

## 보행기 형태에 따른 하지와 상지의 척추기립근의 표면 근활성도 분석

허보섭\* · 김용재† · 문채환\*\* · 손재원\*\* · 홍석진\*\*  
(\* 부경대학교 · \*\*부산일과학고등학교)

### Analysis of Surface Muscle Activity of Lower and Upper Musculus Erector Spinae According to Walkers form

Bo-Seob HEO\* · Yong-Jae KIM† · Chae-Hwan MUN\*\* · Jae-Won SON\*\* · Seok-Jin HONG\*\*  
(\*Pukyong National University · \*\*Busanil Science High School)

#### Abstract

The aims of this study are to analysis about surface muscle activity of lower and upper musculus erector spinae according to walkers form. The subjects of the current step is inconvenient to use a walker and five people over the age of 65 valid samples were selected as final. All the subjects were measured in three forms. Wireless EMG muscle activity is a measure of surface measurements were measured using a system, both musculus vastus lateralis, outside the erector spinae muscle, musculus biceps femoris, gastrocnemius muscle was attached to the channel electrodes. According to the results, First, gastrocnemius muscle activity showed significant differences by type of gait. Second, the muscle activity of the erector spinae muscle walking showed significant differences by type, side grip type showed the lowest muscle activity. Consequently, the present study is the efficient use of the four-wheel walker will provide the baseline data.

**Key words :** Walkers form, Musculus erector spinae, Surface muscle activity

#### I. 서론

세계적으로 평균수명의 증가와 더불어 인구 고령화 추세를 보이고 있다(United-Nations, 2010). 특히, 우리나라는 저출산 및 평균수명의 연장 등에 따라 2000년 노인인구비율이 7%로 고령화 사회에 진입한 이래 2018년에 노인인구비 14%의 고령사회, 2026년에는 20%로 초고령 사회에 진입할 것으로 예측되고 있다.

이는 고령화 사회에서 고령사회 및 초고령 사회 진입소요연수가 각각 18년과 8년으로 세계 최

고의 수준으로 심각한 실정이다(Ministry of Health & Welfare, 2005). 이러한 초고령화 사회의 진입에 따른 노인에게 가장 큰 심각한 것은 신체적 변화에 의한 건강문제이며, 특히 노화과정에 따른 신체적 기능감퇴가 주를 이룬다. 운동이 부족한 노인들은 근육의 위축과 동시에 평형능력, 지구력 감퇴, 관절 구축 등 체력의 손실이 가속화됨으로써 일상생활 기능까지 떨어져 운동능력 저하와 심리적 위축을 경험하게 된다(Tideiksaar, 1997). 신체적 기능감퇴는 종종 보행의 불안정과 평형능력의 감소로 이어져 노인들의

† Corresponding author : 051-629-5640, nhk2146@pknu.ac.kr

사회적 자율성을 제한하고 따라서는 낙상을 유발하는 원인이 되기도 한다(Lach, et al., 1991; Maki, 1997; Tinetti, et al., 1988; Woollacott, et al., 1986).

보행(gait)이란 두 하지를 반복적으로 번갈아 이용하여 신체를 한 장소에서 다른 장소로 이동(locomotion)하는 행위를 의미한다. 이동은 보다 포괄적인 의미로 보행뿐만 아니라 다른 모든 방법에 의한 위치변화를 통칭하는데, 기어가거나 자전거를 타거나 어떤 방법으로든 몸이 이동되는 것을 뜻한다. 노인에게 있어 보행능력의 변화는 반응시간의 지연과 뇌손실을 증가, 인지기능의 감퇴, 평형감각 감소 등의 시스템 기능의 저하를 초래한다(Prince, et al., 1997). 또한, 체력 손실과 더불어 감각 기능이 현저하게 저하되고, 자세 유지에 관여하는 중추신경계의 기능이 감퇴하여 평형능력이 저하되어 낙상을 경험하게 된다(Kauffman, 1999; Spirduso, et al., 2005). 결과적으로 다수의 노인들은 균형능력의 저하로 인한 낙상의 위험과 두려움 때문에 독립적인 보행에 많은 문제점을 보이며 일상생활에 제한이 발생한다(Imms, & Edholm, 1981).

그렇지만 기본적인 보행은 노인들의 지구력 향상 및 심혈관계 질환 예방에 효과적이고 여러 사회활동을 수행하는데 도움이 된다(Wilkins, 2006). 독립적인 보행이 어려운 노인들을 위해 보행기를 포함한 이동보조도구는 이동능력 향상에 도움이 되고 독립적인 이동수단으로써의 역할을 충분히 수행할 수 있다(Charron, & MacLeod, 1995; Luukinen, & Kivela, 1994; Sterling, & Bonadies, 2001). 인체의 손상된 신체부위를 보완해 주는 보조기구는 일상생활을 수행하는 능력과 재활능력을 향상시키는 중요한 기능을 갖고 있다(Park, Hee-Sok-Ok, Dong- Min, 2008). 이동보조도구는 심리적인 측면에서도 장점을 가지고 있다(Aminzadeh, 1998; Dean, 1993; Kraskowsky, 2001; Tinetti, 1993).

노인들의 보행기 사용에 관한 선행연구에서는

네 바퀴 보행기의 손잡이높이에 따른 척추 기립근의 표면 근활성도와 보행 특성(Choi, Hyuk-Jae, 2009)을 연구하였다. 이 연구에서는 손잡이 높이에 따른 근활성도와 보행 분석을 통해 유의한 차이를 검출해 낼 수 없었다. 고령화되어 갈수록 낮아지는 손목 높이에 따라 보행기의 높이를 결정하기보다는 대전자에 초점을 맞추어 보행기의 높이를 결정하는 것을 제안하였다

또한, 낙상경험여성노인의 보행패턴에 대한 생체역학적 분석(Jeon, Kyoung-Kyu, 2008)에서는 낙상경험 노인들에 대하여 보행 요인들을 분석해본 결과 일반 낙상경험이 없는 노인들에 비하여 보행 특성이 많이 위축된 형태로 유의한 차이를 보였다. 하지만 운동역학적 분석이 동시에 이루어지지 않아 추후 통합적인 연구를 요구하였다. 노약자를 위한 보행보조로봇의 편리성 및 안전성 향상에 대한 연구(Lee, Dong-Kwnag, 2009)에서는 퍼지 알고리즘을 적용하여 노인의 보행을 위한 보행보조로봇의 효율을 높였지만 핸들바의 형태를 다양화하여 사용자가 로봇에 더 의지할 수 있는 효과적인 조향장치를 필요로 하였다. 또한, 노인 여성의 헛디딤 보행 시 자세조절 능력의 특성(Kim, Suk-Bum-Park, Sang-Yong, 2010)에서는 노인의 헛디딤 보행 시 헛딤는 하지는 보행시의 오른 발보다 더 많이 굴곡하고 헛디딤 반대쪽 하지는 보행시 왼발보다 더 많이 신전하는 것으로 나타나 헛디딤 보행시의 노인들의 보행 특성을 파악하였다. 이상의 선행연구를 종합하면, 노인들을 대상으로 한 안전에 관한 연구와 보행기 관련 에너지 소모에 관한 선행연구는 보고되었으나 보행기 사용과 형태에 따른 근활성도 분석에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이동보조도구 중 지팡이 보행기와 바퀴가 장착된 네바퀴 보행기 형태에 따른 보행시 운동역학적 분석을 통해 하지와 상지의 척추기립근의 근활성도를 분석하고 보행 특성을 알아봄으로써 고령자들이 네바퀴 보행기를 사용한 보행을 할 시에 손잡이 형태를 다르게 하

여 인체공학적으로 가장 안전하고 편안한 보행이 될 수 있도록 네바퀴 보행기의 효율적인 사용을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상으로 현재 거동이 불편하여 보행기를 사용하고 있는 H요양병원의 65세 이상 노인 5명을 최종 유효표본으로 선정하였으며, 연구의 목적 및 실험절차를 설명한 후, 자발적인 동의를 얻어 연구를 진행하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> General feature for object of study

N	age	height	weight
5	65.32±3.21	167±5.31	64.40±7.49

### 2. 측정도구

본 연구에서 사용된 보행기는 임상에서 환자에게 가장 일반적으로 사용되고 있는 표준형 보행기이며 2.5cm씩 높이 조절이 가능하다. 또한, [Fig. 1]과 같이 바퀴가 없는 보행기와 네바퀴 보행기의 그림 형태에 따른 파지방법의 변화로 인해서 피험자는 모두 세가지 형태로 측정하도록 하였다.

표면 근활성도의 측정은 [Fig. 2]의 8채널 무선 근전도 측정 시스템 WEMG-8(LXM5308) 모델을 사용하여 측정하였으며, 양쪽 척추기립근, 외측광근, 대퇴이두근, 비복근에 채널의 전극들을 부착하였다. 척추기립근의 근활성도를 측정한 전극은 측정하고자 하는 근육 부위를 촉진한 후 근육의 위치를 파악하고, 근육 수축 시 저항을 주어 근섬유방향과 평행하게 근육힘살(muscle belly)의 위치가 변하는 것을 고려하여(Cram, 1998), 요추 1번의 가시돌기를 기준으로 바깥쪽으로 3cm 떨어진 지점에 좌우로 대칭되게 부착하였다(Anders,

et al., 2007; Ivanenko, Poppele, & Lacquaniti, 2004; Van der Hulst, et al., 2010; Vink, & Karssemeijer, 1988). 또한, 하지의 근육은 보행 시 무릎 관절의 굴곡과 신전에 기여하는 외측광근과 대퇴이두근, 그리고 발목 관절의 저축 굴곡과 배축 굴곡에 기여하는 비복근을 각각 선정하였다. 외측광근과 대퇴이두근은 대퇴골 전상장골극과 슬개골 상극점 사이 2/3 지점의 대퇴 외측 전부, 후부에 각각 부착하였고, 비복근은 슬와부 중심선에서 하방 2cm 거리의 내·외측 표면에 전극을 부착하였다. 각각의 전극은 근섬유에 평행하게 부착하였다(Rainoldi, et al., 2004).



[Fig. 1] walkers form



[Fig. 2] electromyogram system

### 3. 실험절차

실제 보행에 있어 보행기 사용과 동일한 환경에서 대상자들은 손목을 중립 자세로 취한 다음 신발을 착용한 상태에서 자신이 선택한 최대한 편한 속도로 10m의 보행로를 3-4회 왕복하였다.

반복 측정에 의한 영향을 최소화하기 위해 보행기 형태가 기준이 변경될 때마다 충분히 편안한 의자에서 휴식을 취한 후 다음 단계로 진행하였다. 보행기는 동일한 기준 제품을 세가지 형태로 분류하여 각각 실험하였으며, 근전도 분석을 위하여 보행에 주로 사용되는 양쪽 척추기립근, 외측광근, 대퇴이두근, 비복근에 채널의 전극들을 부착하여 구간별 3구간으로 각각의 근활성도를 측정하였다(Fig. 3).



event 1 event 2 event 3

[Fig. 3] walking by section

#### 4. 자료처리

본 연구에서는 지팡이 보행기와 네바퀴 보행기의 형태에 따른 하지와 상지의 척추기립근의 표면 근활성도를 측정하여 결과를 분석하기 위해 SPSS Window 18.0 Program을 이용하였다. 첫째, 인구통계학적 특성을 살펴보기 위해 기술통계치로 평균과 표준편차를 분석하였다. 둘째, 형태별, 구간별로 분류하여 집단 간 차이를 규명하기 위해 One-way ANOVA를 실시하였고 사후검증으로 Duncan을 이용하였으며, 모든 통계적 유의확률은  $p < .05$ 로 설정하였다.

### III. 연구결과 및 논의

#### 1. 지팡이 보행기와 네바퀴 보행기 형태에 따른 하지의 근활성도 비교

<Table 2>와 같이 구간별 네바퀴 보행기 그림 형태, 지팡이 보행기에 따른 하지의 근활성도의 차이를 분석한 결과, 1구간에서의 우측비복근과 2구간의 좌측비복근은 각각 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p < .05$ ), 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태( $18.69 \pm 5.95$ )보다 바퀴없는 지팡이 보행기( $46.73 \pm 26.30$ )로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다.

한편, 구간별 외측광근, 대퇴이두근의 근활성도는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Shin, Jun-Ho Kim, Yoon-Hyuk(2011)의 연구에서 보행기 사용시 하지 근육들의 근활성치 변화를 나타내어 본 연구의 결과를 뒷받침해주고 있다. 구체적으로 살펴보면, 보행기 사용으로 인하여 발꿈치가 닿을 때 충격 완화 역할을 수행하는 경골근의 배측굴곡 근활성치가 줄어들었고, 내비복근에서는 보행기 도움으로 발목관절의 배측굴곡 근활동 시간량이 줄어들었다. 결과적으로, 보행기 사용시 하지 관절각의 변화와 더불어 하지 근육 일부의 근활성치 패턴을 바꾸어 놓아서 하지 근육의 역할을 덜어준 것으로 판단된다.

한편, Hoffinger, et al(1993)과 Kelly, et al(1997)은 경직형 양하지 마비아를 대상으로 정렬상태와 보행 방식을 분석한 결과 몸통관절과 엉덩관절, 무릎관절이 굴곡되어 있어 보행 양상에 영향을 주게 되고 근육의 구축을 유발한다고 보고하였다. 따라서 비정상적인 정렬상태에서 보행을 하게 되면 양측 골반의 비대칭적인 움직임을 일으키게 되고, 이는 비대칭적 하지 체중지지로 이어져 골반, 엉덩관절, 혹은 척추 등의 변형을 유발한다(Lee, Jae-Ho-Won, Jong-Im, 2000).

보행시 결과적으로 피험자들은 다리보다는 팔로써 균형을 조절하였기 때문에 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태에서 저항의 감소와 굴곡과 신전 동작의 교대 움직임으로 인하여 비복근의 근활성도가 가장 낮게 나타난 것으로 사료된다.

<Table 2> Compare muscle activity

Sub.	Sec.	front(a)	side(b)	stick(c)	F	p	Duncan
Musculus vastus lateralis(R)	1	45.57±24.34	46.28±16.57	55.07±15.60	.378	.693	-
	2	48.28±27.89	42.87±11.37	66.38±33.92	1.104	.363	-
	3	51.76±20.41	60.77±20.01	64.37±25.07	.437	.656	-
Musculus vastus lateralis(L)	1	30.81±12.75	30.09±15.11	48.36±14.86	2.624	.113	-
	2	54.63±29.48	52.93±31.13	65.60±34.40	.235	.794	-
	3	45.07±20.60	43.96±20.55	56.38±31.68	.382	.690	-
Musculus biceps femoris(R)	1	40.63±23.94	41.40±22.67	72.97±31.24	2.475	.126	-
	2	40.09±26.34	31.46±19.83	55.10±43.65	.717	.508	-
	3	52.86±31.70	59.64±36.74	70.02±42.89	.267	.770	-
Musculus biceps femoris(L)	1	34.71±23.51	29.98±18.49	51.41±45.63	.638	.545	-
	2	63.10±50.65	55.57±40.19	82.10±68.40	.317	.735	-
	3	51.68±51.94	50.18±45.20	68.21±60.91	.178	.839	-
Gastrocnemius(R)	1	25.78±8.03	18.69±5.95	46.73±26.30	4.028*	.046	b<c
	2	27.97±12.77	29.67±11.93	38.83±17.35	.843	.454	-
	3	27.03±11.35	29.06±8.24	40.45±10.31	2.589	.116	-
Gastrocnemius(L)	1	28.17±8.23	24.54±13.40	40.66±10.21	3.047	.085	-
	2	37.28±9.13	29.34±20.10	58.01±14.72	4.666*	.032	b<c
	3	48.54±12.05	44.09±19.47	60.04±16.90	1.254	.320	-

\*p<.05

## 2. 지팡이 보행기와 네바퀴 보행기 형태에 따른 척추기립근의 근활성도 비교

<Table 3>과 같이 구간별 네바퀴 보행기 그림 형태, 지팡이 보행기에 따른 상지의 척추기립근의 근활성도의 차이를 분석한 결과, 전구간에서 우측 척추기립근은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05), 1구간에서는 네바퀴 보행기의

사이드그립 형태(9.83±1.10)보다 정면그립 형태(37.53±14.89), 지팡이 보행기(42.62±29.23)로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다.

2구간에서는 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태(11.44±1.99)보다 정면그립 형태(39.09±12.14), 지팡이 보행기(35.60±9.08)로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다.

<Table 3> Compare muscle activity

Sub.	Sec.	front(a)	side(b)	stick(c)	F	p	Duncan
Erector spinae muscle(R)	1	37.53±14.89	9.83±1.10	42.62±29.23	4.335*	.038	b<a, c
	2	39.09±12.14	11.44±1.99	35.60±9.08	14.532**	.001	b<a, c
	3	34.28±14.60	12.14±3.20	39.59±12.26	8.500**	.005	b<a, c
Erector spinae muscle(L)	1	32.50±27.72	12.40±3.06	34.19±27.83	1.420	.280	-
	2	30.62±9.78	11.67±1.72	46.76±16.31	12.684**	.001	b<a<c
	3	30.64±6.20	15.32±4.02	32.62±7.36	12.352**	.001	b<a, c

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

3구간에서는 네바퀴보행기의 사이드그립 형태(12.14±3.20)보다 정면그립 형태(34.28±14.60), 지

팡이 보행기(39.59±12.26)로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 좌측 척추기립

근의 근활성도는 2구간에서 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태( $11.67 \pm 1.72$ ), 정면그립 형태( $30.62 \pm 9.78$ ), 지팡이 보행기( $46.76 \pm 16.31$ ) 순으로 보행했을 때의 근 활성도는 사이드그립 형태에서 가장 낮게 나타났다. 3구간에서는 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태( $15.32 \pm 4.02$ )보다 정면그립 형태( $30.64 \pm 6.20$ )와 지팡이 보행기( $32.62 \pm 7.36$ )로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다. 한편, 1구간에서의 좌측 척추기립근의 근활성도는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Dean과 Ross(1993)는 지팡이의 효율적 사용에 대한 연구를 실시한 결과, 노인들이 실제 사용하는 높이가 표준이 되는 높이보다 높았다고 보고하여 이런 비효율적인 보행을 하면 보행 시간과 속도의 감소가 나타나고 결국 기능의 저하를 가져온다고 하여 본 연구의 구간별 사이드그립 형태에 따른 상지의 척추기립근의 근활성도가 가장 낮게 나타나 보행기의 사용에 기능의 손실을 최소화할 수 있는 근거로 뒷받침될 수 있다. 이와 관련하여 Lee, Young-Rok, et al.(2006)은 보행기 사용 시 위팔세갈래근과 넓은등근의 근전도 신호량은 표준 높이보다 2.5cm 낮은 높이에서, 에너지소모지수는 표준 높이에서 최소화된다고 보고하였다. 본 연구는 이와 유사한 맥락으로 보행기 이용시 가속과 감속을 위해 상지의 힘을 최대한 이용하고 기능을 수행하지 못하는 하지를 보조하기 위해서 상지가 자주 이용되고 상지를 통해 힘을 지면에 전달하며 하지를 지지 및 보호한다는 측면에서 상지의 척추기립근의 외압을 최소화하기 위해서는 직립자세로 상지가 흉벽에 내전되어 신체의 외측 조절이 용이하고 체중 이동이 가능해야 한다.

결과적으로, 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태로 인해 저항을 최소화하여 에너지 소모를 줄일 수 있으며, 척추기립근의 근활성도가 낮아짐으로 보행에 영향을 미치는 주요 인자라고 판단된다.

## IV. 결 론

본 연구는 65세 이상의 노인을 대상으로 보행기 형태에 따른 상지의 양쪽 척추기립근, 하지의 외측광근, 대퇴이두근, 비복근의 근활성도를 비교 분석하였다.

실험결과 첫째, 하지의 근활성도는 1구간에서의 우측 비복근과 2구간의 좌측 비복근은 각각 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태보다 지팡이 보행기로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다.

둘째, 상지의 근활성도는 전구간에서의 우측 척추기립근은 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 1구간에서는 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태보다 정면그립 형태, 지팡이 보행기로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다. 2구간에서는 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태보다 정면그립 형태, 지팡이 보행기로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다. 3구간에서는 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태보다 정면그립 형태, 지팡이 보행기로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다.

또한, 좌측 척추기립근의 근활성도는 2구간에서는 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태, 정면그립 형태, 지팡이 보행기 순으로 보행했을 때의 근 활성도는 사이드그립 형태에서 가장 낮게 나타났다. 3구간에서는 네바퀴 보행기의 사이드그립 형태보다 정면그립 형태와 지팡이 보행기로 보행했을 때 근 활성도가 높은 것으로 나타났다. 한편, 1구간에서의 좌측 척추기립근의 근활성도는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과를 참고하여 임상에 다양한 환자군에게 효율적 보행기 사용을 위한 보행 환경과 보행 조건에 따른 보행기 사용과 제작과 관련 모델을 검증하는 연구가 추후 필요하다고 사료된다.

## Reference

- Aminzadeh F.(1998). "Exploring seniors views on the use of assistive devices in fall prevention". *Public Health Nurs*, 15, 297~304.
- Anders, C. · Wagner, H. · Puta, C. · Grassme, R. · Petrovitch, A. & Scholle, H. C.(2007). Trunk muscle activation patterns during walking at different speeds. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17, 245~252.
- Charron, P. M. · Kirby, R. L. · MacLeod, D. A.(1995). "Epidemiology of walker-related injuries and deaths in the united states". *Am J Phys Med Rehabil*, 74(3), 237~239.
- Choi, Hyuk-Jae(2009). Erector spinae muscle activity and characteristics of gait with different grip height of four-wheeled walker. Yonsei University master thesis.
- Cram, J. R.(1998). *Cram's introduction to surface electromyography*(2nd ed.). Jone and Bartlett publishers.
- Dean, E. R. J.(1993). "Relationships among cane fitting, function, and falls". *Phys Ther*, 73, 494~500.
- Dean, E. & Ross, J.(1993). "Relationships among cane fitting function, and falls". *Phys Ther*, 73, 8, 494~500.
- Hoffinger, S. A. · Rab, G. T. · Abou-Ghaida, H.(1993). Hamstrings in cerebral palsy crouch gait. *J Pediatr Orthop*, 13, 722~726.
- Imms, F. J. & Edholm, O. G.(1981). "Studies of gait and mobility in the elderly". *Age Ageing*, 10(3), 147~156.
- Ivanenko, Y. P. · Poppele, R. E. & Lacquaniti, F. (2004). Five basic muscle activation patterns accounts for muscle activity during human locomotion. *Journal of Physiology*, 556, 267~282.
- Jeon, Kyoung-Kyu(2008). Biomechanical analysis of gait pattern in fall experienced elderly women. Dankook University doctorate thesis.
- Kauffman, T. L.(1999). *Geriatric Rehabilitation Manual*. New York: Churchill.
- Kelly, I. P. · Jenkinson, A. · Stephen, A., et al.(1997). The kinematic patterns of toe-walkers. *J Pediatr Orthop*, 17, 478~480.
- Kim, Suk-Bum & Park, Sang-Yong(2010). Reactive recovery response to an unexpected perturbations during locomotion in female elders. *Health & Sports Medicine*, 12(4), 1~8.
- Kraskowsky, L. H. FM.(2001). "Factors affecting older adults' use of adaptive equipment: Review of the literature". *Am J Occup Ther*, 55, 303~310.
- Lach, H. W. · Reed, A. T. · Arfken, C. l., et al. (1991). Falls in the elderly : Reliability of a classification system. *J Am Geriatr Soc*, 39, 197~202.
- Lee, Dong-Kwnag(2009). A study on convenience and safety improvement of walking assistance robot for elderly. Korea Polytechnic University master thesis.
- Lee, Jae-Ho & Won, Jong-Im(2000). The effects of anterior walker and posterior walker on gait parameters and body alignment of children with cerebral palsy. *Physical Therapy Korea*, 7(2), 55~65.
- Lee, Young-Rok, et al.(2006). The effects of walker height on muscle activity in the elbow extensor and energy expenditure index during ambulation with walkers. *Physical Therapy Korea*, 13(2), 35~42.
- Luukinen, H. & Kivela, S. L.(1994). "Incidence rate of falls in an aged population in northern finland". *J Clin Epidemiol.*, 47(8), 843~850.
- Maki, B. E.(1997). Gait change in older adults: predictor of falls or indicators of fear. *Jaounal of the American Geriatrics Society*, 45(3), 313~320.
- Ministry of Health & Welfare(2005). *White paper of Health & Welfare*.
- Park, Hee-Sok & Ok, Dong-Min(2008). Ergonomic analysis and design of an axilla crutch through QFD and discomfort experiments. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 27(4), 103~108.
- Prince, F. · Corriveau, H. · Hebert, R. & Winter, D. A.(1997). Gait in the elderly. *Gait and Posture*, 5, 128~135.
- Rainoldi, A. · Melchiorri, G. & Caruso, I.(2004). A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. *Journal Neurosci Methods*, 134(1), 37~43.
- Shin, Jun-Ho & Kim, Yoon-Hyuk(2011). Effect of a elderly walker on joint kinematics and muscle activities of lower extremities using a human

- model. Transaction of the Korean Society of Mechanical Engineers, 35(11), 1243~1248.
- Spirduso, W. W. • Francis, K. L. & MacRae, P. G.(2005). Physical dimensions of aging(2nd). Champaign-urbana, Human Kinetic.
- Sterling, D. A. • O'Connor, J. A. & Bonadies, J.(2001). "Geriatric falls: Injury severity is high and disproportionate to mechanism". J Trauma Inj Infect Crit Care, 50(1), 116~119.
- Tideiksaar, R.(1997). Falling in elder persons. New York: Springer.
- Tinetti, M. E. pL.(1993). "Fear of falling and low self-efficacy: A case of dependence in elderly persons". J Gerontol, 48, 35~38.
- Tinetti, M. E. • Speechley, M., & Ginter, S. F.(1988). Risk factor falls among elderly persons living in the community.
- United-Nations.(2010). "World population ageing 2009". United Nations Department of Economic and Social Affairs, population Division.
- Van der Hulst, M. • Vollenbroek-Hutten, M. M. • Rietman, J. S. & Hermens, H. J.(2010). Lumbar and abdominal muscle activity during walking in subjects with chronic low back pain: support of the "guarding" hypothesis?. Journal of Electromyography and Kinesiology, 20(1), 31~38.
- Vink, P. & Karssemeijer, N.(1988). Low back muscle activity and pelvic rotation during walking. Anatomy and Embryology, 178(5), 455~460.
- Wilkins, L. W.(2006). Acsm's guidelines for exercise testing and prescription(7th ed.). Philadelphia: American College Sports Medecine, 246~251.
- Woollacott M. H. • Shumway-Cook, A. • Nashner, L. M.(1986). Aging and posture control change in sensory organization and muscular coordination. Int. J. Aging Hum. Dev, 23(2), 97~114.
- 
- 논문접수일 : 2014년 02월 05일
  - 심사완료일 : 1차 - 2014년 02월 20일
  - 게재확정일 : 2014년 03월 03일