

젊은 성인과 노인의 장애물 보행 시 신체질량중심의 3차원적 움직임

Three Dimensional Motion of the Center of Mass While Crossing an Obstacle in Young and Older Adults

손 남 국, 김 형 동
고려대학교

Son nam-kuk, Kim hyeong-dong
Korea University

요약

본 연구의 목적은 젊은 성인과 노인의 장애물 보행 시 신체질량중심의 변위와 최대속도를 3차원적으로 비교 분석하여 노인의 낙상위험 및 균형능력을 평가할 수 있는 중요한 요소가 될 수 있는지를 검증하는데 있다. 본 연구의 대상은 건강한 젊은 성인 10명(남성 6명/여성 4명, 24.6±1.9세)과 65세 이상 건강한 노인 10명(남성 1명/여성 9명)으로 선정하였다. 각 피험자 신장의 10% 높이의 장애물 보행을 실시하였으며 동작 분석 장비를 통해 신체질량중심의 변위와 최대속도를 3차원적으로 분석하였다. 전후방향에서는 젊은 성인 집단의 변위가 더 크고($p=.019$) 최대속도가 더 빠르게 나타났으며($p<.001$), 좌우방향에서는 노인 집단의 변위가 더 크고($p=.004$), 더 빠르게 나타났다($p<.001$). 수직방향에서의 변위는 유의한 차이가 없었고($p=.135$), 최대 속도는 젊은 성인 집단이 더 빠르게 나타났다($p<.001$). 신체질량중심의 좌우방향에서의 크고 빠른 움직임은 노인의 동적 균형능력 저하로 인해 넘어가는 발(swing limb)의 안정적인 지지면 딛기를 위한 보상적 조절로 여겨지며, 따라서 노인의 낙상위험 및 균형능력을 평가할 수 있는 중요한 요소가 될 수 있을 것으로 사료된다.

I. 서론

낙상이란 예상하지 못한 상황에서의 지면이나 바닥 또는 더 낮은 곳으로 넘어지는 것을 말한다[1]. 지역사회에 거주하는 65세 이상 노인의 약 30%는 매년 1회 이상의 낙상을 경험하며, 낙상 중 외측으로 넘어지는 낙상은 고관절 골절에 중요한 위험요소이고 이러한 골절은 노인 인구에 대한 장애 발생, 사망률, 의료비용 증가의 주요한 원인이 된다[2]. 계단과 같은 장애물을 넘는 동안 각 신체 분절의 크고 빠른 움직임은 신체질량중심(center of mass)의 크고 빠른 움직임을 유발하며, 부적절한 신체 분절의 협응은 관상면(frontal plane)에서의 균형유지를 교란시키고 노인의 외측으로 넘어지는 낙상을 유발하여 고관절과 골반의 골절 위험을 증가시킨다[3].

따라서 본 연구의 목적은 젊은 성인 집단과 노인 집단의 장애물 보행 시 신체질량중심의 변위와 최대 속도를 전후방향, 좌우방향, 수직방향에서의 3차원적 움직임 분석을 통하여 두 집단 간 어떠한 차이가 나타나는지 비교하고, 신체질량중심의 움직임 변화가 노인의 낙상위험 및 균형능력과 관련된 중요한 요소가 될 수 있음을 나타내기 위한 기초자료로 제공하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 실험대상자는 근골격계 및 신경계 질환이

없는 젊은 성인 10명(남성 6명/여성 4명)과 한국형 간이 정신검사 K-MMSE 점수가 인지적 손상이 없음을 나타내는 24점 이상이며 근골격계 및 신경계 질환이 없는 65세 이상 노인 10명(남성 1명/여성 9명)을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 신체적 특 (평균±표준편차)

	젊은 성인 (n=10)	노인 (n=10)
나이 (years)	24.6±1.9	76.9±5.1
신장 (cm)	165.6±7.9	152.5±7.2
체중 (kg)	61.1±9.8	59.9±9.6

2. 실험 절차 및 자료 분석방법

장애물 보행 시 신체질량중심의 3차원적 움직임을 분석하기 위해 6대의 적외선 카메라(Vicon, Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK)를 사용하였으며, 샘플링 주파수는 100 Hz로 수집하였다. 보행로의 길이는 6m로 설정하였고 장애물의 위치는 보행로의 중간에 설치하였다. 맨발 보행을 실시하였으며, 보행 속도는 각 피험자의 평소 보행속도로 견도록 하였다. 장애물의 높이는 각 피험자의 신장 차이를 표준화시키기 위하여 신장의 10%로 설정하였다. 분석구간은 장애물을 뒤따라 넘는 발(trailing limb)의 장애물을 넘기 전 뒤꿈치 접지기(heel contact)부터 동일한 발의 다음 뒤꿈치 접지기까지로 설정하였다. 본 실험은 각 피험자 당 3회의 장애물 보행을 실시하였으며, 그 평균값으로 결과를 분석하였다.

분석방법은 두 집단 간의 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정을 적용하였고, SPSS 12.0 통계프로그램을 사용하였으며 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 결과

1. 신체질량중심 변위 비교

신체질량중심의 전후, 좌우, 수직 방향에서의 변위는 각 피험자의 다리길이에 대한 비율로 표준화 하였으며, 그 결과는 <표 2>와 같다. 두 집단 간의 전후방향에서의 변위는 젊은 성인 집단이 노인 집단에 비하여 유의하게 크게 나타났다($p = .019$). 좌우방향에서는 노인집단에서 유의하게 크게 나타났다($p = .004$). 수직방향에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p = .135$).

표 2. 신체질량중심 변위 (% leg length)
(평균±표준편차)

	전후방향	좌우방향	수직방향
젊은 성인	156.93±7.70	5.54±1.83	9.20±0.68
노인	124.87±38.44	10.79±4.68	7.86±2.62
<i>t</i>	2.586	-3.302	1.567
<i>p</i>	.019*	.004*	.135

* $p < .05$

2. 신체질량중심 최대 속도 비교

신체질량중심의 전후, 좌우, 수직방향에서의 최대 속도는 <표 3>과 같다. 세 방향 모두에서 두 집단 간의 유의한 차이가 있었으며($p < .001$), 젊은 성인 집단이 노인 집단에 비하여 전후, 수직 방향에서 최대속도가 더 빠르게 나타났고, 좌우방향에서는 노인집단에서 더 빠르게 나타났다.

표 3. 신체질량중심 최대 속도 (cm/s)
(평균±표준편차)

	전후방향	좌우방향	수직방향
젊은 성인	116.93±15.39	9.12±2.21	30.22±4.69
노인	74.09±11.94	14.77±3.50	19.61±5.20
<i>t</i>	6.952	-4.310	4.784
<i>p</i>	<.001*	<.001*	<.001*

* $p < .05$

IV. 논의

장애물 보행 시 신체질량중심 움직임에 대한 선행 연구에서는 전후방향에서 젊은 성인 집단에 비하여 노인 집단에서 변위가 더 작고, 최대 속도는 더 느리게 나타났는데, 이는 본 연구 결과와 일치하며 이것은 전방으로 진행되는 동안의 균형을 유지하기 위해 지지하는 발에 주어지는 역학적 부하를 줄이기 위한 보존적 전략으로 설

명할 수 있다고 하였다[4]. 그러나 이것이 노인의 낙상 위험 및 균형능력을 평가할 수 있는 중요한 요소인지에 대해서는 여러 선행연구들로부터 명확히 확정지어 제시한 부분을 찾을 수 없었다. 좌우방향에서의 움직임에 대한 선행연구에서는 노인집단의 변위가 더 크고, 최대속도도 더 빠르게 나타났는데 이는 본 연구 결과와 일치하며 이것은 노인의 장애물 보행 시 좌우방향에서의 불균형이 발생하여 넘어가는 발이 새로운 지지면에 안정적으로 발을 내딛기 위한 보상적 조절로 설명할 수 있다고 하였다 [5]. 수직방향에 대한 선행연구에서는 두 집단 간의 변위와 최대속도가 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으나 [4], 본 연구에서는 최대속도에서 젊은 성인 집단이 유의하게 높게 나타났다.

본 연구의 결과와 선행연구의 결과를 종합 하였을 때, 좌우방향에서의 신체질량중심 움직임은 낙상을 유발할 수 있는 보행 시 동적 자세조절 능력의 저하와 큰 연관성이 있으나, 전후방향과 수직방향에서의 움직임은 낙상과의 명확한 인과관계가 나타나지 않았다.

V. 결론

신체질량중심의 좌우방향에서의 크고 빠른 움직임은 노인의 장애물 보행 시 동적 자세조절 능력 저하로 인한 보상적 조절로 생각되며, 노인의 낙상위험 및 균형능력을 평가할 수 있는 중요한 요소가 될 수 있을 것으로 여겨진다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Lamb, S. E., Jorstad, E. C., Hauer, K., & Becker, C., "Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the prevention of falls network europe consensus," Journal of the American Geriatrics Society, vol. 53, No. 9, pp. 1618-1622, 2005.
- [2] Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F., "Risk factors for falls among elderly persons living in community," The New England Journal of Medicine, vol. 319, No. 26, pp.1071-1077, 1998.
- [3] Nevitt, M. C., & Cummings, S. R., "Type of fall and risk of hip and wrist fractures: the study of osteoporotic fractures research group," Journal of the American Geriatrics Society, vol. 41, No. 11, pp. 1226-1234, 1993.
- [4] Hahn, M. E., & Chou, L-S, "Age related reduction in sagittal plane center of mass motion during obstacle crossing," Journal of Biomechanics, vol. 37, No. 6, pp. 837-844, 2004.
- [5] Chou, L., Kaufman, K. R., Hahn, M. E., & Brey, R. H., "Medio-lateral motion of the center of mass during obstacle crossing distinguishes elderly individuals with imbalance," Gait and Posture, vol. 18, No. 3, pp. 125-133, 2003.