

정적 서기와 쪼그려 앉았다 서기 동작에서 고령자남녀의 자세 동요 비교

論 文

57-11-38

Comparison of Postural Sway in the Elderly Males and Females during Quiet Standing and Squat-and-Stand Movement

金智源* · 金多慧** · 文基旭** · 嚴光文[†] · 南貞淑*** · 金耀翰[§] · 洪廷和^{§§} · 朴炳奎^{§§}
(Ji-Won Kim · Da-Hye Kim · Ki-Wook Moon · Gwang-Moon Eom · Jung-Sook Nam ·
Yo-Han Kim · Jeong-Hwa Hong · Bung-Kyu Park)

Abstract - In this paper, COP (center of pressure) during quiet standing and squat-and-stand movement was analyzed to compare the postural control of young and elderly subjects with special interest in the elderly females who were reported to have higher fall rate than the elderly males. Subjects include the young subjects (10 males: 21.8±2.6yrs, 10 females: 20.4±0.3yrs) and the elderly subjects (8 males: 75.5±4yrs, 8 females: 72.3±3.5yrs). Analysis parameters were the mean of the distance between the instantaneous COP and the average COP (COP distance) and the mean of the COP movement velocity (COP velocity) in both AP (anterio-posterior) and ML (medio-lateral) directions. During quiet standing, the COP distance in ML direction of elderly females was significantly greater than that of elderly males and the COP velocity of elderly females in both ML and AP direction were significantly greater than those of all the other groups. During squat-and-stand movement, the COP distance of elderly females was not significantly different with that of the elderly males. However, the COP velocity of elderly females was significantly greater than that of all the other groups. The large lateral weight shift (COP distance) of elderly females during quiet standing may explain their greater fall rate. However, this does not apply to squat-and-stand movement. In contrast, COP velocity results show that the elderly females' COP is rapidly trembling compared to that of elderly males during both quiet standing and squat-and-stand movement. This results suggest that rapid trembling or postural sway may reflect the reduced postural control ability and the risk of falling.

Key Words : Postural control, COP, Fall risk, Quiet standing, Squat-and-stand

1. 서 론

고령자 낙상(fall)은 65세 이상 노인의 1/3이상이 매년 경험을 하고 있는 심각한 문제로서, 관절 등의 상해를 유발하고 일상생활의 활동 능력 및 삶의 질을 저하시킨다[1-3]. 특히, 고령자 여성의 낙상은 남성보다 더 많은 것으로 알려져 있다[4-6]. Sattin 등은 연령이 높을수록 낙상이 더 많이 발생을 하고, 특히, 고령자 여성의 낙상 비율이 남성보다 49%나 더 높다고 하였다[7].

이러한 낙상의 위험 요소 중 하나로서 자세제어 (postural control)의 불안정이 제시되었고[8-11], 자세제어능력에 대한 지표로서 정적상태 및 외란에 대한 COP (center of pressure)

에 대한 분석이 많이 시행되었다. 정적서기(static standing) 상태에서의 자세 동요 (postural sway)에 대한 연구에서, 고령자의 COP 이동의 크기 및 속도가 젊은성인 및 중년성인에 비해 크다고 보고되었으며[12-13], 고령자중에서도 낙상 횟수가 많은 사람의 경우, COP 이동의 크기가 더 큰 것으로 보고되었다[14]. 외란에 대한 동적인 반응에 대한 연구에서, 고령자가 젊은 성인에 비해 힘판 (force platform)의 동요에 대해 자세제어가 더 불안정하며[15], 낙상 경험이 있는 노인이 허리에 가하는 작은 외란에도 쉽게 균형을 잃는다고 보고되었다[16].

위와 같이 연구들은 대부분 연령 및 낙상경험에 따른 자세균형제어능력의 차이를 본 것으로서, 낙상비율이 높은 고령자 여성이 고령자남성에 비해 어떠한 자세제어능력의 차이가 있는지를 조사한 연구는 상대적으로 적다. 또한, 이러한 고령자 남녀의 자세제어능력에 대한 연구결과에서는, 정적서기자세에서 고령자여성의 자세동요크기가 남성보다 크다는 보고[14], 반대로 고령자남성의 동요크기가 여성에 비해 더 크다는 보고[17], 또한, 정적서기에서는 고령자 남녀 사이에 유의한 차이가 존재하지 않지만 눈을 감은 상태에서 외란이 가해졌을 때는 고령자여성의 자세동요가 남성보다 크다는 보고[18] 등 일치되지 않아서, 고령자 여성의 높은 낙상비율의 원인을 설명하지 못하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 낙상 비율이 가장 높은 고령자여

[†] 교신저자, 正會員 : 建國大 醫療生命大 醫學工學部 副教授,
建國大 醫工學實用技術研究所 工博

E-mail : gmeom@kku.ac.kr

* 正會員 : 建國大 醫療生命大 醫學工學部 博士課程

** 非會員 : 建國大 醫療生命大 醫學工學部

*** 非會員 : 忠州市廳

§ 非會員 : 建國大學校 忠州病院

§§ 非會員 : 高麗大學校

接受日字 : 2008年 5月 31日

最終完了 : 2008年 10月 6日

성의 자세제어 능력을 고령자남성과 비교하는 것을 목적으로 하여, 대조군으로서 젊은 성인 남녀를 사용하여 비교분석하고자 한다. 자세제어능력에 대한 지표로서는 COP의 변동 크기와 변동속도를 사용하기로 하였다.

분석에 사용할 대상 task로서는 정적서기 및 동적과제를 모두 사용하는 것이 포괄적인 자세제어능력을 분석하는데 유리하다. 동적과제의 하나인 쪼그려 앉았다 서기는 별도의 실험장치가 필요하지 않고, 특별한 구속조건이 없이도 피험자간의 동작의 통일성을 유지할 수 있으며, 일상생활동작중의 자세제어능력을 알아볼 수 있다는 장점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 정적 서기와 자발적 쪼그려 앉았다 서기 동작을 대상으로 하여 고령자 남성과 여성의 자세제어 능력을 비교 분석하였다.

2. 방 법

2.1 피험자

Table 1은 본 연구에 참여한 피험자의 정보를 나타낸다. 16명의 70대 고령자 남녀들이 본 실험에 참가하였다. 피험자들은 근골격계 질환이 없고 어지럼증과 같은 신경계 질환이 없으며 일상생활의 활동에 지장이 없었다. 대조군으로서, 건강한 20대 성인 남녀가 참가하였다.

표 1 피험자의 신체적 특성

Table 1 physical characteristics of the subjects

	elderly		young	
	males (n=8)	females (n=8)	males (n=10)	females (n=10)
age	75.5±4.2	72.3±3.5	21.8±2.6	20.4±0.3
weight [kg]	56.3±9.2	54.3±6.1	70.3±9.3	58.5±6.7
lean body mass [kg]	43.6±6.9	35.3±3.8	58.2±2.8	41.6±3.1

2.2 측정방법

본 연구에서는 정적인 상태에서 선 자세와 쪼그려 앉기 서기 동작 동안의 COP를 측정하기 위해 force platform (OR-7-2000, 464×508×84 mm, AMTI, USA)이 사용되었다. 모든 실험은 측정 전에 실험 환경에 익숙해지도록 하기 위해 약 10초간 연습시간을 주었다. 한 번의 실험이 끝난 후 최소 5분 이상의 충분한 휴식을 취했으며, 모두 2 세션(session)에 걸쳐 시행 하였다.

정적 서기 동작에서는 피험자가 force platform에 올라가 가장 안정적인 자세를 유지하기 위해 개인이 선호하는 너비로 양발을 벌렸고, 30초 동안 정면의 한 곳을 응시하였다. 쪼그려 앉았다 서기 동작에서는 피험자가 안정적인 자세로 양발을 벌리고 정면의 한 곳을 응시하도록 한 후 동작 중 팔의 영향을 배제하기 위해 팔짱을 낀 상태에서 쪼그려 앉았다 서기 동작을 5회 반복 하였고, 각 피험자의 동작의 빠르기는 같도록 조절하였다.

COP 데이터는 100Hz의 샘플링주파수로 측정되었고 5Hz의 차단주파수(cut-off frequency)를 가진 4차 영위상 저역 통과필터(4th-order zero phase Butterworth low-pass digital filter)로 처리되었다. 2 session에 대한 각 분석 파라미터 값은 각 피험자별로 평균 하였다.

2.2 분석방법

앞뒤(Anterio-Posterior: AP) 방향의 COP 동요 크기는 발목의 굴근 (flexor)과 신근 (extensor)의 토크 (torque)를 반영하며, 좌우(Medio-Lateral: ML) 방향은 고관절의 내전근 (adductor)과 외전근(abductor)에 의해 제어되는 좌우측 몸무게 이동(lateral weight shift)의 안정성을 반영한다[19]. 따라서, 많은 연구자들이 AP 방향과 ML 방향으로 나누어 여러 COP 파라미터를 이용하여 분석하였다[12,17,23].

본 연구에서는 COP 분석하기 위해 파라미터들은 다음과 같이 정의하였다[12]. 먼저, AP₀와 ML₀는 각각 AP 방향과 ML 방향에 대한 COP의 좌표값(coordinate)을 말하며 평균값으로부터 떨어진 거리를 식 (1)과 같이 AP[n]과 ML[n]이라 정의 하였다.

$$AP[n] = AP_0[n] - \overline{AP} \quad ML[n] = ML_0[n] - \overline{ML} \quad (1)$$

COP 움직임의 크기를 분석하기 위해 전제방향의 평균이동거리(Mean Distance : MD), AP 방향의 평균이동거리(MD_{AP}) 그리고 ML 방향의 평균이동거리(MD_{ML})는 각각 식 (2-4)와 같이 정의하였다.

$$MD = \frac{1}{N} \sum \sqrt{AP[n]^2 + ML[n]^2} \quad (2)$$

$$MD_{AP} = \frac{1}{N} \sum |AP[n]| \quad (3)$$

$$MD_{ML} = \frac{1}{N} \sum |ML[n]| \quad (4)$$

COP 움직임의 속도를 분석하기 위해, 전제방향의 평균이동속도(Mean Velocity: MV), AP 방향의 평균이동속도(MV_{AP}) 그리고 ML 방향의 평균이동속도(MV_{ML})가 각각 식 (5-7)과 같이 정의하였다. 이 때 T는 측정된 시간을 나타낸다.

$$MV = \frac{1}{T} \sum_{n=1}^{N-1} \sqrt{(AP[n+1] - AP[n])^2 + (ML[n+1] - ML[n])^2} \quad (5)$$

$$MV_{AP} = \frac{1}{T} \sum_{n=1}^{N-1} |AP[n+1] - AP[n]| \quad (6)$$

$$MV_{ML} = \frac{1}{T} \sum_{n=1}^{N-1} |ML[n+1] - ML[n]| \quad (7)$$

각각의 파라미터값들은 그룹들 간의 유의한 차이를 분석하기 위해 변량분석(Analysis of variance: ANOVA)을 하였고, 사후검증(post hoc test)으로서 tukey 검증(p<0.05를 significant한 것으로 간주)을 하였다.

3. 결 과

3.1 정적 서기

그림 1은 정적인 서기동안 각 그룹에 대해 전형적인 COP 이동거리와 이동속도의 궤적을 나타낸다. 고령자 여성의 이동거리와 이동속도 모두 다른 그룹들에 비해 큰 것을 볼 수 있다.

그림 2는 정적인 서기동안의 COP 파라미터들을 각 그룹들 간에 비교를 한 것이다. 모든 그룹에 대하여 AP방향의 이동거리와 속도가 ML 방향 보다 컸다. 고령자 여성의 MD와 MD_{ML}이 젊은 성인 남성과 고령자 남성에 비해 유의하게 컸고, MD_{AP}에서는 유의한 차이가 없었다. 고령자 여성의 MV, MV_{AP} 그리고 MV_{ML}이 다른 모든 피험자들에 비해 유의하게 컸다.

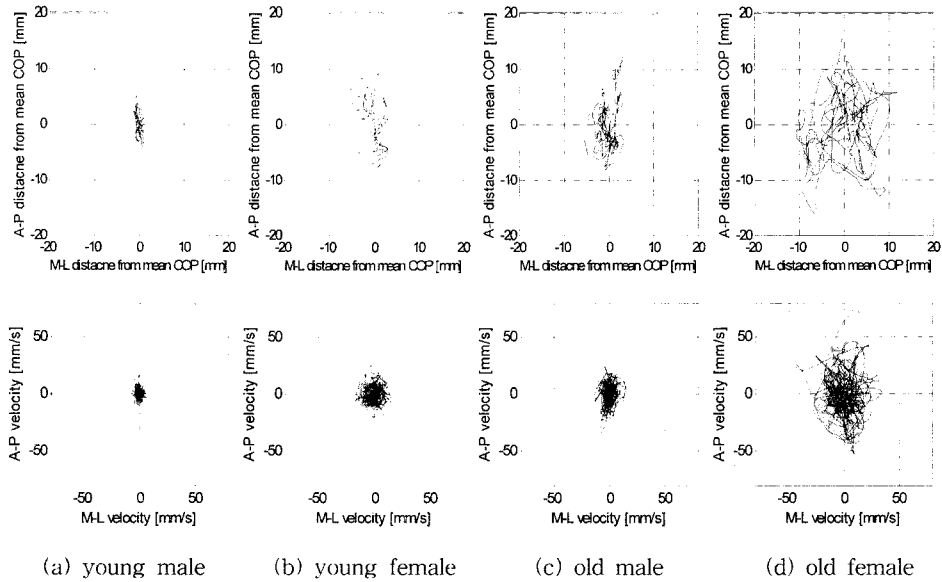


그림 1 정적인 상태에서 서 있는 동안의 전형적인 COP 궤적
 Fig. 1 Representative COP distance and velocity during quiet standing

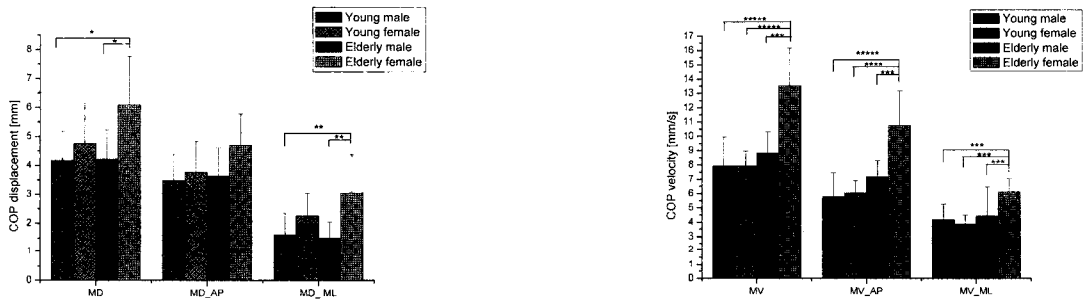


그림 2 정적인 상태에서 서 있는 동안의 각 그룹별 COP 파라미터의 비교
 Fig. 2 Comparison of COP parameters among groups during quiet standing
 (* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001, **** P<0.0001, ***** P<0.00001)

3.2 쪼그려 앉았다 서기 동작

그림 3은 쪼그려 앉았다 서기동안 각 그룹에 대해 전형적인 COP 이동거리와 이동속도의 궤적을 나타낸다. 정적 서기와 마찬가지로 고령자 여성의 이동거리와 이동속도가 매우 큰 것을 볼 수 있다.

그림 4는 쪼그려 앉았다 서기동안의 COP파라미터들을 각 그룹들 간에 비교를 한 것이다. 정적 서기와 마찬가지로 모든 그룹에 대하여 AP방향의 이동거리와 속도가 ML 방향보다 컸다. 고령자 여성의 MD가 젊은 성인 여성에 비해 유의하게 컸고, 고령자 여성과 남성의 MD_ML이 젊은 성인 여성에 비해 유의하게 컸다. 하지만, 정적 서기의 결과와는 다르게 MD_ML은 고령자 남녀 사이에 유의한 차이가 없었다.

고령자 여성의 MV가 다른 모든 피험자들에 비해 유의하게 컸고, MV_AP와 MV_ML은 젊은 성인 남녀에 비해 유의하게 컸고 고령자 남녀 사이에는 유의한 차이가 없었다.

4. 고 찰

모든 피험자들에 대해 AP방향의 COP 이동거리와 이동속도가 ML방향보다 더 컸던 이유는 본 연구의 실험 방법이 피험자들의 서 있는 자세에 대한 구속조건 없이 양발(base of support)이 어깨 너비로 벌려져서 좌우의 자세제어에 안정성이 확보되었기 때문인 것으로 사료된다. 서 있는 자세에

서 양발을 모으는 구속 조건을 주어 실험을 하면, ML 방향의 COP 동요가 AP 방향보다 더 크게 된다[20]. 하지만, 피험자의 키(height)에 따라 서 있는 자세에서 선호하는 양발의 너비(stance width)가 달라진다는 보고가 있다[21]. 따라서, 키, 발 길이, 몸무게 등의 외적 요소의 영향을 줄이기 위해 대다수의 연구들은 피험자의 구속 조건 없이 편안한 자세를 유지하도록 하였다[12,14,18,20,22,23].

본 연구 결과에서 정적 서기 동안 고령자 여성의 ML방향의 COP이동거리가 고령자 남성에 비해 매우 컸고, 정적

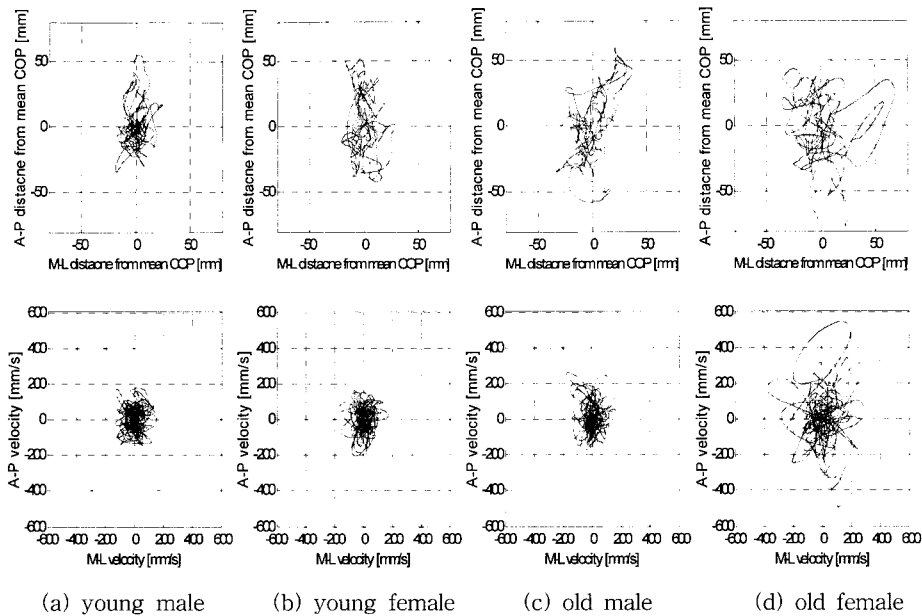


그림 3 쪼그려 앉았다 서기 동작 동안의 전형적인 COP 궤적
 Fig. 3 Representative COP distance and velocity during squat-and-stand movement

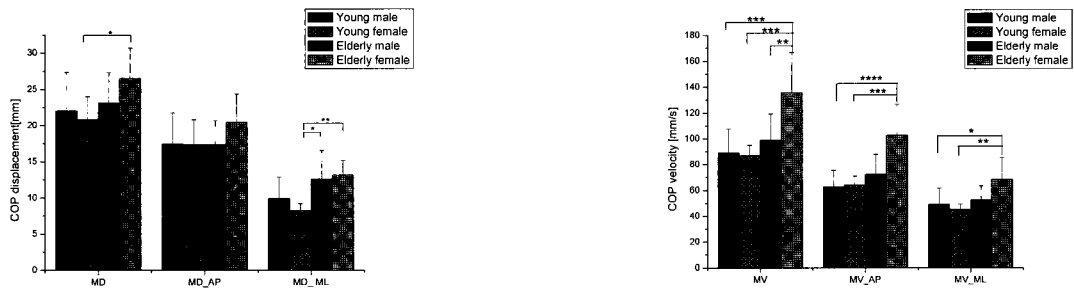


그림 4 쪼그려 앉았다 서기 동작동안의 각 그룹별 COP 파라미터의 비교 (* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001)
 Fig. 4 Comparison of COP parameters among the groups during squat-and-stand

서기와 쪼그려 앉았다 서기 동안 전체방향의 COP 평균속도도 고령자 남성에 비해 매우 큰 것을 통해 고령자 여성의 자세 제어 능력이 남성에 비해 매우 낮다는 것을 확인 할 수 있었으며, 이것은 고령자 여성의 빈번한 낙상 원인이 자세 제어 능력과 밀접한 관련이 있다는 것을 의미한다. 실제로, 고령자 여성이 남성에 비해 자세 동요가 더 크다고 한 보고는 본 연구의 결과에서 고령자 여성의 자세 능력 저하와 일치하고 있다[14]. 본 연구의 결과는 고령자 여성의 자세 제어 능력의 저하가 정적서기 뿐만 아니라 쪼그려 앉았다 서기 동작에서도 나타남을 보이고 있다.

4.1 COP 평균 이동거리

정적 서기(그림 2)에서 고령자 여성의 COP 평균이동거리가 앞뒤 방향에서는 유의차가 없었으나 좌우 방향에서는 젊은 성인 남성과 고령자 남성에 비해 매우 컸다. 이것은 고령자 여성이 정적인 자세를 유지하는 동안 좌우방향으로 weight shift가 매우 크게 일어나고 있다는 것을 의미한다. Maki 등은 ML 방향의 COP 동요 크기가 낙상 위험 요소(fall risk factor)에 매우 가깝다고 하였고[19], Panzer 등은

정적 서기동안 고령자 여성의 무게중심(Center of gravity :COG)과 COP의 sway가 ML방향으로 크게 증가한다고 하였다[23]. 위의 보고들은 본 결과에서 고령자 여성들의 좌우 weight shift가 매우 큰 것과 일치하고 있다. 또한, 낙상에 의해 상해를 입는 고령자들 중 엉덩 관절이 골절되는 사람들은 주로 좌우면(frontal plane)에서 낙상이 발생하며 고령자 여성이 남성에 비해 3배나 많다고 하였다. 이러한 보고 내용도 고령자 여성의 큰 weight shift와 깊은 관련이 있을 가능성을 시사한다[24].

하지근육 중 내전근과 외전근은 좌우면의 균형 제어를 위해 매우 중요한 부분으로서 일상적인 생활 중 서있을 때 흐트러지는 몸을 매우 빠르게 안정화시키는 역할을 하기 때문에 내전근과 외전근의 힘 저하는 외측(lateral)방향의 불안정을 유발시켜 고령자 여성의 낙상을 빈번히 발생시키는 것으로 사료된다. 실제로 Cahalan TD 등은 연령에 따른 외전근과 내전근의 힘을 측정한 결과 고령자 남성이 젊은 여성과 비슷한 세기를 가진 반면에 고령자 여성의 힘이 매우 작다고 하였고[25], Majorie 등은 각속도에 따라 외전근과 내전근의 관절토크(joint torque)를 측정한 결과 고령자 여성의

관절토크가 매우 작다고 하였다[26]. 따라서, 고령자 여성의 좌우방향의 weight shift가 매우 크게 일어나는 것은 고령자 여성의 하지 근력 저하일 가능성을 시사한다.

ML방향의 COP평균이동거리가 정적 서기동안 고령자 남녀 사이에 유의한 차이를 보인 반면에 쪼그려 앉았다 서기 동안에는 고령자 여성과 젊은 여성 사이에만 유의한 차이를 보였고 고령자 남성과는 유의한 차이를 보지 못하였다. 이것은 MD_ML 파라미터가 정적 서기 동안에는 고령자 남성과 비교하여 고령자 여성의 빈번한 낙상을 잘 표현하고 있지만 쪼그려 앉았다 서기 동안에는 그렇지 못할 가능성을 시사한다.

4.2 COP 평균 이동속도

정적 서기 동안 속도와 관련된 파라미터의 값이 모두 고령자 여성에서 유의하게 컸던 것은 고령자 여성의 하지 근력과 감각기관의 약화로 인해 안정적인 자세 유지를 위해 더 빠른 동요를 하고 있을 가능성을 시사한다. Prieto 등은 정적 서기 동안의 자세 동요 속도가 젊은 사람들보다 고령자들이 높다는 것을 밝힌바 있다[12]. 본 연구의 결과는, 고령자 중에서도 여성의 자세동요속도가 남성에 비해 크다는 것을 밝히는데 큰 의미가 있다.

쪼그려 앉았다 서기 동안 ML방향과 AP방향의 COP 평균이동속도가 고령자 남녀사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었지만 두 방향을 합친 MV는 정적서기와 마찬가지로 고령자 여성이 다른 모든 피험자들보다 유의하게 컸다. 이것은 비록 앞뒤 방향과 좌우방향만으로 고령자 남성과 여성이 차이가 없지만 전체 방향으로 보았을 때 유의한 차이가 있다는 것을 의미하며 고령자 여성이 자세 제어를 위해 전체 방향으로 빠르게 동요하고 있다는 것을 시사한다. 속도와 관련된 파라미터들은 거리와 관련된 파라미터들보다 고령자 여성과 고령자 남성 사이에 유의한 차이를 보인 파라미터들이 많았다. 이것은 자세 동요의 속도가 자세 제어 능력을 평가할 수 있는 매우 유용한 파라미터라는 것을 의미한다. 실제로, Raymarkers 등은 자세동요의 속도가 자세조건, 연령 그리고 건강 상태에 따른 차이를 볼 수 있는 최적의 파라미터라고 하였고[27], Baloh 등은 균형감각 기능에 문제가 있는 사람의 AP방향의 자세동요속도가 매우 크다고 하였다 [28].

본 연구에서, COP 이동거리와 관련된 파라미터들은 정적 서기에서만 고령자 남녀 차이가 유의하였고 쪼그려 앉았다 서기에서는 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 하지만 COP 이동속도와 관련된 파라미터들, 특히, 전체방향의 COP 평균 이동속도는 정적서기뿐 아니라 쪼그려 앉았다 서기에서 유의한 차이를 보였다. 이것은 쪼그려 앉았다 서기와 같은 동적인 움직임동안 고령자 남성과 여성 모두 동요의 크기가 크지만 움직임을 제어하는 동안의 진동은 고령자 여성이 남성에 비해 심하다는 것을 의미한다. 서있거나 움직이는 동안의 고령자여성의 빠른 동요는 일상생활 중 불안정한 자세로 이어지고 그것은 곧 낙상을 야기 할 수 있는 가능성을 시사한다.

정적 서기와 앉기 서기 동작의 평가 방법은 매우 간단하고 안전하여 임상 적용에 용이하다. 특히 자발적 움직임 동안의 자세 제어 능력을 평가할 수 있는 쪼그려 앉았다 서기

동작은 force platform을 동요시키거나 사람을 직접 미는 방식의 동적인 분석을 해왔던 연구와 달리 더 안전하게 움직임을 평가 할 수 있어 고령자들, 특히, 여성의 낙상 예측 및 예방에 많은 도움이 될 수 있을 것이라 여겨진다.

5. 결 론

정적 서기와 쪼그려 앉았다 서기 동안 COP를 측정하였다. 정적 서기동안 고령자 여성의 ML방향의 동요 크기와 전체 방향의 동요 속도가 매우 컸다. 쪼그려 앉았다 서기 동안은 동요 크기가 고령자 남녀 사이에 유의한 차이가 없었던 반면에 전체방향의 동요 속도는 고령자 여성이 남성보다 유의하게 컸다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 지원(2007-A002-0058)으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Tideiksaar, R., "Falling in Old Age: Its Prevention and Treatment," Springer, 1987.
- [2] Kennedy, T.E., et al., "The prevention of falls in later life", Dan. Med. Bull, Vol. 34, pp1-24, 1987.
- [3] Lord SR, et al., "An epidemiological study of falls in older community-dwelling women: the Rndwich falls and fractures study", Aust J Public Health, Vol. 17, pp240-245, 1993.
- [4] Lord SR, et al., "An epidemiological study of falls in an elderly population", J Am Geriatr Soc, Vol.39, pp.1194-1200, 1991.
- [5] Cho C, et al., " Detecting balance deficits in frequent fallers using clinical quantitative evaluation tools", J Am Geriatr Soc, Vol.46, pp.426-430, 1991.
- [6] Bohannon R, et al., "Decrease in balance scores with ageing", Phys Ther, Vol.64, pp.1064-1070, 1984.
- [7] Sattin RW, et al., "The incidence of fall injury events among the elderly in a defined population", Am J Epidemiol, Vol.131, pp1028-1037, 1990
- [8] Anacker SL, et al., "Influence of sensory inputs on standing balance in community-dwelling elders with a recent history of falling", Phys Ther, Vol.72, pp.575-584, 1992.
- [9] Whitney SL, et al., "The association between observed gait instability and fall history in persons with vestibular dysfunction", J Vestib Res, Vol.10, pp99-105, 2000
- [10] Teasdale N, et al., "Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions", J Gerontol A Biol Sci Med Sci. Vol. 46, pp238-244, 1991.
- [11] Sheldon JH, "The effect of age on the control of sway", Gerontol Clin, Vol. 5, pp.129-138, 1963
- [12] Prieto TE, et al., "Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly

adults.", IEEE Trans Biomed Eng, Vol.43, pp.956-966, 1996

[13] Diana Abrahamova, et al. "Age-related changes of human balance during quiet stance", Physiological research, 2007

[14] Overstall PW, et al., "Falls in the elderly related to postural imbalance.", BMJ. Vol.1, pp.261-264, 1977

[15] Philippe P. Perrin, et al, "Influence of visual control, conduction and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults", J Gerontology, Vol. 43, pp.223-231, 1997

[16] Pai YC, et al., "Static versus dynamic predictions of protective stepping following waist-pull perturbations in young and older adults", J Biomech, Vol.31, pp.111-1118, 1998

[17] Masui T, et al., "Gender differences in platform measures of balance in rural community-dwelling elders", J Arch Gerontol Geriatr, Vol. 41, pp.201-209, 2005

[18] Leslie Wolfson, et al., "Gender Differences in the Balance of Healthy Elderly as Demonstrated by Dynamic Posturography", Journal of Gerontology: Medical Sciences, Vol. 49, pp. 160-167, 1994.

[19] Maki, B.E., et al., "A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. J. Gerontol." A Biol. Sci. Med. Sci. Vol.49, pp.72-84, 1994.

[20] E.C. Bryant, et al. "Gender differences in balance performance at the time of retirement", Clinical Biomechanics vol. 20, pp.330-335, 2005.

[21] McIlroy, W.E., et al., "Preferred placement of the feet during quiet stance: development of a standardised foot placement for balance testing." Clin. Biomech. Vol.12, pp.66-70,1997.

[22] Era, P., et al., "Postural balance and self-reported functional ability in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study", J. Am. Geriatr. Soc., Vol.45, pp.9-21, 1997.

[23] Victoria P. Panzer, et al., "Biomechanical Assessment of Quiet Standing and Changes Associated With Aging", Arch Phys Med Rehabil, Vol. 76, pp.151-157, 1995.

[24] Campbell AJ, et al., "Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older", J Gerontol Vol.44, pp.112-117, 1989.

[25] Cahalan TD, et al., "Quantitative measurements of hip strength in different age groups", Clin Orthop Relat Res, Vol.246, pp.136-145, 1989.

[26] Marjorie E. Johnson, et al., "Age-Related Changes in Hip Abductor and Adductor Joint Torques", Arch Phys Med Rehabil Vol.85, pp.593-597, 2004.

[27] Raymarkers JA, et al., "The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s)", Gait Posture Vol.21, pp.48-58, 2005.

[28] Baloh RW, et al., "Posturography and balance problems in older people", J Am Geriatr Soc, Vo.43 pp.638-644, 1995.

저 자 소 개



김 지원 (金智源)

1980년 8월 2일생. 2006년 2월 건국대 의공학부 졸업(학사). 2008년 2월 건국대 일반대학원 의공학학과 졸업(석사). 2008년~현재 동 대학원 의공학학과 박사과정



김 다혜 (金多慧)

1987년 7월 30일생. 현재 건국대학교 의공학부 학사과정.



문 기욱 (文基旭)

1980년 4월 7일생. 2007년 2월 건국대 의공학부 졸업(학사). 2007년~현재 동 대학원 석사과정.



엄 광문 (嚴光文)

1969년 3월 17일생. 1991년 2월 고려대 전자전산공학과 졸업(학사). 1996년 3월 東北大(日本) 전자공학과 생체전자공학대학원 졸업(석사). 1999년 3월 東北大(日本) 전자공학과 생체전자공학대학원 졸업(공박). 1993년 9월~1994년 3월 일본 Tohoku Univ. 연구생. 1999년 4월~2000년 2월 일본 과학기술진흥재단 Research Associate. 2000년 3월~현재 건국대학교 의료생명대학 의공학부 부교수, 2000년 3월~현재 건국대학교 의공학 실용기술연구소 책임연구원.
Tel : 043-840-3764
Fax : 043-852-8056
E-mail : gmeom@kku.ac.kr



남 정숙 (南貞淑)

1952년 10월 16일생. 1972년 2월 전남순천간호고 졸업. 1985년~ 현재 5월 충주시 보건소 방문건강관리 팀장



김요한 (金耀翰)

고려대학교 의학석사, 의학박사
현재 건국대학교병원 흉부외과 과장



홍정화 (洪廷和)

1963년 8월 5일생. 1996년 Marquette Univ.(U.S.A) 의공학과 졸업(박사) 1996년~현재 고려대학교 제어계측공학과 부교수



박병규 (朴炳奎)

1963년 7월 20일생. 1993년 고려대 재활 의학 석사, 박사. 2007년~현재 고려대 부교수