

# 보행경로 너비에 따른 노인의 시·공간적 보행 분석

## Analysis of Spatio-Temporal Parameters of Gait in Elderly by Various Walking Pathways Width

손호희\*, 김은정\*\*

부산가톨릭대학교 물리치료학과\*, 마산대학교 물리치료과\*\*

Ho-Hee Son(sonhh@cup.ac.kr)\*, Eun-Jung Kim(eunjung704@hanmail.net)\*\*

### 요약

본 연구의 목적은 노인과 정상 성인의 보행경로 너비에 따른 보행 시, 시·공간적 보행 변수의 변화를 알아보기 위함이다. 연구의 대상자는 낙상의 경험이 없는 건강한 노인 20명과 20대 성인 18명으로 하였으며, 3가지 다른 너비의 보행경로(평상시 보행(usual walking), 좁은 너비 보행(narrow base walking), 한 줄 보행(centerline-guided walking)에서 보행을 실시하였다. 평상시 보행은 보행경로에 제한을 두지 않았고, 좁은 너비 보행은 각 대상자의 양측 ASIS 사이의 거리를 1/2로 나눈 너비를 보행경로로 설정하였으며, 한 줄 보행은 보행경로 중앙에 한 줄을 표시하여 보행을 실시하였다. 보행을 실시하는 동안, GAITRite system을 이용하여 시·공간적 보행 변수의 변화를 비교 분석하였다. 보행경로 너비에 따른 시·공간적 보행 변수 비교에서 20대 성인은 모든 변수에서 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 노인의 경우 보행속도, 분속수, 양 뒤꿈치 사이 기저면, 기능적 보행지수가 통계적으로 유의하게 감소하였다( $p < .05$ ). 본 연구의 결과를 통해 노인은 20대 성인에 비해 보행경로의 너비가 좁아질수록 낙상에 대한 두려움으로 인해 보행 변수에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 노인의 낙상 예방 훈련을 위한 적절한 보행너비에 대한 이론적 근거를 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

■ 중심어 : | 노인 | 낙상 | 좁은 너비 보행 |

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes in temporospatial variables in healthy elderly and healthy adults during usual walking, narrow base walking and centerline-guided walking. Twenty healthy elderly and nineteen healthy adults were participated in this study. In each conditions, the subjects were walked on a 6m walkway at comfortable self-selected speeds under three conditions : (1) usual walking, (2) walking within a 50% of the distance between the subject's ASIS (3) walking along a centerline. GAITRite system was used for kinematic analysis to assess the temporospatial variables. There were no significant changes in healthy adults( $p > .05$ ), but walking speed, cadence, H-H base support, functional ambulation performance were significantly decreased progressively as pathway narrowed in elderly adults( $p < .05$ ). The results show that elderly people had more difficulty with walking on narrow pathway for fear of falling. This study provides data for use in basic research into safe walking and preventing falling for elderly.

■ keyword : | Elderly | Falling | Narrow base walking |

## I. 서론

노인에게 낙상(falling)은 엉덩관절, 넓다리 부위 골절 등의 신체손상을 일으키며 일상생활의 제한, 사망률의 증가, 인지기능 손상, 우울증 등을 가져와 노인의 삶의 질을 떨어뜨리는 중요한 요인이 되고 있다[1][2]. 75세 이상 노인의 30% 이상이 1년에 한 번 이상 낙상을 경험하게 되며, 한 번 낙상을 경험한 노인은 낙상에 대한 두려움으로 인해 일상생활을 제한하게 되어 기능적으로 점점 퇴화하게 된다[3][4]. 많은 연구에서 낙상의 위험요인으로 근력 약화, 정적 또는 동적 균형능력 감소, 보행속도 감소 등의 신체적 활동의 제한과 관련이 있다고 한다[2][5].

일반적으로 노인의 낙상 위험을 평가하기 위한 도구로 보행주기의 시·공간적 보행변수를 사용한다. 보행 주기는 한 발이 뒤꿈치가 닿은 다음, 같은 발의 뒤꿈치가 닿는 간격을 말하며 보행능력을 평가하기 위한 객관적인 평가요소로 사용하기 위해 이를 보행속도(walking speed), 분속수(cadence), 양발너비(step width), 한걸음거리(stride length), 한발짝거리(step length), 양하지 지지기(double support) 등의 시간적·공간적 변수로 설명하고 있다[6]. 노인의 보행 특징으로는 보행속도와 분속수의 감소, 양하지 지지기 및 양발너비의 증가 등이 보고되고 있다[7][8].

보행은 일상생활에서 이동을 위해 필수적인 것으로 평지에서 보행뿐만 아니라 고르지 않은 지면 또는 장애물이 있는 곳에서의 보행, 넓은 곳에서 좁은 곳으로의 보행 등 다양한 환경에서의 기능이 요구된다. 그러나 많은 노인들이 균형 장애를 가지고 있으며, 이는 보행 또는 이동 중 발생하는 낙상의 주요한 원인이 된다. 또한 나이가 들어갈수록 이러한 다양한 환경에서 보행과제를 수행하는 것이 어려워지며, 특히 노인은 넓은 곳에서 좁은 통로로 보행하게 될 때 기저면을 감소시키는 능력이 젊은 대상자들에 비해 느리다[9]. 또한 좁은 통로에서의 보행은 노인에게 낙상의 두려움을 더욱 커지게 하여 보행의 특징(보행속도, 양발너비, 한발짝거리)의 변화를 야기한다[10].

지금까지 노인의 낙상에 대한 위험을 알아보기 위해

평지에서의 보행 속도의 변화에 따른 보행[11], 신발의 종류[12], 계단 및 경사로에서의 보행[13], 장애물 보행[14] 등 다양한 조건에서의 보행양상에 대한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 일상생활 중 흔히 접할 수 있는 좁은 너비에서 보행 시 노인의 시·공간적 보행 변수의 변화에 대한 연구는 드물다.

이에 본 연구의 목적은 보행경로 너비를 제한한 보행 시 노인의 시·공간적 보행 변수에 미치는 영향을 알아 보아 낙상의 위험요소를 확인하고 노인의 보행 활동 시 낙상 예방 훈련을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

연구대상자는 M도시의 D복지관에 다니는 65세 이상 남녀노인 20명과 M도시에 거주하고 있는 20대 정상 성인 18명을 대상으로 하였다. 대상자의 선정조건은 이전에 낙상의 경험이 없으며, 균형이나 보행에 영향을 줄 만한 신경학적, 정형외과적 손상이 없고, 균형능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자로 하였다. 사전에 실험의 목적과 방법에 대하여 충분한 설명으로 본인의 동의를 얻었다. 연구기간은 2013년 1월에 예비실험을 실시한 후 문제점을 보완하여 본 실험을 2013년 2월에 실시하였다.

### 2. 연구절차 및 측정도구

#### 2.1 연구절차

연구대상자들에게 연구절차를 알려주기 위해서 연구보조원이 시범을 보인 후 연구를 시행하였다. 모든 대상자들은 실험실에 익숙해지도록 보행연습을 하여 자연스러운 보행을 유도한 후 평상시 보행(usual walking), 좁은 너비 보행(narrow base walking), 한줄 보행(centerline-guided walking)을 하도록 지시하였다.

평상시 보행은 보행경로의 너비를 제한하지 않는 보행을 실시하였고, 좁은 너비 보행은 줄자로 대상자의 양쪽 ASIS 사이 길이를 측정한 후 1/2로 나눈 너비만큼 테이프를 이용하여 보행경로로 설정하였으며[15], 한줄

보행은 보행경로 중앙에 한 줄을 설정하여 보행을 실시하였다[16].

각각의 보행 사이에는 충분한 휴식을 제공하였으며, 6m 거리(GAITRite 4m, GAITRite 전·후 2m)를 3회 반복 보행 후 평균값을 사용하였다.

## 2.2 측정도구

보행의 시·공간적 변수를 분석하기 위하여 GAITRite system(SMS Technologies Ltd, UK)을 사용하였다. GAITRite는 길이 6m의 전자식 보행판으로 18,432 센서가 격자 형태로 정렬되어 시간적, 공간적 변수에 대한 정보를 수집한다. 보행판은 전체길이에서 중심을 기준으로 폭 0.61m와 길이 4.88m는 센서가 압력을 인지하는 활성 측정지역이다. 시스템의 샘플링 속도는 38.4Hz에서 사용되었으며, 이들 정보를 직렬 인터페이스 케이블에 의하여 컴퓨터로 보내게 된다.

이 장비의 측정자 신뢰도는  $r=.90$ 이고 편안한 보행속도의 모든 보행 측정 구간 내 상관계수는  $r=.96$ 이었다[17].

## 3. 자료분석

보행경로 너비에 따른 시·공간적 보행변수 분석을 위해 정규성 검정 후 이요인 반복측정 분산분석(two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 집단 간 차이를 보기 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였고, 개체 내 검정을 위해서는 일요인 반복측정 분산분석(one-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다.

통계처리 프로그램은 SPSS 20.0 Ver. for windows를 사용하였고, 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 0.05로 하였다.

## III. 결 과

### 1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 대상자는 노인 20명과 20대 성인 18명이었고, 일반적 특성은 다음과 같다[Table 1].

Table 1. General characteristic of the subject (Mean±SE)

Variables	Elderly(n=20)	Young(n=18)
Age(yrs)	77.90±1.32	26.50±1.28
Height(cm)	153.15±1.50	166.10±3.02
Body weight(kg)	57.40±1.68	63.28±1.72
Sex(F/M)	17/3	12/6

Mean±SE : mean±standard error

## 2. 보행경로 너비에 따른 시공간적 보행변수 분석

보행경로 너비에 따른 시·공간적 보행 변수 비교에서 20대 성인은 모든 변수에서 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 노인의 경우 보행속도(walking speed), 분속수(cadence), 양 뒤꿈치 사이 기저면(H-H base support), 기능적 보행지수(functional ambulation performance : FAP)에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다( $p<.05$ )[Table 2].

대비검정 결과 좁은 너비 보행(narrow base walking)과 한줄 보행(centerline-guided walking)에서 평상시 보행(usual walking)에 비해 보행속도, 분속수의 감소를 나타냈고, 보행경로의 너비가 좁아질수록 양 뒤꿈치 사이 기저면의 감소를 나타냈으며, 한 줄 보행에서 평상시 보행에 비해 FAP의 감소를 나타냈다( $p<.05$ ). 한줄 보행은 좁은 너비 보행에 비해 보행속도, 분속수, FAP에서 감소를 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다( $p>.05$ )[Table 3].

## IV. 고 찰

본 연구는 다양한 보행환경 중에서도 보행경로의 너비를 줄여 좁은 너비 보행과 한줄 보행이 노인과 20대 성인의 시·공간적 보행변수에 미치는 영향을 파악하고 이를 통해 보행경로가 좁아지는 환경에서의 보행 시 노인의 보행에 대한 객관적 근거를 제시하고자 하였다.

Table 2. Comparison of spatio-temporal parameters of gait in elderly by various walking pathways width (Mean±SE)

		UW	NBW	CGW	Within	Between
Walking speed (cm/sec)	elderly	79.90±2.76	74.31±3.83	72.18±3.82	0.01*	0.00*
	young	144.11±3.69	142.21±4.11	137.92±4.17	0.27	
Cadence (step/min)	elderly	102.36±2.35	97.77±3.11	95.21±2.91	0.01*	0.00*
	young	130.94±4.15	127.67±4.80	126.27±3.93	0.18	
Stride length (cm)	elderly	91.80±3.92	91.70±2.96	90.46±2.78	0.87	0.00*
	young	131.91±4.09	135.68±3.24	132.86±2.93	0.26	
Step length (cm)	elderly	48.44±2.26	45.95±1.42	45.51±1.37	0.25	0.00*
	young	64.99±2.19	66.81±1.97	65.48±1.56	0.53	
Double support time (%cycle)	elderly	25.13±0.70	25.41±0.99	26.35±0.93	0.22	0.00*
	young	17.88±1.35	16.84±0.91	17.06±0.81	0.65	
H-H base support (cm)	elderly	7.13±1.13	2.29±0.54	0.70±0.61	0.00*	0.00*
	young	4.97±1.99	4.10±0.79	0.97±0.98	0.14	
FAP (score)	elderly	90.67±1.88	88.87±2.46	84.53±3.34	0.04*	0.00*
	young	90.56±2.40	89.89±3.02	86.67±3.37	0.27	

\* p<.05

UW : usual walking, NBW : narrow base walking, CGW : centerline-guided walking

Table 3. Post-hoc test (Mean±SE)

	요인(I)	요인(J)	평균차(I-J)	p
Walking speed	Usual walking	Narrow base walking	5.59(*)	0.04
		Centerline-guided walking	7.72(*)	0.01
	Narrow base walking	Centerline-guided walking	2.13	0.12
Cadence	Usual walking	Narrow base walking	4.59(*)	0.03
		Centerline-guided walking	7.15(*)	0.01
	Narrow base walking	Centerline-guided walking	2.56	0.14
H-H base support	Usual walking	Narrow base walking	4.85(*)	0.00
		Centerline-guided walking	6.43(*)	0.00
	Narrow base walking	Centerline-guided walking	1.59(*)	0.04
FAP	Usual walking	Narrow base walking	1.80	0.22
		Centerline-guided walking	6.13(*)	0.03
	Narrow base walking	Centerline-guided walking	4.33	0.16

\* p<.05

노인에게 다양한 환경에서의 적절한 보행능력은 독립적으로 기능하기 위한 필수적인 요소이다. 노인의 보행능력은 신체 전반적인 건강과 관련된 지표가 될 뿐만 아니라 낙상과 사망률 등의 예측인자로도 사용되어 여러 가지 보행변수에 대한 연구가 이루어지고 있다 [18][19]. 그 중 좁은 너비 보행과 한줄 보행은 이마면 (frontal plane)에서의 안정성에 대한 요구가 증가하기 때문에 노인의 동적 안정성을 평가하는 도구로 자주 사

용된다[20]. 특히, 나이와 직접 관련이 있는 한줄 보행 능력을 측정하는 것은 낙상위험요인을 평가하는데 매우 중요하다고 보고되었다[21].

본 연구에서는 이러한 좁은 너비 보행과 한줄 보행 능력 등을 평가하기 위해서 시·공간적 변수들을 각각 측정하였다. 모든 보행조건에서 20대 성인과 노인의 보행은 시·공간적 변수에서 차이가 있었으며, 노인은 정상 성인에 비해 보행속도, 분속수, 양발 지지기 등의 모

든 보행변수에서 낮게 나타났다. 그러나 정상 성인은 보행경로의 너비가 제한되는 조건으로 변화하게 될 경우에 보행변수의 차이가 거의 없거나 유의한 차이를 나타내지 않은 반면, 노인은 보행경로의 너비가 제한됨에 따라 보행속도, 분속수, 양 뒤꿈치 사이 기저면, 기능적 보행지수에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 그 외의 다른 변수들에서는 평균값이 통계적으로 유의하지는 않았지만 대체적으로 감소하는 경향을 나타냈다.

이와 같은 결과는 이전의 보고된 연구 결과와 방향을 같이한다. 정상 환경에 비해 좁은 너비의 환경에 마주치게 되면 노인들은 보행속도를 줄이고 한발짜거리를 좁히는 조심스러운 보행으로 변화한다고 하였는데[22], 이는 과제 수행의 위험성, 인지 및 난이도에 의한 것으로 보여진다. 위험의 인지는 스트레스 호르몬의 분비를 증가시키고, 흥분성 반응을 촉진하며 결과적으로 동결된 자세와 같은 행동 반응을 야기하게 된다[23-25]. 게다가 이동철 등[26]은 시각적 정보들의 변화가 대상자의 안정성에 영향을 미쳐 운동형상학적 보행 패턴의 변화를 초래하게 된다고 보고하였다.

Schrager 등[15]과 Dunlap 등[10]의 연구에서 좁은 너비에서의 보행 시 양발 너비가 넓어진 것을 보고하였으며, 이는 낙상의 위험이 있는 노인들은 그렇지 않은 노인에 비해 낙상에 대한 두려움으로 인해 보행 시 양발 너비를 더욱 증가시키게 된다고 하였다. 본 연구에서는 보행경로 너비가 좁아질수록 양 뒤꿈치 사이 기저면이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 보행경로의 너비가 좁아짐에 맞춰 뒤꿈치를 닿게 하여 양 뒤꿈치 사이 기저면은 감소하지만 환경적 위험으로부터 낙상을 피하기 위해 발 각도를 크게 하여 기저면을 넓힘으로써 안정성을 되찾으려 하는 것으로 사료된다.

기능적 보행지수(FAP)는 GAITRite 시스템으로 얻어진 시·공간적 보행변수에 기초를 둔 보행평가의 양적 수단으로 객관적인 평가를 가능하게 하는 수치이다[27]. 본 연구에서 정상 성인의 경우 보행경로 너비가 감소하여도 기능적 보행지수가 크게 변화하지 않았으나, 노인의 경우 평상시 보행에 비해 좁은 너비 보행과 한줄 보행에서는 유의한 감소를 보였다. Nelson 등[28]은 기능적 보행지수가 노인의 낙상 위험을 미연에 예방

해 줄 수 있는 중요한 정보를 제공해 준다고 하였으므로, 보행경로의 너비에 따른 기능적 보행지수의 감소는 보행경로의 너비 감소가 노인의 안전하고 효과적인 보행을 저해하는 요인이라 할 수 있다.

따라서 노인은 정상 성인에 비해 보행경로 너비가 좁아지는 환경으로 변화될 경우 이에 대처하는 능력이 감소하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 환경에서의 보행은 COG의 급격한 변화를 일으켜 균형에 불안정성을 제공하게 되고 결국 낙상을 유발하는 주요 원인이 될 수 있으며[29], 노인의 감각처리 능력은 외부로부터의 감각 정보에 느리게 반응하거나 부적절하게 행동하게 되어 삶의 질 및 활동수준과도 관계가 있다고 하였다[30].

보행경로의 너비가 제한되는 것은 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 특수한 보행환경이지만 보행경로의 너비에 따른 노인의 보행변수 변화를 알아보기 위한 연구는 국내에서는 아직 이루어지지 않고 있다는 점에 연구의 의의를 둘 수 있으며, 보행경로의 너비에 따른 노인의 보행변수 변화가 나타남에 따라 근육이나 신경학적 원인 등에 관한 앞으로의 연구를 제안하는 바이다. 또한 지역사회에 독립적으로 거주하며 낙상의 경험이 없는 정상노인만을 대상으로 하였으며 연구에 참여한 대상자의 수가 적어 이를 지역사회 노인 전체의 결과로 일반화하기에 어려움이 있으므로 향후 대상자의 수를 늘리고 정상 노인 외에도 보행 변수와 관련이 있는 질환이 있는 노인이나 낙상의 경험이 있는 노인을 대상으로 추가적인 연구가 필요할 것이라 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 보행경로 너비에 따른 노인의 시·공간적 보행 변수의 변화를 알아보기 위해 노인인 20대 성인을 대상으로 하여 보행경로에 제한을 두지 않은 평상시 보행(usual walking), 각 대상자의 양측 ASIS 사이의 거리를 1/2로 나눈 너비의 보행경로를 설정한 좁은 너비 보행(narrow base walking), 보행경로 중앙에 한 줄을 표시한 한줄 보행(centerline-guided walking)을 실시하는 동안 GAITRite system을 이용하여 시·공간적

보행 변수의 변화를 비교 분석한 결과, 정상 성인은 보행경로 너비에 따른 모든 시·공간적 보행 변수에서 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 노인의 경우 보행속도, 분속수, 양 뒤꿈치 사이 기저면, 기능적 보행지수(FAP)에서 통계적으로 유의하게 감소하였다( $p < .05$ ). 이를 통해 보행경로의 너비가 좁아질수록 낙상에 대한 두려움으로 인해 노인의 보행에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 노인의 안전한 보행과 낙상의 예방을 위한 적절한 보행너비에 대한 이론적 근거를 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] D. Keskin, P. Borman, M. Ersöz, A. Kurtaran, H. Bodur, and M. Akyüz, "The risk factors related to falling in elderly females," *Geriatric Nursing*, Vol.29, No.1, pp.58-63, 2008.
- [2] K. A. Hartholt, N. van der Velde, C. W. Looman, E. M. van Lieshout, M. J. Panneman, E. F. van Beeck, and T., J. van der Cammen, "Trends in fall-related hospital admissions in older persons in the Netherlands," *Arch Intern Med*, Vol.170, No.10, pp.905-911, 2010.
- [3] M. E. Tinetti, M. Speechley, and S. F. Ginter, "Risk factors for falls among elderly persons living in the community," *N Engl J Med*, Vol.319, No.26, pp.1701-1707, 1988.
- [4] V. S. Stel, J. H. Smit, S. M. Pluijm, and P. Lips, "Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline," *Age Ageing*, Vol.33, No.1, pp.58-65, 2004.
- [5] H. Shimada, A. Tiedemann, S. R. Lord, M. Suzukawa, H. Makizako, K. Kobayashi, and T. Suzuki, "Physical factors underlying the association between lower walking performance and falls in older people: a structural equation model," *Arch Gerontol Geriatr*, Vol.53, No.2, pp.131-134, 2011.
- [6] J. Perry, *Gait analysis : normal and pathological function*. New Jersey : SLACK, 1992.
- [7] M. Hanlon and R. Anderson, "Prediction methods to account for the effect of gait speed on lower limb angular kinematics," *Gait Posture*, Vol.24, No.3, pp.280-287, 2006.
- [8] C. P. Chen, M. J. Chen, Y. C. Pei, H. L. Lew, P. Y. Wong, and S. F. Tang, "Sagittal plane loading response during gait in different age groups and in people with knee osteoarthritis," *Am J Phys Med Rehabil*, Vol.82, No.4, pp.307-312, 2003.
- [9] N. Shkuratova and N. Taylor, "The influence of age on gait parameters during the transition from a wide to a narrow pathway," *Physiother Res Int*, Vol.13, No.2, pp.75-83, 2008.
- [10] P. Dunlap, S. Perera, J. M. VanSwearingen, D. Wert, and J. S. Brach, "Transitioning to a narrow path: The impact of fear of falling in older adults," *Gait Posture*, Vol.35, No.1, pp.92-95, 2012.
- [11] J. L. Helbostad and R. Moe-Nilssen, "The effect of gait speed on lateral balance control during walking in healthy elderly," *Gait Posture*, Vol.18, No.2, pp.27-36, 2003.
- [12] N. Ramstrand, A. H. Thuesen, D. B. Nielsen, and D. Rusaw, "Effects of an unstable shoe construction on balance in women aged over 50 years," *Clin Biomech*, Vol.25, No.5, pp.455-460, 2010.
- [13] H. H. Son and K. Kim, "A kinematic analysis of patients with knee osteoarthritis during gait on level ground, ramps and stairs," *J Phys Ther Sci*, Vol.25, No.3, pp.277-280, 2013.
- [14] W. Sun, M. Watanabe, C. Hirota, Y. Tanimoto, R. Kono, K. Takasaki, and K. Kono,

- “Obstacle-negotiating gait and related physical measurement indicators for the community-dwelling elderly in Japan,” *Arch Gerontol Geriatr*, Vol.50, No.3, pp.41-45, 2010.
- [15] M. A. Schragger, V. E. Kelly, R. Price, L. Ferrucci, and A. Shumway-Cook, “The effects of age on medio-lateral stability during normal and narrow base walking,” *Gait Posture*, Vol.28, No.3, pp.466-471, 2008.
- [16] J. W. Chow, M. E. Hemleben, and D. S. Stolic, “Effect of centerline-guided walking on gait characteristics in healthy subjects,” *J Biomech*, Vol.42, No.8, pp.1134-1137, 2009.
- [17] C. J. van Uden and M. P. Besser, “Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite),” *BMC Musculoskelet Disord*, Vol.17, No.5, p.13, 2004.
- [18] S. Studenski, S. Perera, K. Patel, C. Rosano, K. Faulkner, M. Inzitari, and J. Guralnik, “Gait speed and survival in older adults,” *JAMA*, Vol.305, No.1, pp.50-58, 2011.
- [19] J. Verghese, A. LeValley, C. B. Hall, M. J. Katz, A. F. Ambrose, and R. B. Lipton. “Epidemiology of gait disorders in community-residing older adults,” *J Am Geriatr Soc*, Vol.54, No.2, pp.255-261, 2006.
- [20] L. A. Brown, W. H. Gage, M. A. Polych, R. J. Sleik, and T. R. Winder, “Central set influences on gait. Age-dependent effects of postural threat,” *Exp Brain Res*, Vol.145, No.3, pp.286-296, 2002.
- [21] S. D. Lark and S. Pasupuleti, “Validity of a functional dynamic walking test for the elderly,” *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.90, No.3, pp.470-474, 2009.
- [22] T. Herman, N. Giladi, T. Gurevich, and J. M. Hausdorff, “Gait instability and fractal dynamics of older adults with a “cautious” gait: why do certain older adults walk fearfully?,” *Gait Posture*, Vol.21, No.2, pp.178-185, 2005.
- [23] M. C. A. Tersteeg, D. E. Marple-Horvat, and I. D. Loram, “Cautious gait in relation to knowledge and vision of height: is altered visual information the dominant influence?,” *J Neurophysiol*, Vol.107, pp.2686-2691, 2012.
- [24] M. Davis, D. Walker, L. Miles, and C. Grillon, “Phasic vs sustained fear in rats and humans : role of the amygdala in fear and anxiety,” *Neuropsychopharmacology*, Vol.35, pp.105-135, 2010.
- [25] D. C. Blanchard and R. J. Blanchard. “Ethoexperimental approaches to the biology of emotion,” *Ann Rev Psychol*, Vol.39, pp.43-48, 1988.
- [26] D. C. Lee, Y. W. Ham, and P. S. Sung, “Effect of visual input on normalized standing stability in subjects with recurrent low back pain,” *Gait Posture*, Vol.36, pp.580-585, 2012.
- [27] A. J. Nelson, L. J. Certo, L. S. Lembo, D. A. Lopez, E. F. Manfredonia, S. K. Vanichpong, and D. Zwick, “The functional ambulation performance of elderly fallers and non-fallers walking at their preferred velocity,” *NeuroRehabilitation*, Vol.13, No.3, pp.141-146, 1999.
- [28] A. J. Nelson, “Functional ambulation profile,” *Phys Ther*, Vol.54, No.10, pp.1059-1065, 1974.
- [29] Y. Jian, D. A. Winter, M. G. Ishac, and L. Gilchrist, “Trajectory of the body COG and COP during initiation and termination of gait,” *Gait Posture*, Vol.1, No.1, pp.9-22, 1993.
- [30] 이택영, “노인의 감각처리능력과 삶의 질과의 상관관계 연구”, 한국콘텐츠학회, 제12권, 제5호, pp.272-279, 2012.

저 자 소 개

손 호 희(Ho-Hee Son)

정회원



- 2007년 8월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 물리치료전공(이학석사)
- 2011년 8월 : 대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공(이학박사)

▪ 2012년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과 조교수

<관심분야> : 생리학, 노인물리치료, 생역학

김 은 정(Eun-Jung Kim)

정회원



- 2009년 8월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 스포츠, 정형 물리치료전공(이학석사)
- 2012년 8월 : 대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공(이학박사)

▪ 2011년 3월 ~ 현재 : 마산대학교 물리치료과 조교수

<관심분야> : 신경계 물리치료, 근전도, 운동치료학