낙상공포와 보행방향의 변화가 보행시작 동안 자세적응에 미치는 영향*

유연주¹⁾ · 이기광²⁾ · 김석범^{3)**}

1) 상명대학교 2) 국민대학교 3) 건양대학교

ABSTRACT

Yeon-Joo Yu · Ki-Kwang, Lee · Suk-Bum Kim. Effects of Fear of Falling and Directional Change on Postural Adjustments during Gait Initiation. *The Journal of Kinesiology*, 2017, 19(3): 35-43. **[PURPOSE]** The purpose of the study was to investigate postural adjustments on effects of fear of falling and directional change during Gait Initiation(GI). **[METHODS]** Three groups are formed with fear of falling and the senior fitness test results, and they performed with gait in a forward direction and to the right direction(90°). In order to get the data, ten cameras, makers, and EMG were used. Two way ANOVA was used to compare kinematic, spatio-temporal parameters and EMG data. **[RESULTS]** The HO-TO duration in a GI to the right direction was shorter than in a straight ahead GI at left foot swing. The step width of left foot in TO-HS was significantly larger in the GI to the right direction. The medial-lateral of center of mass velocity in the GI to the right direction was slower than in a straight ahead GI. **[CONCLUSIONS]** There were significant differences of kinematic parameters in the straight ahead GI and the GI to the right direction, but fear of falling did not affect in the walking type. Further research would be suggested investigating the change of weight load and center of mass for elders with fear of falling during GI.

Key words : fear of falling, gait initiation, gait with directional change, postural adjustment

주요어 : 낙상공포, 보행시작, 측면보행, 자세적응

서론

매해 65세 이상의 노인들 중 30% 이상이 낙상(Fall)을 경험한다(Campbell et al., 1990). 낙상은 골절과 심각한 머리 상해를 일으키고(Dargent-Molina et al., 1996), 노인의 기능성 및 활동성 저하와 관련이 있다(Marottoli et al., 1992). 낙상공포(Fear Of Falling; FOF)는 여성 노인들에게 일반적으로 나타나며, 특히 낙상경험, 보행과 평형성 장애, 우울, 소극적인 사회 활동과 관련이 있는 것으로 보고되었다(Scheffer et al., 2008). 낙상공포는 노인에게 두 가지 방식으로 나타나는데, 첫째 보행 시 더 조심스러운 움직임과 낙상 방지를 위한 긍정의 움직임 전략을 구현하기 위해 인지를 증가시키기도 하고, 둘째 낙상공포로 인한 신체 활동의 회피는 사회적 고립, 신체적 상태 악화, 신체 기능 저하에 영향을 주어 낙상의 위험요소를 증가시키

고 낙상공포를 더 악화시킨다(Friedman et al., 2002; Delbaere et al., 2004).

낙상공포와 보행이 깊은 관련이 있음에도 불구하고 그 동안의 연구는 낙상공포를 느끼는 노인의 시·공간적 보행변인의 분석에 국한되어 있었다. 낙상공포는 보행 시 속도 감소, 보폭과 발보장의 감소, 보간과 이중지지기의 증가에 영향을 주는 것으로 나타났다(Maki, 1997; Chamberlin et al., 2005). 낙상공포는 심리적 요인이고 이와 더불어 신체의 기능적 능력도 보행동작에 영향을 미칠 것으로 생각되는데, 신체의 기능적 능력에 대한 고려 없이 단지 낙상공포 유무에 따른 보행 특성의 차이를 밝혀내는 선행연구들이 진행되었다(Reelick et al., 2009; Uemura et al., 2012). Rochat et al.(2010)은 낙상공포 대상자를 비 낙상공포집단, 낙상공포를 느끼며 신체 활동에 제한을 받지 않는 집단, 낙상공포를 느끼며 신체 활동에 제한을 받는 집단으로

* 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2014S1A5B5A07042569)

** 교신저자: bum3340@hanmail.net

나누어 보행연구를 수행하였고, Yu et al.(2014)은 낙상공포집단(n=6)과 비 낙상공포집단(n=9)의 장애물 보행 시, 낙상공포집단 내 피험자들 간 신체적 활동 수준과 보행 움직임에서 큰 차이가 있음을 밝혀냈다. 따라서 낙상공포와 관련된 보행 연구 시 낙상공포집단을 신체 활동 수준과 움직임 가능 여부에 따라 세분화 하는 것이 필요하다.

보행시작(Gait Initiation)은 보행의 필수조건이며 보행 시 우리가 처음으로 경험하는 임의적이며 불안정한 구간이다(Martin et al., 2002). 보행 동작에서 시작 구간은 안정된 자세로부터 계속적으로 불안정한 자세로 옮겨가는 과도기인데, 인체의 전체 무게중심이 큰 지지면에서 작은 면으로 옮겨가기 때문이다(Hass et al., 2008). 보행시작 구간의 분석을 통해 동적자세 조절, 노화와 장애에 따른 제어시스템의 변화 정보가 제공되었고(Polcyn et al., 1998; Martin et al., 2002), 평형장애의 민감한 척도로 이용할 수 있음이 밝혀졌다(Chang & Krebs, 1999). Polcyn et al.(1998)은 노인의 낙상이 근거리 보행 시 시작과 종료구간에서 발생하고, 보행시작 동안 노인 낙상자의 보폭 변동성(step length variability) 변인이 비 낙상자와 젊은 대상자보다 큰 것으로 보고되었다(Mbourou et al., 2003).

보행시작 구간에서 자세조절의 특성이 분석된 대부분의 논문들은 앞으로 바로 걷기(straight ahead walking)동작에만 한정돼 있다. 그러나 실제 많은 노인들이 움직임의 방향을 측면으로 바꿀 때 낙상을 경험했다고 보고하였고, 측면 안정성의 손상이 균형장애와 낙상에 영향을 주며(Rogers & Mille, 2003), 노인들은 회전 및 측면으로 움직이는 동작을 하기 어렵힌다(Hass et al., 2008). 더욱이 보행시작 구간에서 방향 바꾸기는 세탁기에서 세탁물 꺼낸 후 걷기, 마트 진열대에서 물건 선택 후 카트에 넣고 이동하기 등과 같은 일상생활에서 자주 일어나는 일반적인 동작이다. 그러나 현재까지 낙상공포를 느끼는 노인들을 대상으로 보행 방향의 변화에 따른 보행시작 움직임의 특성을 분석한 연구는 전무하다. 따라서 본 연구는 낙상공포를 느끼는 노인을 신체활동 제약 수준에 따라 두 집단으로 나누어 정면과 측면의 보행시작 움직임 시 자세적응의 차이를 분석하고자 하였다.

연구 방법

연구대상

본 연구에 참여한 피험자는 65세 이상의 노인으로 실험 시 보조 도구 없이 독립 보행이 가능하며, 심각한 근골격계 질환, 심장질환, 폐질환, 낙상의 높은 위험 요인과 관련된 질환(예: 파킨슨병)을 앓고 있는 자는 배제하였다. 낙상공포에 따른 집단을 분류하기 위해 낙상공포에 대한 질문과 체력검사를 실시하였다. 낙상공포 집단을 나누기 위해 다음의 질문을 하였다. “당신은 눈이 오는 겨울 외출 시 넘어질까 봐 두려운가요?” 피험자가 “조금 그렇다” 또는 “매우 그렇다”라고 대답하면 낙상공포집단(Fear of Falling Group; FOF Group)으로 분류하였다. 피험자가 “거의 그렇지 않다” 또는 “전혀 그렇지 않다”라고 대답하면 비 낙상공포집단(No-Fear of Falling Group; No Fear Group)으로 분류하였다(Maki et al., 1991).

노인체력검사(Rikli & Jones, 2001)는 노인들의 기능 제한이 유발되기 전에 신체적 기능 저하를 발견하고 치료하기 위해 만들어진 도구이다. 검사의 타당성, 신뢰성, 수행표준이 갖추어진 도구로 근력, 전신지구력, 유연성, 민첩성과 동적 평형성을 평가할 수 있는 도구이다. 낙상공포집단을 움직임 기능에 따라 분류하기 위해 노인체력검사매뉴얼에서 제시한 전체 여섯 종목 중 세 종목 이상의 결과 값이 연령별 평균값에 미달되는 피험자를 움직임에 제한적인 낙상공포집단(Fear Of Falling with Activity Restriction Group; FOF-AR Group)으로 정의하였다. 그리고 피험자들의 종목별 결과가 노인체력검사 매뉴얼에서 제시된 연령별 평균값 이상인 피험자들(적어도 두 종목)을 움직임에 제약이 없는 낙상공포집단(FOF but No Activity Restriction Group; FOF-NAR Group)으로 구분하였다<Table 1>. 피험자들의 신체적 특성과 낙상 유무는 <Table 2>와 같다. 낙상은 피험자 본인의 의도와는 상관없이 신체가 바닥 또는 지면으로 떨어져 잠시 머무르는 상태로 정의하였다(Uemura et al., 2012).

Table 1. Results of Senior Fitness Test in Groups.

(mean±SD)

Group	Chair stand (count/30sec)	Arm curl (count/30sec)	2 minute step (count)	Chair sit and reach (cm)	Back scratch (cm)	8 foot up and go (sec)
No-Fear Group	10.0±0.81	18.14±4.56	98.57±22.3	5.34±11.92	-8.28±11.13	7.73±1.33
FOF-AR Group	10.0±0.92	18.75±3.15	98.7±25.9	11.68±10.56	-11.5±9.10	8.71±1.42
FOF-NAR Group	10.33±1.01	18.42±3.27	98.83±15.45	13.68±3.45	-6.00±13.0	8.7±1.76

Note. No-Fear Group: No-Fear of Falling Group, FOF-AR Group: Fear Of Falling with Activity Restriction Group, FOF-NAR Group: Fear Of Falling but No Activity Restriction Group.

Table 2. Characteristics of Groups

(mean±SD)

Group(N)	Age(yrs)	Weight(kg)	Height(cm)	Experience of falling, Yes(No)	Dominant limb (Right)
No-Fear Group(7)	72.71±4.02	53.42±5.56	152.45±5.8	2, (5)	7
FOF-AR Group(8)	73.5±3.54	57.37±8.63	152.5±6.02	6, (2)	8
FOF-NAR Group(6)	71.33±4.27	56.57±6.98	153.5±6.10	4, (2)	6

측정도구 및 방법

실험도구

실험은 주로(gaitway)를 중심으로 10대의 3차원 동작 분석 카메라(MX-T40, Vicon Inc, UK), 200Hz)를 설치하여 피험자들의 보행시작 움직임을 분석하였다. 카메라는 적외선 파장을 이용해 피험자 신체에 부착된 마커의 위치를 감지하고, 이 자료는 다시 카메라로 보내져 동작분석 통합시스템(Vicon MX Giganet)을 통해 디지털 신호로 전환된다. 근육의 활동을 측정하기 위해 무선 DELSYS Trigno Wireless system(boston, MA)이 사용되었다.

실험 절차 및 방법

연구자는 피험자에게 실험의 목적, 실험 과제를 자세히 설명 한 후 피험자의 실험 참여 의사를 확인하고 실험 동의서에 서명을 받았다. 피험자의 낙상공포와 낙상경험, 현재 복용하고 있는 약의 종류, 신체적 특성을 조사한 후, 피험자의 신체적 기능에 따라 낙상 공포 집단을 나누기 위해 노인체력검사(Rikli & Jones, 2001)를 실시하였다.

다음으로 보행과제 실험이 진행되었다. 운동학적 자료를 얻기 위해 인체의 주요 관절 및 분절(머리(Forehead, R/L head, Chin), 팔(R/L upper arm, R/L medial lbow, R/L later lbow, R/L medial wrist, R/L

later wrist, hand), 몸통(R/L Shoulder, Trunk), 골반(sacrum, R/L ASIS, R/L LIAC, R/L GT), 다리(R/L thigh R/L medial knee, R/L later knee, R/L shank, R/L medial ankle, R/L later ankle, 발(R/L META5, R/L Styloid, R/L cunifform)과 운동화 겹면의 발뒤꿈치 중심부와 첫 번째 중족골 경부에 마커를 부착하였다. 근전도 자료를 얻기 위해 양 하지의 전경골근(Tibialis Anterior)과 가자미근(Soleus)에 의료용 솜을 이용하여 닦은 후 근육의 부착지점에 표면전극을 부착하였다(Figure 1). 근전도 자료의 분석을 위해 바로 선 자세에서 Rest Voluntary Contraction(RVC)이 측정되었다. 보행의 시작위치는 6m 주로의 시작 지점이며(종이테이프를 표시함), 피험자는 편안한 자세로 선 자세에서 연구자의 언어지시를 듣고 걷기 동작을 실시하며 주로의 끝까지 걸었다. 평소의 걸음걸이를 구현하

Figure 1. Marker Setting

기 위해 본인의 운동화를 착용하고 보행하였으며, 정면으로 걷기 동작과 측면 방향(우측으로 약 90°)으로 걷기 동작을 각각 5회씩 수행하였다. 각각의 걷기 동작은 피험자의 주동발로 시작하였다(Figure 2).

Figure 2. Description of walk type

자료 산출 및 분석

영상분석장비를 통해 얻은 운동학적 자료는 NEXUS 1.8.5 프로그램을 이용하여 butterworth fourth filter를 사용하였고, cut off frequency 4Hz로 실시하였다. 근전도 측정 자료는 Delsys wireless EMG를 이용하여 분석하였고, 필터링은 butterworth fourth filter를 사용하였고, cut off frequency 25Hz를 실시하고, 원 데이터를 zeroing 시킨 다음 moving average(window length: 100/2000s, overlap: 10/2000s)를 사용하였고, APA부터 HO까지의 평균값으로 표준화하였다. 그리고 모든 데이터는 Matlab R2012a(The MathWorks inc, USA) 프로그램을 이용하여 처리하였다. 분석 이벤트는 <Table 3>과 같고(Dessery et al., 2011), 분석구간은 먼저 스윙하는 하지의 HO부터 HS까지와 나중에 따라가는 하지의 HO부터 HS까지이다. 실험에 참여한 모든 피험자의 주동발이 오른발이었기에 오른발의 HO부터 왼발의 HS까지이다.

Table 3. Analysis Event

Analysis Event	Description
Onset Anticipatory Postural Adjustment (APA)	Threshold values of tibialis anterior in swing leg(5SD over RVC average times SSD)
Heel Off(HO)	Heel off the ground
Toe Off(TO)	Toe off the ground
Heel Strike(HS)	Heel strike the ground

각 이벤트와 구간에서 다음의 변인이 산출되었다.

- ① 선제적 자세 적응 구간의 시간(Duration of APA Phase): 전경골근의 활동 시작 ~ HO
- ② 수행 구간의 시간(Duration of Execution Phase): HO ~ TO, TO ~ HS.
- ③ 무게중심의 속도(Velocity of the Center of Mass in medial-lateral axis): HO ~ TO, TO ~ HS.
- ④ 몸통의 기울기(전두면): HO, TO, HS.: 피험자의 정적 선 자세(static standing position)를 기본 자세로 설정하고, 각 이벤트에서 기본자세로부터 얼마나 기울어져 있는지를 계산하였다.
- ⑤ 보간(step width): TO ~ HS.: 양발의 뒤꿈치 마커의 수평거리로 계산하였다.
- ⑥ 스윙하는 하지와 지지하는 하지의 동시활성지수(coactivation index)는 다음의 공식으로 구하였다(Peterson & Martin, 2010). 근육의 동시활성은 관절 주위의 주동근과 길항근이 동시에 활성화 되는 것이며, 관절의 안정화와 일반적인 운동제어에 중요한 역할을 한다(Le et al., 2017).

Coactivation index:

$$CI = 2 \times \left(\frac{\int \min(EMG_{TA}, EMG_{SOL})}{\int EMG_{TA} + \int EMG_{SOL}} \right) \times 100$$

통계분석

본 연구의 목적은 낙상공포를 느끼는 노인의 정면과 측면 방향의 보행 수행 시 보행시작 구간에서 자세적응의 특성을 분석하는 것이다. 반복측정 이원배치 분산분석[세 집단(비낙상공포집단, 신체활동에 제약이 있는 낙상공포 집단, 신체활동에 제약이 없는 낙상공포 집단)×두 방향의 보행시작 움직임(정면 & 측면)]을 실시하였다. 통계 분석 프로그램으로 SPSS 18.0을 사용하였으며, $p < .05$ 로 설정하였다.

결과

운동학 결과

구간별 시간

세 집단 노인들의 정면 보행과 우측 보행 수행 시 보행시작 움직임에서 구간별 시간은 <Table 4>와 같다. 본 연구결과에서 피험자들의 주동발인 오른쪽 하지가 먼저 스윙하는 하지이며, 지지하는 하지는 왼쪽이다. 정면보행 시 오른쪽 하지의 Heel Off(HO)부터 Toe Off(TO) 구간의 시간 결과는 측정 및 분석이 가능했으나, 측면 보행의 경우 정면 보행과 달리 Heel Off보다 Toe Off가 먼저 일어나는 피험자들이 있었기에 우측하지의 HO~TO 구간의 시간을 구할 수 없었다.

왼쪽 하지의 Heel Off부터 Toe Off 구간의 시간이 정면 보행과 측면 보행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 정면 보행 시 왼쪽 하지의 Heel Off부터 Toe Off 구간 동안 측면 보행 보다 시간이 더 오

래 걸린 것으로 나타났다.

왼쪽 하지의 Toe Off부터 Heel Strike 구간의 시간에서 보행 타입과 피험자 그룹간에 상호작용이 나타났다($F=6.552, p=.007$). 낙상 공포를 느끼지 않는 집단의 경우 정면보행과 측면보행 간 시간의 차이가 다른 집단에 비해 크게 나타났는데, 이는 스윙하는 왼쪽 하지를 지지하는 오른쪽 하지가 단단히 잘 받쳐준 것으로 해석된다. 낙상공포를 느끼는 집단의 정면보행과 측면보행 간 시간의 차이는 낙상 공포를 느끼지 않는 집단에 비해 작은 것으로 나타났다.

보간

오른발의 TO부터 HS 구간 동안 보간은 걷기 타입과 그룹간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 왼발의 TO부터 HS 구간 동안의 보간은 보행 타입에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 왼쪽 하지는 오른발 스윙 후 뒤따라가는 하지이기에 왼발의 TO부터 HS 동안 정면 보행 보다 측면 보행 시 보간이 유의하

Table 4. Phase duration (unit:s)

(mean±SD)

Variables	walk type	No-Fear Group	FOF-AR Group	FOF-NAR Group	Statistical Results	
Right APA	walk	0.349±0.459	0.1331±0.130	0.180±0.123	Walk Group	F=2.23, $p=.642$
	walk_R	0.398±.435	0.251±0.390	0.162±0.091	Walk×Group	F=1.917, $p=.176$ F=.138, $p=.872$
Right TO-HS	walk	0.335±0.040	0.341±0.053	0.364±0.044	Walk Group	F=1.161, $p=.295$
	walk_R	0.362±0.049	0.355±0.039	0.367±0.059	Walk×Group	F=.490, $p=.621$ F=.241, $p=.788$
Left APA	walk	0.788±0.292	0.685±0.183	0.871±0.330	Walk Group	F=.245, $p=.627$
	walk_R	0.884±0.43	0.711±0.453	0.638±0.236	Walk×Group	F=.417, $p=.665$ F=.760, $p=.482$
Left HO-TO	walk	0.214±0.030	0.204±0.052	0.215±0.031	Walk Group	F=37.942, $p=.00$
	walk_R	0.130±0.026	0.166±0.040	0.161±0.028	Walk×Group	F=.534, $p=.595$ F=2.089, $p=.153$
Left TO-HS	walk	0.389±0.021	0.408±0.038	0.414±0.045	Walk Group	F=19.368, $p=.00$
	walk_R	0.479±0.049	0.430±0.047	0.427±0.071	Walk×Group	F=.265, $p=.770$ F=6.552, $p=.007$

Note. Swing first is right leg and stance limb is left leg, walk: walk to forward, walk_R: walk to right.

Table 5. Step width (unit: mm)

(mean±SD)

Step width	walk type	No-Fear Group	FOF-AR Group	FOF-NAR Group	Statistical Results	
Right TO-HS	walk	191.14±35.00	257.03±173.06	243.02±178.25	Walk Group	F=4.090, $p=.058$
	walk_R	146.06±19.62	175.17±26.54	172.19±41.72	Walk×Group	F=.797, $p=.466$ F=.077, $p=.927$
Left TO-HS	walk	31.18±13.26	46.54±19.49	30.47±4.74	Walk Group	F=202.402, $p=.00$
	walk_R	148.73±22.67	161.78±49.84	164.23±31.18	Walk×Group	F=.880, $p=.432$ F=.434, $p=.655$

게 크게 나타난 것으로 해석된다.

몸통의 각도

<Table 6>은 먼저 스윙하는 오른쪽 하지와 지지하는 왼쪽 하지의 보행 이벤트에 따른 전두면에서의 몸통 각도이다. 오른쪽 하지의 HO, HS와 왼쪽 하지의 HO, TO, HS에서 몸통의 각도는 보행 타입에 따라 유의한 차이를 나타냈다. 몸통의 각도는 정적 선 자세에서의 몸통 각도를 기본으로 설정하고, 각 이벤트 시 몸통 각도에서 기본 각도를 뺀 값으로 계산하였다. 오른쪽 하지의 HO, HS에서 정면보행의 경우 기본자세에서 보다 전방향으로, 측면보행은 기본자세에서 보다 후방향으로 몸통을 틀어 보행을 수행한 것으로 나타났다.

무게중심의 속도

<Table 7>은 보행시작 움직임 시 각 구간동안 내·외측 방향의 무게중심의 속도를 나타낸다. 오른쪽과 왼쪽 하지의 TO부터 HS 구간, 왼쪽 하지의 HO부터 TO 구간에서 내·외측 방향의 무게중심의 속도는 걷기 타입에 따라 유의한 차이를 나타냈다. 정면보행이 측면보행에 비해 내·외측 방향의 무게중심의 속도가 유의하게 크게 나타났다.

근전도 결과

Coactivation Index

동시활성 지수(coactivation index)는 보행타입과 그룹 간에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다<Table 8>.

Table 6. Trunk angle in Medial-lateral axis (unit: degree)

(mean±SD)

Trunk angle	walk type	No-Fear Group	FOF-AR Group	FOF-NAR Group	Statistical Results	
Right HO	walk	.2001±2.267	.9128±3.018	.704±1.363	Walk Group	F=14.019, <i>p</i> =.001
	walk_R	-3.501±2.271	-3.552±5.61	-5.230±4.09	Walk×Group	F=.381, <i>p</i> =.689
Right HS	walk	.199±2.266	-.9135±3.018	-.702±1.363	Walk Group	F=14.004, <i>p</i> =.001
	walk_R	-3.502±2.27	-3.552±5.61	-5.227±4.10	Walk×Group	F=.379, <i>p</i> =.690
Left HO	walk	-.0889±2.286	.9135±3.018	.7032±2.329	Walk Group	F=13.502, <i>p</i> =.002
	walk_R	3.502±2.27	3.552±5.615	5.227±4.101	Walk×Group	F=.351, <i>p</i> =.708
Left TO	walk	-.0889±2.28	.9138±3.01	.7023±1.363	Walk Group	F=13.506, <i>p</i> =.002
	walk_R	3.502±2.269	3.551±5.165	5.227±4.101	Walk×Group	F=.351, <i>p</i> =.708
Left HS	walk	-.088±2.287	.9135±3.01	.7025±1.363	Walk Group	F=13.524, <i>p</i> =.002
	walk_R	3.501±2.269	3.555±5.610	5.227±4.102	Walk×Group	F=.351, <i>p</i> =.709

Table 7. Center of Mass Velocity in Medial-lateral axis (unit: mm/s)

(mean±SD)

COM Velocity (Medial-lateral axis)	walk type	No-Fear Group	FOF-AR Group	FOF-NAR Group	Statistical Results	
Right TO-HS	walk	440.76±86.86	526.41±107.83	468.31±65.21	Walk Group	F=265.293, <i>p</i> =.00
	walk_R	31.81±10.97	78.24±92.34	88.93±109.05	Walk×Group	F=2.00, <i>p</i> =.164
Left HO-TO	walk	1325.75±349.72	1190.50±443.91	1323.04±240.83	Walk Group	F=.267, <i>p</i> =.769
	walk_R	38.00±12.91	110.93±138.85	124.68±183.58	Walk×Group	F=.502, <i>p</i> =.614
Left TO-HS	walk	939.00±192.00	1076.78±252.69	988.27±108.29	Walk Group	F=449.78, <i>p</i> =.00
	walk_R	38.57±10.09	117.30±120.46	124.38±155.26	Walk×Group	F=1.308, <i>p</i> =.295

Table 8. Coactivation Index

(mean±SD)

Coactivation Index	walk type	No-Fear Group	FOF-AR Group	FOF-NAR Group	Statistical Results	
Right swing limb	walk	99.17±0.55	98.97±0.45	99.27±0.50	Walk Group	F=.050, <i>p</i> =.825
	walk_R	99.19±0.23	99.09±0.39	99.21±0.28	Walk×Group	F=.953, <i>p</i> =.404 F=.160, <i>p</i> =.854
Left stance limb	walk	99.20±0.50	98.97±0.50	99.21±0.48	Walk Group	F=.117, <i>p</i> =.737
	walk_R	99.22±0.22	99.11±0.40	99.19±0.247	Walk×Group	F=.802, <i>p</i> =.464 F=.147, <i>p</i> =.865

논의

본 연구의 목적은 낙상공포를 느끼는 노인을 신체 활동 제약 수준에 따라 두 집단으로 나눈 후 정면과 측면의 보행시작 움직임 시 자세적응의 차이를 분석하는 것이다. 나중에 스윙하는 왼발의 HO~TO의 경우 측면보행 시 정면보행을 할 때 보다 시간이 유의하게 짧게 걸린 것으로 나타났는데, 이미 몸통의 방향이 측면으로 전환되었기에 늦게 스윙하는 왼발은 움직임의 진행방향으로 따라가기 위해 왼발의 HO~TO의 시간은 짧게 나타난 것으로 생각된다. 그리고 먼저 측면으로 스윙하여 지면을 딛고 있는 오른발의 옆으로 왼발이 따라가기 위해 왼발의 TO~HS의 시간이 길게 나타난 것으로 해석된다. 왼발의 TO~HS 구간에서 측면보행 시 보간이 유의하게 크게 나타났는데, 정면보행 시 보다 측면으로 방향전환 후 자세의 안정성을 위해 양발을 많이 벌린 것으로 해석된다.

보행과 보행시작 움직임 시 시상면과 전두면에서 무게중심의 움직임은 낙상과 관련 되어있으며, 낙상은 TO에서 무게중심의 변위와 속도에 달려있다(Lyon & Day, 1997). 본 연구에서 측면보행의 시작 움직임 시 내·외측방향의 무게중심의 속도는 정면보행의 시작 움직임 보다 유의하게 작게 나타났다. 측면보행의 시작 움직임은 정적인 서기 자세에서 먼저 오른발을 스윙하여 측면으로 돌려 지면에 발 뒤꿈치가 닿고 그 방향으로 걸어가는 동작이다. 이 동작은 익숙한 정면보행의 시작 움직임 보다 덜 자연스럽고 소극적인 동작이기에 내·외측방향의 무게중심의 속도가 낮게 나온 것으로 생각된다.

내·외측방향의 무게중심속도 변인이 집단 간 유의

한 차이를 나타내지는 않았으나, 측면보행의 시작 움직임 시 낙상공포집단의 내·외측방향의 무게중심속도의 값이 비낙상공포집단에 비해 크게 나타났다. 선행 연구에 따르면 하지 근력이 강하고 균형력이 뛰어난 성인의 정면보행 시 내·외측방향 무게중심속도의 값은 작게 나타났다(Dessery et al., 2011). 본 연구에서 낙상공포집단이 비낙상공포집단에 비해 내·외측방향의 무게중심속도가 큰 것은 낙상공포집단이 비낙상공포집단에 비해 균형력이 다소 떨어지는 것으로 해석된다.

근육의 동시활성은 관절을 더욱 안정화시키고 강직시킨다. 특히 서기 자세를 굳게 유지하기 위해 하지의 안정성이 중요하다. 하지근육의 동시활성은 적절히 균형을 유지하고, 부하를 배분하고, 울퉁불퉁한 지면에서 굳게 설수 있도록 도와준다(Le et al., 2017). 본 연구에서 걷기타입과 집단 간 동시활성지수의 유의한 차이가 나타나지 않았으나, Hortobagyi & DeVita(2000)은 노인들의 계단 내려오기 과제 수행 시 하퇴의 동시활성이 젊은이들에 비해 91% 높게 나타났다고 보고하였다. 하퇴의 동시활성은 노인의 경우 근력과 신경학적 기능의 저하로 인해 동적인 과제 수행 시 동시활성을 증가시켜 관절을 안정화시키고 강직시킨다고 하였다.

본 연구는 낙상공포를 느끼는 노인을 체력정도에 따라 두 집단으로 나누어 정면보행과 측면보행 시작움직임의 차이를 분석하였으나, 정면보행과 측면보행의 시작 움직임의 차이만이 나타났고 낙상공포는 보행 시작 움직임에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 선행연구에 따르면 낙상공포는 보행 수행 시 보행속도의 감소, 확보장 감소, 확보폭의 증가에 영향을 미치고(Maki, 1997), 낙상공포를 느끼는 노인들은 장애물을 건넌 후 지면에 발을 조심스럽게 내딛는 소극적인 보행을 하는 것으로 보고된바 있다(Yu et al., 2014). 그렇다면 낙상공포가 두 가지 보행의 시작움직임에 유의

한 영향을 미치지 않은 이유를 생각해 보면, 세 집단의 피험자 수가 적고, 피험자 모집 시 표본화의 과정에 문제가 있었는지를 숙고해 본다. 따라서 추후 연구에서는 낙상공포와 관련된 피험자의 표본을 구체화시키고, 각 집단의 피험자를 적어도 10명 이상으로 구성하여 낙상공포가 보행 시작움직임에 미치는 영향을 심도 깊게 살펴보는 것이 필요하다.

정면보행과 측면보행의 시작 움직임의 운동학적 차이는 노인의 보행 재활 치료 시 참고 자료로 이용될 수 있다. 측면보행(방향을 바꾸어 걷는 동작)은 스윙하는 하지의 첫 스텝에 의해 보행의 방향이 결정되며, 움직임을 수행하기 위해선 균형을 유지하며 움직임을 조절하는 것이 필요하다. 따라서 균형력과 자세조절 능력이 부족한 노인들의 낙상 예방을 위한 다양한 움직임 훈련 시 필수적으로 수행되어야 할 움직임이라 생각된다. 보행 시작 움직임(Gait Initiation)의 기능은 몸무게의 부하가 지지하는 하지에 어떻게 전이되는지, 첫 스텝을 시작하기 위해 스윙하지를 자유롭게 움직이고, 진행방향으로 나아가기 위한 필요조건들을 만드는 것이다(Breniere et al., 1987). 본 연구에서 보행 시작 움직임 시 몸무게 부하의 전이를 살펴보기 위해 압력 중심(Center of Pressure) 변인을 측정하였으나, 실험 중 기계 작동의 오류로 인해 피험자 모두의 자료를 도출하지 못해 비교 자료로 사용할 수 없었다. 보행 구간에 따른 압력중심과 무게중심 변인의 변화를 연결지어 살펴본다면 각 집단의 보행 시작 움직임의 특성을 더욱 명확하게 파악할 수 있으리라 생각된다.

결론

정면보행과 측면보행 시작 움직임의 운동학적 변인의 차이는 있었으나, 낙상공포는 정면 및 측면보행 시작 움직임에 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 추후연구로 낙상공포를 느끼는 노인들의 보행 시작 움직임 시 부하의 변화와 무게중심의 변화를 함께 살펴보는 연구를 제안한다.

참고문헌

- Brenière, Y., Cuong, Do. M., & Bouisset, S. (1987). Are dynamic phenomena prior to stepping essential to walking? *Journal of Motor Behavior*, 19(1): 62-76.
- Campbell, A. J., Borrie, M. J., Spears, G. F., Jackson, S. L., Brown, J. S., & Fitzgerald, J. L. (1990). Circumstances and consequences of falls experienced by a community population 70 years and over during a prospective study. *Age and ageing*, 19(2): 136-41.
- Chamberlin, M. E., Fulwider, B. D., Sanders SL, & Medeiros, J. M. (2005). Does fear of falling influence spatial and temporal gait parameters in elderly persons beyond changes associated with normal aging? *The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(9): 1163-1167.
- Chang, H., & Krebs, D. E. (1999). Dynamic balance control in elders: gait initiation assessment as a screening tool. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(5): 490-494.
- Dargent-Molina, P., Favier, F., Grandjean, H., Baudoin, C., Schott, A. M., Hausherr, E., Meunier, P. J., & Bréart, G. (1996). Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. *Lancet*, 348(9021): 145-149.
- Delbaere, K., Crombez, G., Vanderstraeten, G., Willems, T., & Cambier, D. (2004). Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age and Ageing*, 33(4): 368-373.
- Dessery, Y., Barbier, F., Gillet, C., & Corbeil, P. (2011). Does lower limb preference influence gait initiation? *Gait and Posture*, 33(4): 550-555.
- Friedman, S. M., Munoz, B., West, S. K., Rubin, G. S., & Fried, L. P. (2002). Falls and fear of falling: Which comes first? a longitudinal prediction modelsuggests strategies for primary and secondary prevention. *Journal of the American*

- Geriatrics Society*, 50(8): 1329-1335.
- Hass, C. J., Waddell, D. E., Wolf, S. L., Juncos, J. L., & Gregor, R. J. (2008). Gait initiation in older adults with postural instability. *Clinical Biomechanics*, 23(6): 743-753.
- Hortobagyi, T. & DeVita P. (2000). Muscle pre-and coactivity during downward stepping are associated with leg stiffness in aging. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(2): 117-126.
- Le, P., Best, T. M., Khan, S. N., Mendel, E., & Marras, W. S. (2017). A review of methods to assess coactivation in the spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 32: 51-60.
- Lyon, I. N., & Day, B. L. (1997). Control of frontal plane body motion in human stepping. *Experimental Brain Research*, 115(2): 345-356.
- Maki, B. E. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45(3): 313-320.
- Maki, B. E., Holliday, P. J., & Topper, A. K. (1991). Fear of falling and postural performance in the elderly. *Journals of Gerontology*, 46(4): M123-131.
- Marottoli, R. A., Berkman, L. F., & Cooney, L. M Jr. (1992). Decline in physical function following hip fracture. *Journal of the American Geriatrics Society*, 40(9): 861-866.
- Martin, M., Shinberg, M., Kuchibhatla, M., Ray, L., Carollo, J. J., & Schenkman, M. L. (2002). Gait initiation in community-dwelling adults with Parkinson disease: comparison with older and younger adults without the disease. *Physical Therapy*, 82(6): 566-577.
- Mbourou, G. A., Lajoie, Y., & Teasdale, N. (2003). Step length variability at gait initiation in elderly fallers and non-fallers, and young adults. *Gerontology*, 49(1): 21-26.
- Peterson, D. S., & Martin, P. E. (2010). Effects of age and walking speed on coactivation and cost of walking in healthy adults. *Gait and Posture*, 31(3): 355-359.
- Polcyn, A. F., Lipsitz, L. A., Kerrigan, D. C., & Collins, J. J. (1998). Age-related changes in the initiation of gait: degradation of central mechanisms for momentum generation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(12): 1582-1589.
- Reelick, M. F., van Iersel, M. B., Kessels, R. P., & Rikkert, M. G. (2009). The influence of fear of falling on gait and balance in older people. *Age and Ageing*, 38(4): 435-440.
- Rikli, R. E. & Jones, C. J. (2001). *Senior Fitness Test Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rochat S, Büla CJ, Martin E, Seematter-Bagnoud L, Karmaniola A, Aminian K, Piot-Ziegler C, & Santos-Eggimann, B. (2010). What is the relationship between fear of falling and gait in well-functioning older persons aged 65 to 70 years? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(6): 879-84.
- Rogers, M. W., & Mille, M. L. (2003). Lateral stability and falls in older people. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31(4): 182-187.
- Scheffer, A. C., Schuurmans, M. J., van Dijk, N., van der Hooft, T., & de Rooij, S. E. (2008). Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. *Age and Ageing*, 37(1): 19-24.
- Uemura, K., Yamada, M., Nagai, K., Tanaka, B., Mori, S., & Ichihashi, N. (2012). Fear of falling is associated with prolonged anticipatory postural adjustment during gait initiation under dual-task conditions in older adults. *Gait and Posture*, 35(2): 282-286.
- Yu, Y. Y., Lee, K. K., & Kim, S. B. (2014). Effects of fear of falling and cognitive task on the obstacle gait in older adults. *Kinesiology*, 16(4): 63-72.

논문투고일 : 2017. 06. 27
 1차 수정일 : 2017. 07. 14
 2차 수정일 : 2017. 07. 16
 게재확정일 : 2017. 07. 20