



■ 구현모, 김민희¹

■ 영산대학교 보건의료대학 물리치료학과, ¹대구대학교 재활과학대학 물리치료학과 신경과학교실

The Effect of a Rollator on Plantar Pressure and Foot Balance during Gait in old-aged Adults

Hyung-Mo Koo, PT, PhD; Min-Hee Kim, PT, PhD¹

Department of Physical Therapy, College of Health Science, Youngsan University; ¹Laboratory of Neuroscience, Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

Purpose: The present study was designed to investigate the effect of a Rollator on plantar pressure and foot balance during gait in older adults.

Methods: Twenty consecutive subjects (8 men, 12 women; age: 69.9±8.9) had the following measurements done: plantar pressure in 10 areas of the foot, foot balance including heel rotation, foot balance, forefoot balance, medial forefoot balance, and meta loading during gait with or without a Rollator.

Results: Significant differences in plantar pressure were observed in the areas of toes 2-5 or Metatarsal areas 1, 4, 5 during gait with and without a Rollator. There were no significant differences in other areas of the foot. Regarding foot balance during gait with or without a Rollator, there were statistically significant differences in heel rotation, forefoot balance, medial forefoot balance, and meta loading.

Conclusion: For older adults, the use of a Rollator can decrease plantar pressure and increase foot balance in various foot areas.

Keywords: Gait, Foot balance, Old-aged adult, Plantar pressure, Rollator

논문접수일: 2010년 7월 7일

수정접수일: 2010년 8월 24일

게재승인일: 2010년 9월 28일

교신저자: 김민희, minxi1004@hanmail.net

1. 서론

노화의 진행에 따른 혈압, 균형, 유연성, 근력, 인지력 등의 생리적 기능 지수의 감소는 신체적 활동을 감소시켜 더 많은 신체 기능 감소를 가져온다.^{1,2} 이러한 노화에 의한 신체 기능 감소를 개선하기 위해서는 최대 산소 섭취율의 조절 및 실행 기능 향상에 유익한 유산소 운동이 적당하고, 달리기와 같은 고강도의 운동보다는 보행 보조 기구를 이용한 보행 형태의 운동이 적합하다.³ 75세 이상의 노인 599명을 대상으로 한 연구에서는 절반 이상의 노인이 한 가지 이상의 보행 보조 기구를 이용하는 것으로 나타났다.⁴ 이러한 보행 보조 기구를 이용한 보행은 균형능력이나 심혈관계의 기능 부전이 있는 노인에게 쉽게 이

용될 수 있는 훈련일 뿐만 아니라, 보행 중에 하지 관절의 부담을 줄여 통증과 부상을 감소시키고, 작업 수행에서의 독립적 이동을 가능하게 하여 가정이나 지역 사회에서 필요한 기능 수행에 도움을 준다.⁵⁻⁷ 또한, 보행 보조 기구로는 지팡이, 목발, Rollator 등이 사용되고 있으며 그 활용성은 걸을 때 안정성을 높여 일상생활이나 재활 훈련 중 발생할 수 있는 노인의 낙상을 최소화할 수 있다.^{8,9}

그 중에서 Rollator는 노인이나 보행의 보조가 필요한 환자에게 널리 이용되는 보행 보조 기구로써 세 개 또는 네 개의 바퀴가 있는 프레임에 제동장치가 있는 손잡이로 구성되고, 경우에 따라 좌석이나 바구니가 장착된다.¹⁰ Rollator는 일반적인 보행 보조 기구 사용에서 나타나는 신체 기능에서의 대사 증가와

그에 따른 보행 속도의 감소를 최소화하여, 보행 보조 기구를 사용하지 않는 때와 유사한 속도로 안전하게 보행할 수 있도록 보조하고 사회적으로 활동적이고 독립적인 생활을 가능하게 하여 그 사용 만족감이 큰 것으로 나타났다.^{11,12} 특히, 80세 이상의 노인층에서 가장 높은 이용 빈도를 보이는 보행 보조 기구가 Rollator이며, 연령대가 높아질수록 그 이용 빈도가 증가하는 것으로 보고되고 있다.⁹ 그러나 Rollator의 사용에 대한 연구는 심리학적 측면에서 편리성과 안정성에 의한 만족도를 연구하거나 생리학적 측면에서 에너지 소모율 감소와 순환 증가를 연구한 것이 대부분이며, 발과 발목의 운동학적인 측면에서의 균형 조절 향상이나 하지 부하 감소를 정량적으로 분석한 연구는 미비한 실정이다. 보행 시에 가장 중요한 발은 체간의 이동에 동반되어야 할 추진력을 제공하고 지면과의 사이에서 발생할 수 있는 물리적 충격을 흡수하는 역할을 할 뿐만 아니라 신체의 무게에서 비롯된 높은 압력을 유지하기 때문에, 발에서의 족저압과 균형의 변화에 대한 연구는 인간의 보행 동안 발의 특정부위에 전해지는 압력과 균형의 변화를 정량적으로 분석하고 객관적 보행 변수를 파악하기 위해 필요하다.^{13,14} 발에서의 동적 안정성을 측정하는 것은 다양한 활동을 수행하는 동안의 보행 패턴과 수정된 보행 요소에 의해 발생하는 변화를 확인하기 위해 이용될 수 있다.¹⁵ 따라서 본 연구는 노인의 보행 시 Rollator의 사용이 발의 족저압 및 균형 변화의 양적 분석을 통해 Rollator 이용 시 발과 발목관절에서의 안정성과 운동학적 압력의 변화에 대한 기초 연구 자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 20명의 대상자(남 8명, 여 12명)는 신경학적인 병력이 없고 보행에 문제가 없는 성인으로 평균 연령 69.9±8.9세, 평균 체질량 지수는 23.5±3.3 kg/m², 발의 크기는 240.6±16.8 mm였다. 실험 전 모든 대상자들에게 실험에 대한 자세한 설명을 한 후, 동의한 대상자만 실험에 참여하였다.

2. 실험방법

1) 측정도구

Rollator 사용이 보행 시 발의 안정성에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 길이 2 m의 plate 형태인 RS-scan system (RS-scan Ltd., 독일)을 이용하여 족저압 및 발의 균형력을 측정하였다. 대상자들이 plate 위를 보행하는 동안 측정된 수치를 결과 값으로 얻기 위하여 발바닥을 10개의 영역으로 나누어 계산하였다. 발바닥 영역은 T1 (toe 1), T2-5 (toe 2-5), M1 (metatarsal 1),

M2 (metatarsal 2), M3 (metatarsal 3), M4 (metatarsal 4), M5 (metatarsal 5), MF (midfoot), HM (heel medial), HL (heel lateral)로 10개로 구성되었다(Figure 1). 보행 시 126 frame/sec로 수집된 자료는 RS-scan system의 상용 프로그램인 Foot 7 gait 2nd generation을 이용하여 분석하였다.

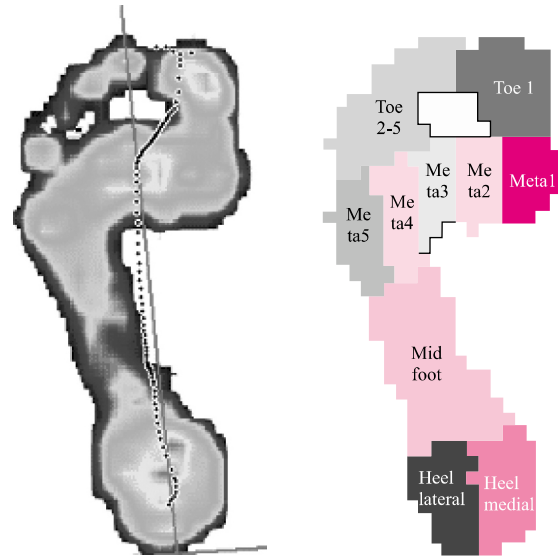


Figure 1. 10 domain areas for foot plantar pressure and balance.

2) 실험절차

정확한 자료 수집을 위해 보행 시작 전에 대상자의 체중을 측정하여 프로그램에 입력하고 압력 측정판 위에서 움직임 없이 양발로 서서 각 대상자의 체중을 보정하였다. 표준 규격의 Rollator (TOPRO ECCO, 노르웨이)를 실험에 이용하였으며, 실험 전 Rollator를 이용한 보행을 충분히 연습한 뒤 실험에 참여하도록 하였다. 2 m의 족저 압력판 위를 Rollator를 사용한 상태와 사용하지 않은 상태의 순서를 무작위로 하여 자료를 수집하였고, 각각의 조건에서 3회씩 보행을 실시하여 평균값을 사용하였다. 또한, 자료 처리는 2번째 왼발의 족저 압력값과 발의 균형력을 이용하였다. 입각기 전체의 압력 최대값과 최소값의 차이를 이용하여, 뒤꿈치 회전각도(heel rotation), 발의 균형(foot balance), 전족부 균형(forefoot balance), 전족 내측부 균형(medial forefoot), 중족지절부 부하(metatarsal load)를 계산하였다. 뒤꿈치 회전은 (HM-HL), 발의 균형은 (M1+M2+HM)-(M3+M4+M5+HL), 전족부 균형은 (M1+M2)-(M3+M4+M5), 전족 내측부 균형은 (M2-M1), 중족지절부 부하는 (M2+M3)-(M1+M4+M5)의 공식을 적용하여 계산하였다.

3. 자료분석

각각의 조건에서 얻어진 보행 시 입각기 족저 압력 수치는 3회 측정하여 평균값을 이용하였다. Rollator 사용에 따른 족저압력의 수치와 발의 안정성을 비교하기 위하여 대응표본 T 검정을 실시하였으며, 통계학적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 $p < 0.05$ 로 하였다. 실험에서 얻어진 결과는 평균 및 표준오차로 제시하였고, 통계 처리는 SPSS win version 12.0 package를 이용하였다.

III. 결과

1. 보행 중 Rollator의 사용 유무에 따른 족저압의 분포비교

보행을 하는 동안 Rollator를 사용하지 않았을 때와 사용하였을 때의 발가락 부위인 Toe 1의 영역에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었고($p < 0.05$), Toe 2-5 영역에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p > 0.05$). 또한, 발허리 부위인 Meta 1, 4, 5 영역에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고($p > 0.05$), Meta 2, 3에서는 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$). 발뒤꿈치 부위인 Midfoot, Heel medial, Heel lateral 영역에서는 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p < 0.05$)(Table 1, Figure 2).

2. 보행 중 Rollator의 사용 유무에 따른 발의 균형 비교

Rollator를 이용한 보행은 이용하지 않은 보행과 비교하였을 때 발 뒤꿈치 회전은 통계적으로 유의한 차이로 증가하는 것이 관찰되었고($p < 0.05$), 발 전체의 균형은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 전족부 균형, 전족부 내측 균형, 중족 지절

Table 1. Comparison of plantar pressure during the gait with or without Rollator

	Without Rollator	With Rollator	t	P
Toe 1	5.11±0.46	4.42±0.33	1.77	0.05*
Toe 2-5	2.53±0.47	2.18±0.26	0.77	0.23
Meta 1	5.96±0.65	4.87±0.49	2.01	0.03*
Meta 2	7.44±0.50	6.58±0.61	1.54	0.07
Meta 3	8.44±0.35	7.53±0.58	1.55	0.07
Meta 4	7.53±0.43	6.12±0.38	2.65	0.01*
Meta 5	4.72±0.39	3.76±0.45	1.94	0.04*
Midfoot	3.17±0.28	2.98±0.23	0.76	0.23
Heel-medial	6.26±0.56	5.69±0.37	1.27	0.11
Heel-lateral	5.76±0.53	5.08±0.34	1.38	0.09

* $p < 0.05$

부분의 부하에서는 Rollator를 이용한 보행에서 통계적으로 유의한 증가가 나타났다($p < 0.05$)(Table 2, Figure 3).

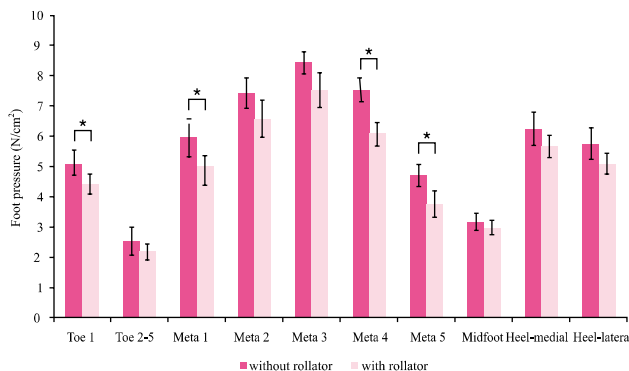


Figure 2. Comparison of plantar pressure during the gait with or without Rollator. * $p < 0.05$

Table 2. The comparison of foot balance during the gait with or without Rollator

	Without Rollator	With Rollator	t	P
Heel rotation	3.73±0.53	5.02±0.58	-2.35	0.02*
Foot balance	1.24±1.82	3.82±2.27	1.05	0.16
Forefoot balance	-7.90±1.17	-2.59±2.01	-2.40	0.02*
Medial forefoot balance	1.33±0.55	3.58±0.86	-1.95	0.04*
Meta loading	-4.75±1.80	-0.51±1.34	-2.93	0.01*

* $p < 0.05$

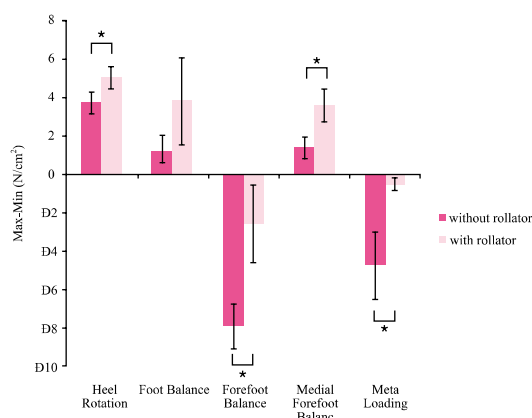


Figure 3. The comparison of foot balance during the gait with or without Rollator. * $p < 0.05$

IV. 고찰

보행은 인간의 이동에 가장 기본적인 필수적인 수단으로, 자

유로운 보행의 제한은 개인의 독립적인 생활을 어렵게 하여 삶의 질을 저하시킨다. 특히, 노인들의 경우 하지 근골격계의 기능 저하로 정상적 보행이 어렵고, 낙상의 위험 증가로 인해 보행의 제한이 가중된다.⁸ 이러한 요소들은 노인의 보행 분석에서 활보장과 보행력의 감소와 보행지표의 변이성을 증가시키고, 불안정한 유각기 동안의 균형을 유지하기 위해 입각기에서의 발이 보다 많은 운동을 하게 할 뿐 아니라 족저압의 분포 변화를 야기하며, 균형, 전면 추진력과 환경 적응력을 감소시킨다.^{16,17}

보조 기구를 이용한 보행을 통해 하지 관절의 부담을 줄여 통증과 부상을 감소시키고 보행의 안전성을 증가시킬 수 있다.^{11,18} 특히, 노인 대상자들의 Rollator를 이용한 보행은 보행 거리, 활보장, 보행속도를 향상시키고, 낙상방지에 대한 자신감을 증가시켜 안전한 보행을 가능하게 한다.¹⁹ 따라서 본 연구에서는 노인의 Rollator 사용이 보행 시의 족저압과 발의 균형력에 미치는 영향을 확인하였다. 이는 발의 특정한 해부학적 영역의 병리적 요소와 변형을 연구하기에 적합하며, 가해지는 압력의 이상은 통증, 변형 등과 같은 족부의 질환과 연관되기 때문에 객관적 보행 변수를 파악하기 위한 진단으로 이용된다.^{20,21} 본 연구의 결과에서 노인 대상자의 Rollator 사용은 Toe 1, Meta 1, 4, 5 영역에서 통계적으로 유의한 족저압의 감소가 있었으며, 다른 영역에서는 통계적으로 유의하지는 않지만 수치의 감소가 나타났다. 이는 Rollator의 사용이 신체의 무게의 일정한 비율을 지지함으로써 지지되는 다리의 수직적 지면 반발력을 감소시킨 결과로 해석된다. 또한 Alkjær 등¹¹은 Rollator의 사용이 무릎관절의 굽힘과 발목관절에서의 발등 굽힘을 감소시키고, 무릎관절의 펴 근육의 모멘트를 50% 정도 감소시켰으며, 발목관절의 발바닥 굽힘근과 엉덩관절 외전근의 모멘트를 통계적으로 유의하게 감소시킨다고 보고하였다. Rollator 사용에 의한 족저압의 감소는 보행에 관련된 근육과 관절의 모멘트 감소와 서로 연합되어²² 보다 원활한 보행을 도울 것으로 생각된다.

한편, Rollator는 제한된 지지면의 면적을 넓혀 유각기의 발이 추진하는 동안에도 체간의 중심이 지지면 상에서 유지되도록 조절하는 것을 돕는데, 이는 불안정성을 방지하고 평형을 회복하게 한다.²³ 본 연구 결과에서도 노인 대상자의 Rollator 사용은 발 뒤꿈치 회전, 전족부 균형, 전족부 내측 균형, 중족 지절 부분의 부하에서 통계적으로 유의한 차이로 증가하는 것이 관찰되었고, 발 전체의 균형은 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 수치의 증가가 나타났다. 이러한 결과는 Bateni 등²⁴이 10명의 건강한 성인을 대상으로 한 연구에서 Rollator와 유사한 형태인 Walker의 사용이 균형을 향상시킨다고 보고한 결과와 유사하다. 이 외에도, Kim과 Kim²⁵은 근전도를 이용한 하지

근육 활성화도 연구에서 Rollator의 사용이 하지 근육의 활성화도를 유의성 있게 감소시켜 근력이 약화된 노인들의 보행 시 낙상에 방 및 기타활동을 위해서 보다 안정적인 보행을 할 수 있다고 보고하였다. 이러한 결과를 통해서, 보행을 하는 동안 Rollator를 이용하는 것은 보행 시 감당해야 하는 신체의 무게와 작용을 보조기로 분산시킬 수 있기 때문에 하지의 근육과 관절에 부하되는 무게를 감소시켜 활성화도를 감소시키는 역학적 이점이 있음을 알 수 있고, 이는 발에서 부담할 압력을 감소시켜 족저압 수치를 감소시키고 발의 균형력을 증가시키는 것과 관련성이 있을 것으로 생각된다.

보행 보조기에는 Rollator 이외에도 지팡이와 Walker 등도 널리 이용된다. 이들 역시 하지 부하를 감소시키고 지지면을 증가시켜 보행 시 생역학적 안정성을 확보하는데 도움을 준다.²² 하지만 지팡이는 지지면의 증가가 Rollator에 비해 적기 때문에 균형력을 확보하는데 제한적이고 하지 무게 지지 부하가 적어 보행에 관련된 관절 및 근육에서의 부담 감소가 적다.²³ Walker는 Rollator와 유사한 형태를 가지고 있지만, Rollator에 비해 이동 속도가 느려 에너지 소모가 보다 크기 때문에 보행 보조기가 필요한 노인에게 보다 적합한 것으로 보고되고 있다.²⁶ 그러나 이들 역시 객관적인 기초자료가 부족한 실정이므로 각각의 보행 보조기의 비교 분석에 대한 운동학적인 정량적 분석에 의한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

우리나라에서의 높은 노인 인구의 급증은 노인들의 만성적 신체 결손에 대한 건강관리의 연구 및 관심이 증가하고 있다. 그에 따라 본 연구에서는 노인의 보행 시 Rollator의 사용이 족저압 및 균형 변화에 미치는 영향에 대한 기초적인 연구 자료를 제공하고자 하였다. 본 연구의 결과에서 노인의 Rollator의 사용은 보행 시 통계학적으로 유의한 족저압 감소와 균형력 증가를 가져오는 것으로 나타났다. 따라서 Rollator는 심리학적·생리학적인 이점뿐만 아니라 운동학적인 측면의 균형 조절 향상이나 하지 부하 감소시켜 노인의 보행에 도움이 될 것으로 생각된다. 그러나 보행에 영향을 미치는 다른 생역학적인 요소와 다양한 대상자와 환경에서의 연구뿐만 아니라 한 다른 보행 보조 기구를 이용할 때의 효과와 보행 패턴에 대한 연구는 아직 많이 부족한 실정이며, 보다 많은 연구와 효율적이고 적합한 보행보조 기구의 개발 또한 더욱 필요할 것으로 생각된다.

Author Contributions

Research design: Kim MH

Acquisition of data: Kim MH

Analysis and interpretation of data: Koo HM

Drafting of the manuscript: Kim MH, Koo HM

Administrative, technical, and material support: Koo HM

Research supervision: Koo HM

Acknowledgements

본 연구는 보건복지가족부 보건의료연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(A085024).

참고문헌

- Churchill JD, Galvez R, Colcombe S et al. Exercise, experience and the aging brain. *Neurobiol Aging*. 2002;23(5):941-55.
- van Gelder BM, Tjihuis MA, Kalmijn S et al. Physical activity in relation to cognitive decline in elderly men: the FINE study. *Neurology*. 2004;63(12):2316-21.
- Eggermont LH, van Heuvelen MJ, van Keeken BL et al. Walking with a rollator and the level of physical intensity in adults 75 years of age or older. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(5):733-6.
- Edward NI, Jones DA. Ownership and use of assistive devices amongst older people in the community. *Age Ageing*. 1998;27(4):463-8.
- Foley MP, Prax B, Crowell R et al. Effects of assistive devices on cardiorespiratory demands in older adults. *Phys Ther*. 1996;76(12):1313-9.
- Li S, Armstrong CW, Cipriani D. Three-point gait crutch walking: variability in ground reaction force during weight bearing. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(1):86-92.
- Youdas JW, Kotajarvi BJ, Padgett DJ et al. Partial weight-bearing gait using conventional assistive devices. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(3):394-8.
- Pils K, Neumann F, Meisner W et al. Predictors of falls in elderly people during rehabilitation after hip fracture—who is at risk of a second one? *Z Gerontol Geriatr*. 2003;36(1):16-22.
- Graafmans WC, Lips P, Wijlhuizen GJ et al. Daily physical activity and the use of a walking aid in relation to falls in elderly people in a residential care setting. *Z Gerontol Geriatr*. 2003;36(1):23-8.
- Brandt A, Iwarsson S, Stahl A. Satisfaction with rollators among community-living users: a follow-up study. *Disabil Rehabil*. 2003;25(7):343-53.
- Alkjær T, Larsen PK, Pedersen G et al. Biomechanical analysis of rollator walking. *Biomed Eng Online*. 2006;5:2.
- Bohannon RW. Gait performance with wheeled and standard walkers. *Percept Mot Skills*. 1997;85(3 Pt 2):1185-6.
- Lee SY, Bae SS. The studies on the foot stability and kinesiology by direction of carry a load during gait. *J Kor Soc Phys Ther*. 2009;21(2):97-101.
- Meyring S, Diehl RR, Milani TL et al. Dynamic plantar pressure distribution measurements in hemiparetic patients. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1997;12(1):60-5.
- Shu L, Hua T, Wang Y et al. In-shoe plantar pressure measurement and analysis system based on fabric pressure sensing array. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2010[Epub ahead of print].
- Hausdorff JM, Edelberg HK, Mitchell SL et al. Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(3):278-83.
- Hessert MJ, Vyas M, Leach J et al. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. *BMC Geriatr*. 2005;5:8.
- Yoon SH. Biomechanical analysis of the elderly gait with a walking assistive device. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2007;17(2):1-9.
- Mahoney J, Euhardy R, Carnes M. A comparison of a two-wheeled walker and a three-wheeled walker in a geriatric population. *J Am Geriatr Soc*. 1992;40(3):208-12.
- Kim MY, Moon JH, Kim HJ et al. The changes of foot pressure distribution after orthotic shoes wearing in flatfoot. *J Kor Acad of Rehab Med*. 1998;22(1):217-23.
- Park SJ, Kim MH, Kim JS. Changes of relative impulse of foot on carrying 5 types of schoolbag during level walking. *J Kor Soc Phys Ther* 2009;21(3):61-8.
- Savelberg HH, Schaper NC, Willems PJ et al. Redistribution of joint moments is associated with changed plantar pressure in diabetic polyneuropathy. 2009;10:16.
- Bateni H, Maki BE. Assistive devices for balance and mobility: benefits, demands, and adverse consequences. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(1):134-45.
- Bateni H, Heung E, Zettel J et al. Can use of walkers or canes impede lateral compensatory stepping movement? *Gait*

- Posture. 2004;20(1):74-83.
25. Kim BK, Kim TH. The change of lower-limb muscle activity according to gait speed when normal and assistive gait of older. Korean J Orthop Manu Ther. 2008;14(2):60-7.
26. Cetin E, Muzembo J, Pardessus V et al. Impact of different types of walking aids on the physiological energy cost during gait for elderly individuals with several pathologies and dependent on a technical aid for walking. Annals of Physical and Rehabilitation. 2010[Epub ahead of print].