두에서 통계적 으로 유의한 차이가 나타났다.

수런 그룹 내에서 눈뜨고·눈감고 간 COP 좌우 표준 편차(p<.05)는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 비수런 그룹 내에서 눈뜨고·눈감고 간 COP 좌우 표준 편차는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

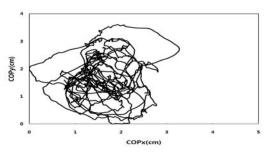
#### 2. COP 95% confidence ellipse area

외발서기 시 COP 95% confidence ellipse area에 대한 분석결과는 <표 3>, <그림 2>와 같다.

외발서기 시 수련과 비수련 그룹 간 COP 95% confidence ellipse area는 눈뜨고(p<.01)·눈감고(p<.01)

丑 3. COP 9	(cm/s <sup>2</sup> )		
	눈뜨고	눈감고	t-value
수련그룹	6.9±2.0	41.2±34.2	-2.631*
비수련그룹	556.7±325.7	618.5±329.2	360
t-value	-4.467**	-4.615**	_

\* p<.05, \*\* p<.01 눈뜨고; eyes open, 눈감고; eyes closed



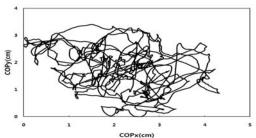


그림 2. COP 전체 궤적. 요가 수련 그룹(상)과 비수련 그룹(하)중 한 피험자의 분석 자료.

모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

수련 그룹 내에서 눈뜨고·눈감고 간 COP 95% confidence ellipse area(p<.05)는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 비수련 그룹 내에서 눈뜨고·눈감고 간 COP 95% confidence ellipse area는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

#### 3. 논의

이 연구의 주된 목적은 균형 제어 능력 평가 시 분 별력이 높은 것으로 보고된(Dolye, et. al., 2007; Prieto, et. al., 1996; Rocchi, et. al., 2004) COP 95% confidence ellipse area 변수를 이용하여 요가 수련 그룹과 비수련 그룹을 대상으로 눈뜨고·눈감 고 외발서기 테스트 시 균형 제어 능력을 평가하 는 것이다.

균형 제어는 감각정보 통합, 신경계 처리, 생체 역학 적 요인을 포함하며, 시각, 전정감각, 체성감각 통합과함께 근골격계의 조화로운 조절을 요구한다(Hall, & Brody, 1999; Shumway-Cook, & Woollacott, 2000).

균형 제어계는 인체의 본질적인 불안정으로 인해 양발 직립서기 동안에도 신체 안정을 위해 노력하고 있으며(Loram, Maganaris, & Lakie, 2005; Masani, Popovic, Nakazawa, Kouzaki, & Nozaki, 2003; Masani, et. al., 2007; Peterka, 2002), 노화와 관련된 중추 신경계와 근골격계의 변화는 균형 조절계에 영향을 미쳐 안정성을 감소시킨다(Maki, Mcllroy, 1996; Masani, et. al., 2007). 특히, 근골격계는 균형유지에 밀접한 관련이 있는 주요한 요인(Shumway-Cook, & Woollacott, 2000)으로, 근골격계 약화는 자세와 움직임을 조절하는데 제한을 초래하여 직립 자세에서 정상적인 신체정렬을 유지하는데 방해가 된다.

따라서 눈뜨고 외발서기 시 수련 그룹과 비수련 그룹 간 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area에 나타난 유의한 차이는 요가 수련의 고유감각수용기 자극을 포함하는 근력 향상으로 인한 균형 제어 능력의 개선의 효과가 있는 것으로 판단된다.

시각은 자세 동요에 중요한 역할을 하며 일반적으로

시각 부재 시 동요는 증가한다(Schmit, et. al., 2005). 그리고 시각 이용 시 나타나는 동요 감소는 고유감각 수용기나 전정감각보다 크게 영향을 미친다(Easton, Greene, DiZio, & Lackner, 1998). 요가 수런 그룹 내에서 눈뜨고·눈감고 간 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area의 유의한 차이가 나타났으며 이러한 결과는 이 원리와 유사한 효과에 의한 것으로 여겨진다.

그러나 이 연구의 비수련 그룹 내에서는 눈뜨고·눈 감고 간 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area의 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 Prieto, et. al.(1996)의 건강 문제가 없는 젊은 그룹과 고령자 그룹을 대상으로 COP 95% confidence ellipse area를 평가한 결과, 젊은 그룹 내에서는 눈뜨고·눈감고 간에 유의한 차이가 나타났으나고령자 그룹 내에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 (Prieto, et. al., 1996)는 보고와 유사함을 알 수 있다.

Perrin, et. al.(2002)보고에 의하면, 유도 선수 그룹과 발레 무용수 그룹은 눈뜨고 직립서기 시 COP 면적에서 통제 그룹보다 높은 균형 제어를 보여주었으나, 눈 감고 직립서기 시 COP 면적에서는 유도 선수 그룹만 통제 그룹보다 높은 균형 제어 능력을 보여주었다고 하였다. 따라서 유도 선수 그룹은 발레 무용수 그룹과 통제 그룹보다 고유감각수용기와 시각에 관련된 균형 제어 능력이 우수하고, 발레 무용수 그룹은 통제 그룹보다 시각에 의존하는 균형 제어 능력이 우수하다고 판단하였으며, 유도 트레이닝은 체성감각, 무용 트레이닝은 시각에 대한 집중력 향상에 영향을 미친다고 하였다.

Paillard, et. al.(2006)의 보고에 의하면 축구에서 국가대표와 지역대표 수준의 그룹에 대한 외발서기 시자세 조절 능력 평가에서 눈뜨고 외발서기 시 COP 90% confidence ellipse area은 국가대표 그룹 3.01±1.08 cm², 지역대표 그룹 4.91±2.53 cm², 눈감고 외발서기 시 COP 90% confidence ellipse area은 국가대표 그룹 19.69±7.52 cm², 지역대표 그룹 38.12±29.77 cm²로 두 그룹과 조건 간에 유의한 차이가 나타났다고 하였다. 이러한 결과는 COP 궤적의 90%와 95% confidence ellipse area에서 오는 차이가 있어 직접적

으로 평균값을 비교하는 데 다소 무리가 있지만, 눈뜨고 외발서기 결과는 국가대표 그룹과 지역대표 그룹이 요가 수련 그룹 결과보다 다소 낮게 나타났고, 눈감고 외발서기 결과는 국가대표 그룹이 요가 수련 그룹 결과보다 다소 낮게 나타났으나 지역대표 그룹의 눈감고 외발서기 결과는 요가 수련 그룹의 결과와 유사하게 나타났음을 알 수 있다.

Paillard, & Noé(2006)의 보고에 의하면 축구에서 프로와 아마 선수 그룹에 대한 양발 직립서기 시 시각 정보의 기여도 연구에서 눈뜨고 양발 직립서기 시 COP 90% confidence ellipse area은 프로 선수 그룹 0.86±0.35 cm², 아마 선수 그룹 1.39±0.95 cm², 눈감고 양발 직립서기 시 COP 90% confidence ellipse area은 프로 선수 그룹 0.96±0.38 cm², 아마 선수 그룹 1.80±1.26 cm²로 두 그룹 간에 유의한 차이가 나타났으나 프로 선수 그룹 내에서 눈뜨고・눈감고 간에는 차이가 나타나지 않았고, 아마 선수 그룹 내에서는 차이가 나타났다. 이는 이 연구의 결과와 유사하게 나타났음을 알 수 있다.

균형 제어 능력 차이는 스포츠 트레이닝에 의한 내재적 균형 제어 기술 차이인지 다양한 트레이닝 환경에서 비롯되는 관련 기술 요소들의 조합에 의해 형성되는 것인지 명확하지는 않지만(Schmit, et. al., 2005), 다양한 스포츠 트레이닝은 연습에 의한 비특이적 조건하에서 자세 제어에 전이될 수 있는 감각운동 적용(Perrin, et. al., 2002)과 근골격계 향상(Shumway-Cook, & Woollacott, 2000)을 통한 균형 제어 능력이 개선될수 있는 것으로 여겨지며, 요가 트레이닝 또한 이러한결과와 유사한 효과가 있는 것으로 판단된다.

# Ⅳ. 결론 및 제언

요가 수련 그룹 7명과 요가 경험이 없는 비수련 그룹 7명을 대상으로 눈뜨고·눈감고 외발서기 시 COP 95% confidence ellipse area를 이용하여 균형 제어 능력을 평가하고자 지면반력 시스템으로 비교 분석한 결과는 다음과 같은 결론을 도출하였다.

요가 수련 그룹이 눈뜨고·눈감고 외발서기 모두에서 COP 전후·좌우 표준편차와 COP 95% confidence ellipse area가 비수런 그룹보다 작게 나타나 요가 수련이 균형 제어 능력 개선에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

요가 수련 그룹 내에서는 COP 전후·좌우 표준편차 와 COP 95% confidence ellipse area 모두에서 눈뜨고 외발서기가 눈감고 외발서기보다 작게 나타나 시각이 균형 제어 능력에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

COP 95% confidence ellipse area는 균형 제어 능력 평가 시 분별력이 높은 변수로 생각되며, 차후 다양한 그룹과 많은 대상자를 이용하여 다른 변수들 간의 비 교 분석을 통한 추가 연구가 기대된다.

## 참고문헌

- 김미숙, 양점홍, 성혜런(2005). 요가 호흡법과 아사나가 중년여성들의 폐 환기능력과 기능적 체력에 미 치는 영향. 한국사회체육학회지, 25, 277-286.
- 김향미(2005). 요가수행이 일부 대학생의 심폐, 근골격 계 기능 및 건강상태 지각에 미치는 효과. 한 국동서정신의학회지, 8(1), 15-30.
- 염창홍, 박영훈, 서국웅(2007). 외발서기를 통한 정적균 형능력 평가 시 COP 변인의 적정 샘플링 시 간에 관한 연구. **대한무용학회지, 50**, 97-118.
- Adlerton, A. K., Moritz, U., & Moe-Nilssen, R.(2003). Force plate and accelerometer measures for evaluating the effect of muscle fatigue on postural control during one-legged stance. *Physiotherapy Research International 8*, 187-199.
- AMTI(2004). BioAnalysis version 2.2 User's Reference Manual. Massachusetts; AMTI.
- Asseman, F., Caron, O., & Crémieux, J.(2004). Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnasts? Neuroscience Letters, 358, 83-86.
- Barrault, D., Brondani, J. C., & Rousseau, D.(1991).

- Médecine du Judo. Paris: Mason.
- Berg, K., Wood-Dauphinnée, S., Williams, J. I., & Gayton, D.(1989). Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*, 41, 304-311.
- Bohannon, R. W., & Leary, K. M.(1995). Standing balance and function over the course of acute rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 994-996.
- Bringoux, L., Marin, V., Nougier, V., Barraud, P. A., & Raphel, C.(2000). Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *Journal of Vestibular Research*, 10, 251-258.
- Cavanagh, P. R.(1980). A technique for averaging center of pressure paths from a force platform. *Journal of Biomechanics*, 13, 397-406.
- Dolye, R. J., Hsiao-Wecksler, E. T., Ragan, B. G., & Rosengren, K. S.(2007). Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait & Posture*, 25, 166-171.
- Easton, R. D., Greene, A. J., DiZio, P., & Lackner, J.(1998). Auditory cues for orientation and postural control in sighted and congenitally blind people. *Experimental Brain Research*, 118, 541-550.
- Frzovic, D., Morris, M. E., & Vowels, L.(2000). Clinical tests of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 215-221.
- Gimbel, M.(1998). Yoga, Meditation, and Imagery: Clinical Applications. *Nurse Practitioner* Forum, 9(4), 243-255.
- Hall, C. M., & Brody, L. T.(1999). Balance impairment
  In: Therapeutic Exercise: Moving Toward
  Function. Philadelphia, L & W.
- Hasan, S. S., Robin, D. W., Szurkus, D. C., Ashmead, D. H., Peterson, S. W., & Shiavi, R. G.(1996).

- Simultaneous measurement of body center of pressure and center of gravity during upright stance. Part I: Methods, *Gait & Posture 4*, 1-10.
- Hugel, F., Cadopi, M., Kohler, F., & Perrin, P.(1999).

  Postural control of ballet dancers: a specific use of visual input for artistic purposes.

  International Journal of Sports Medicine, 20, 86-92.
- Iversion, L. A., Grossman, M. R., Shaddeau, S. A., & Turner Jr, M. E.(1990). Balance performance, force production, and activity levels in noninstitutionalized men 60-90 years of age. *Physical Therapy*, 70, 348-355.
- Jonsson, E., Seiger, A., & Hirschfeld, H.(2004). One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness? *Clinical Biomechanics*, 19, 688-694.
- Kapteyn, T. S., Bles, W., Njiokiktjien, C. J., Kodde, L., Massen, C. H., & Mol, J. M. F.(1983). Standardization in platform stabilometry being part of posturography. *Agressologie*, 24, 321-326.
- Karlsson, A., & Frykberg, G.(2000). Correlation between force plate measure for of balance. *Clinical Biomechanics*, 15, 365-369.
- Lafond, D., Corriveau, H., Hebert, R., & Prince, F. (2004). Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 896-901.
- Le Clair, K., & Riach, C.(1996). Postural stability measures: what to measure and for how long. Clinical Biomechanics, 11, 176-178.
- Lipsitz, L. A., Jonsson, P. V., Kelley, M. M., & Koestner, J. S.(1991). Causes and correlates of recurrent falls in ambulatory frail elderly. *Journal of Gerontology*, 46, M114-M122.
- Loram, I. D., Maganaris, C. N., & Lakie, M(2005). Human

- postural sway results from frequent, ballistic bias impulses by soleus and gestronemius. *Journal of Physiology*, 564, 281-293.
- Maki, B. E., & Mellroy, W. E.(1996). Postural control in the older adult. *Clinics in Geriatric Medicine*, 12, 635-658.
- Masani, K., Popovic, M. R., Nakazawa, K., Kouzaki, M., & Nozaki, D.(2003). Importance of body sway velocity information controlling ankle extensor activities during quiet stance. *Journal of Neurophysiology*, 90, 3774-3782.
- Masani, K., Vette, A. H., Kouzaki, M., Kanehisa, H., Fukunaga, T., & Popovic, M. R.(2007). Larger center of pressure minus center of gravity in the elderly induces larger body acceleration during quiet standing. *Neuroscience Letters*, 422, 202-206.
- Mesure, S., Amblard, B., Crémieux, J.(1997). Effect of physical training on head-hip co-ordinated movements during unperturbated stance.

  Neuro Report, 8, 3507-3512.
- Paillard, T., & Noé, F.(2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scandinavian journal of Medicine and science in sports*, 16(5), 345-348.
- Paillard, T., Noé, F., Rivière, T., Marion, V., Montoya, R., & Dupui, P.(2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *Journal of Athletic Training*, 41(2), 172-176.
- Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C.(2002).

  Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*, 15, 187-194.
- Perrot, C., Deviterne, D., & Perrin, P.(1998). Influence of training on postural and motor control in a combative sport. *Journal of Human Movement Studies*, 35, 119-136.
- Peterka, R. J.(2002). Sensorimotor integration in human

- postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88, 1097-1118.
- 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.
- 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.
- Rocchi, L., Chiari, L., & Cappello, A.(2004). Feature selection of stabilometric parameters based on principal component analysis. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 42, 71-79.
- Schmit, J. M., Regis, D. I., & Riley, M. A.(2005). Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes. *Experimental Brain Research*, 163, 370-378.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H.(2000). *Motor control: Theory and practical applications*(2nd ed). Baltimore: Willims & Wilkins.
- Tinetti, M. E.(1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal* of the American Geriatrics Society, 34, 119-126.
- Winearls, J.(1972). Posture: its function in efficient use of the human organism as a total concept. Agressologie, 13B, 99-102.
- Winter, D. A.(1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture 3(4)*, 193-214.

투 고 일 : 4월 28일 심 사 일 : 5월 6일 심사완료일 : 6월 20일