

스마트폰 사용이 정상인의 장애물 보행에 미치는 영향

김창용¹, 정혜원¹, 김형동^{2*}

¹고려대학교 보건과학과 재활과학전공, ²고려대학교 보건과학대학 물리치료학과

Effects of Smart Phone Use on the Gait Parameters When Healthy Young Subjects Negotiated an Obstacle

Chang-Yong Kim¹ and Hye-won Jeong¹ and Hyeong-Dong Kim^{2*}

¹Division of Rehabilitation Science, Department of Health Science, Korea University

²Department of Physical Therapy, College of Health Science, Korea University

요약 본 연구의 목적은 건강한 성인이 장애물 넘기 보행을 하는 동안 스마트폰 사용 유무에 따라 보행의 변화를 분석하고자 시행하였다. 74명의 건강한 성인이 본 연구에 참여하였고, 스마트폰 사용 군과 비사용 군에 무작위로 배정되었다. 스마트폰 사용 군은 스마트폰을 사용하면서 편안한 속도로 걷다가 장애물 넘기 보행을 수행하였고, 스마트폰 비사용 군은 스마트폰을 사용하지 않고 장애물 넘기 보행을 수행하였다. 각 군에 해당하는 대상자의 보행의 변화를 알아보기 위해 3차원 동작 분석기를 이용하여 토우 클리어런스, 보행률, 보행 간격, 보행 넓이, 보폭, 그리고 보행 속도와 같은 보행 변수를 측정하였다. 본 연구 결과, 스마트폰 사용 군이 비사용 군보다 토우 클리어런스, 보행 넓이, 보행률, 그리고 보행 간격 변수에서 통계학적으로 유의하게 증가하였고, 보행 속도 변수에서는 유의하게 감소하였지만 보폭에서는 두 군간 유의한 차이가 없었다. 그러므로 장애물 넘기 보행을 하는 동안 정상인의 스마트폰 사용은 보행 능력을 저하시키며, 낙상의 위험을 증가시킬 것으로 사료된다.

Abstract This study examined the effects of smart phone use while young adults negotiated an obstacle (2 cm high). Seventy-four young adults (mean age: 23.76±3.17 years, age range: 20-27 years) participated in the study. They were allocated randomly into two groups; smart phone group and no smart phone group. The smart phone group negotiated an obstacle while simultaneously using a smart phone at a self-paced speed whereas the no smart phone group negotiated an obstacle with no special option. A motion analysis system were used to measure the gait parameters, such as toe clearance, cadence, step length, step width, stride length, and walking velocity in two groups. The toe clearance, and step-width, cadence, and step-length were significantly greater for the smart phone group than the no smart phone group ($p<.05$) and the walking velocity was significantly lower in the smart phone group ($p<.05$). On the other hand, there was no significant difference in the stride length between the two groups. This study suggests that smart phone use degrades the obstacle avoidance abilities of healthy young adults, which may increase risk of falls.

Key Words : Falling, Obstacle, Smart phone, Walking

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

스마트폰은 휴대 전화 기능 뿐 만 아니라 인터넷 통신

과 정보 검색 등 컴퓨터 기능을 지원함과 동시에 더불어 DMB (Digital Multimedia Broadcasting) 기능으로 언제 어디서나 TV 방송 시청이 가능하고, 카메라, 게임, 멀티미디어 기능 등 사용자가 원하는 애플리케이션을 설치하

*Corresponding Author : Hyeong-Dong Kim (Korea University)

Tel: +82-2-940-2835 email: hdkimx0286@yahoo.com

Received August 27, 2014

Revised (1st October 30, 2014, November 3, 2014)

Accepted January 8, 2015

여 사용할 수 있다[1]. 또한 스마트폰 사용자들 스스로가 본인의 휴대폰에 적합한 소프트웨어를 구성하여 편리하게 사용하고 있으며, 손 안의 컴퓨터로 불리는 스마트폰은 사람들의 관심을 끌기에 충분하며 이것은 스마트폰 판매의 급격한 증가로 나타나고 있다[2]. 국내에서는 2009년 11월 아이폰(iPhone)의 도입 이후 스마트폰 사용자가 계속 증가하고 있으며, 2013년 7월말에는 스마트폰 가입자 수가 3500만 명을 넘어서고 있다[3]. 하지만 이러한 스마트폰의 편리성과 그로 인한 가입자 수의 증가에도 불구하고, 스마트폰 사용은 많은 문제가 내재되어 있다.

특히, 오늘날 현대인은 스마트폰 사용이 제한되어야 할 운전 중이나 군중들이 많이 모인 복잡한 환경 속에서 스마트폰을 사용하는 경우가 많다. 운전자가 모바일 기기를 사용하면 이것을 사용하기 위해 주의를 기울이고, 이에 따라 주변 환경에 대한 집중력이 감소하여 교통사고의 발생 위험성이 증가된다는 연구 결과들이 보고되었다[4-7]. 그러나 이 보다 더 많이 모바일 기기를 사용하는 경우는 운전자가 아닌 보행자이며, 이에 따른 사고의 사상자도 대부분 보행자이다[8]. 또한 스마트폰이 최근과 같이 상용화되기 전 보행 중 휴대폰 사용에 관한 연구는 어렵지 않게 찾아 볼 수 있는데, 이러한 행위는 달리는 차량이나 주변 물체에 대한 인식을 방해하여 교통 및 보행 사고의 위험을 증가시키며[9], 길을 건너는 보행자의 속도를 감소시켜 이를 피하기 위한 차량의 속도 또한 감소시키는 것은 물론, 사고의 위험도 증가 시킨다[8,10-12]. 그러나 최근 스마트폰의 보급률을 고려할 때, 휴대 전화보다는 스마트폰과 관련된 연구가 필요할 것으로 보이며, 이와 같은 스마트폰 사용과 보행에 대한 연구는 아직까지는 비교적 많이 되어있지 않다.

스마트폰 사용자들은 스마트폰을 사용할 때 작은 화면에 집중을 하게 되기 때문에, 보행에 필요하며 받아들이는 시각정보의 양은 점점 줄어들게 된다[13]. 또한 보행과 동시에 인지과제를 수행하게 되면 주의력이 분산되어 보행에 유의한 영향을 미친다[14,15]. 특히, 스마트폰을 사용하며 보행하는 경우 가장 위험한 것은 발밑의 장애물을 피하지 못해 생기는 넘어짐으로 인한 1, 2차적 손상인데 이것이 낙상 사고의 전체 원인 중 3번째로 밝혀지면서[16], 장애물 보행의 운동학적 특성을 조사할 필요성 또한 높아져왔다.

따라서 본 연구의 목적은 정상인의 장애물 보행 시 스마트폰을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우를 비교

및 분석하여 스마트폰 사용이 장애물 보행의 운동학적 특성에 미치는 영향을 확인해 보고자 한다. 이를 위하여 장애물 보행 시 보행 간격(step length), 보행 넓이(step width), 보행 속도(walking velocity), 찍힌 발자국 수를 시간으로 나눈 보행률(cadence), 그리고 뒤꿈치가 지면에 닿은 후 동일한 쪽의 뒤꿈치가 다시 지면에 닿을 때까지의 거리인 보폭(stride length) 등과 같은 보행 변수와 장애물을 넘을 때 넘을 사지의 발가락과 장애물 간의 거리를 측정하는 토우 클리어런스(toe clearance)를 측정하고 분석하고자 한다.

1.2 연구 문제 및 가설

이 연구는 구체적으로 다음의 문제를 해결하고자 아래의 연구 가설을 설정하였다.

연구 가설 1. 정상인의 장애물 보행 시 스마트폰 사용 유무에 따라 보행의 운동학적 특성 변수(보행 간격, 보행 넓이, 보행 속도, 보폭, 보행률)에 영향을 미칠 것이다.

연구 가설 2. 정상인의 장애물 보행 시 스마트폰 사용 유무에 따라 토우 클리어런스에 영향을 미칠 것이다.

2. 본론

2.1 연구대상

본 연구의 대상은 서울 소재의 4년제 대학에 다니는 대학생들 중에서 스마트폰을 통해 게임을 하고 있는 참여자를 모집단으로 선정하였다. 표본은 서울소재 3개 대학교에 재학 중인 대학생들을 대상으로 사전 스마트폰 보유 여부를 확인한 후 실험을 진행하였다. 표본 크기는 이전의 연구되어온 수집된 자료를 근거로 추정되었고[7,8,12], General power analysis 프로그램(GPower 3.1)[17]을 이용하여 0.85 통계학적 검정력(statistical power)을 얻기 위해 각 군당 최소 34명의 표본 크기(sample size)가 산출되었다. 위의 표본 크기 계산은 신뢰도 계수를 0.90으로 가정하고, 두 군 사이의 평균값을 비교하는 독립 t 검정에 기초하였다. 최초 82명의 대상자가 참여하였으나, 개인적인 사정 등의 이유로 실험에 규칙적으로 참여하지 못한 8명이 제외되어 최종 분석에는 74명의 자료만이 사용되었다. 모든 대상자는 정형외과적인

질환이나 신경과적 질환, 어지러움증, 균형장애, 낙상의 과거력이 없었으며, 기립 시 균형에 영향을 미치는 약물 복용을 하지 않고 있었다. 또한 대상자들은 발목의 관절 가동범위에 제한이 없었고, 보행 동작이나 서서 균형을 유지하는데 문제가 없었으며, 교정 시력을 포함해 정상적인 시력을 나타내어 자세조절 하는데 방해가 되는 요인들을 지니고 있지 않았다. 실험 전 모든 대상자들에게 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 하였으며, 연구에 자발적으로 동의한 한 사람에 한하여 실험을 수행하였다. 연구대상자의 성별은 남자 36명, 여자 38명이었고, 평균 나이는 23.76세, 키는 168.50 cm, 몸무게는 64.68 kg이었다. 구체적인 연구대상자의 일반적 및 임상적 특성은 Table 1과 같다. 연구대상자의 성별($\chi^2=44$, $p=.91$) 연령($t=.31$, $p=.76$), 신장($t=.44$, $p=.91$), 체중($t=.15$, $p=.70$), 그리고 왼쪽($t=-1.88$, $p=.72$) 및 오른쪽($t=.49$, $p=.97$) 하지 길이에서는 두 군 간에 통계적 유의한 차이를 보이지 않았다.

[Table 1] General Characteristics of subjects (N=74)

Characteristics	Smartphone using group (n ₁ =38)	Smartphone non-using group (n ₂ =36)
Gender (Male/Female)	20/18	16/20
Age (years)	23.91±3.81 ^a	22.21±2.34
Height (cm)	174.63±6.13	168.74±4.53
Weight (kg)	68.71±8.81	66.75±8.10
Left leg length (cm)	90.91±6.78	88.90±4.89
Right leg length (cm)	91.73±5.91	89.38±4.57

^aMean±Standard deviations

2.2 측정도구 및 방법

2.2.1 측정장비

보행 동작에 대한 영상자료를 습득하기 위하여 6대의 적외선 카메라(Vicon, Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK)를 사용한 3차원 동작분석을 실시하였고, 표본 추출 주파수(sampling frequency)는 100 Hz로 수집하였다. 장애물 보행 시 및 보행로 중앙에 설치된 정확한 분석 구간을 설정하기 위해 2대의 지면반력기(AMTI, Watertown, MA, USA)를 사용하였고, 표본 추출 주파수(sampling frequency)는 1000 Hz로 수집하였다. 보행로 중앙에 설치된 장애물은 가로 150 cm, 세로 10 cm, 높이 2 cm인

목재 거치대를 자체 제작하여 사용하였다.

2.2.2 측정방법

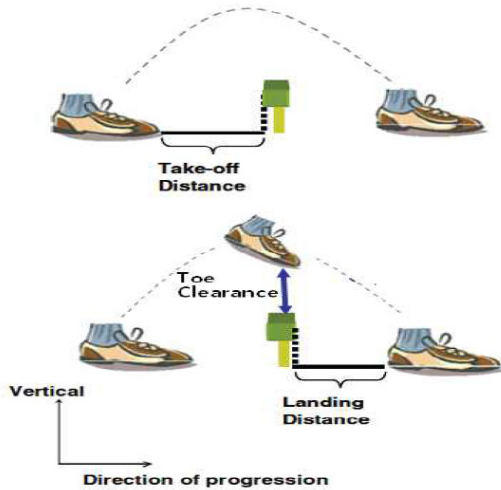
본 연구에 참여한 대상자들에 대한 스마트폰 사용군과 비사용군 배정은 각각의 실험군을 의미하는 2개의 카드가 포함되어 있는 상자에서 1개의 카드를 뽑아서 이에 맞게 스마트폰 사용군과 스마트폰 비사용군으로 배정하는 무작위 추출법을 사용하여 정하였다. 연구 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 평가 및 자료 분석을 담당할 연구자는 대상자들의 군 배정을 알지 못하도록 하였다. 위의 무작위 추출법에 의해 스마트폰 비사용군에 배정된 대상자들은 별다른 과제 없이 장애물을 건너는 보행을 수행하였고, 스마트폰 사용군에 배정된 대상자들은 스마트폰으로 게임을 하면서 장애물을 건너는 보행을 수행하도록 하였다. 과제 수행 시 사용한 스마트폰 기종은 삼성 갤럭시 S2(SamsungElectronics Inc., Suwon, Korea)였다.

모든 실험 대상자는 실험실 안에 들어오면 몸에 밀착되고 빛에 반사되지 않는 실험복으로 환복하고 양말은 벗고 맨발 상태로 실험에 참가하였다. 또한 시계, 목걸이, 반지와 같은 금속 물질과 동작분석기 신호에 방해가 되는 모든 물건은 몸에서 제거하였다. 연구 대상자들의 보행 분석에 필요한 데이터를 수집하기 위해 직경 14 mm 구형 반사마커를 관절의 주요 지표 35곳에 부착하였다. 장애물 보행을 위한 보행로(walk way) 길이는 6 m로 설정하였고, 보행 속도는 각 피험자의 평소 보행 속도로 걷도록 하였다.

보행과 관련된 주의력은 보행 주기(gait cycle)에 따라 달라지기에[18], 출발 신호는 구두로 지시되 출발신호 전 동작은 팔꿈치를 45°정도 굽히고 양쪽 상박은 옆구리에 붙인 상태로 고개는 핸드폰을 보며 바로 서 있는 자세를 동일하게 취하게 했다. 장애물 보행시의 보행 변수와 토우 클리어런스를 측정하기 위해서, 신체의 주요 지표 부분 35곳에 14 mm 구형 반사마커를 부착하였으며, 장애물의 높이는 각 피험자 신장의 10%로 설정하였다[Fig. 1].

분석구간은 장애물을 뒤따라 넘는 발(trailing limb)의 장애물을 넘기 전 뒤꿈치 접지기(heel contact)부터 동일한 발의 다음 뒤꿈치 접지기까지(crossing stride)로 설정하였다. 각 피험자는 휴대폰 게임을 하지 않는 상태와 휴대폰 게임을 하는 상태에서 각각 3회의 장애물 보행을 측정하였고, 측정된 토우 클리어런스와 보행 변수는 Nexus software (Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK)를 사용하여

3회의 평균값으로 산출하여 평균과 표준편차를 구하였고, 출력 도구로써 Polygon 3.1 (Oxford Metrics Ltd, Oxford, UK)을 사용하였다.



[Fig. 1] Measurement of toe clearance

2.3 자료처리 방법

평가 검사 시 각 표 항목별 내용을 윈도우용 SPSS 12.0을 이용하여 통계처리 하였다. 측정값은 평균과 표준편차로 표시되었다. 본 연구에 수집된 표본들이 정규성 검정(Kolmogorov-Smirnov test)에서 정규 분포 곡선을 띠고 있으므로, 모수 검정법을 사용하였다. 연구 대상자들의 일반적 특성 중 성별은 CROSSTAB의 χ^2 (chi-square test)검정을 실시하였고, 연령, 신장, 체중, 그리고 좌우 하지 길이와 같은 연구 대상자의 일반적 특성과 정상인의 장애물 보행 시 스마트폰 사용 유무에 따라 보행의 운동학적 특성 변수와 토우 클리어런스(Toe clearance)에 어떤 차이가 있는가를 규명하기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였으며, 가설 수락을 위한 유의수준은 .05로 설정하였다.

3. 연구결과

위에서 설정된 실험 방법을 토대로 진행한 실험 결과와 그에 따른 자료 분석 결과는 다음과 같다[Table 2].

[Table 2] Comparison of toe clearance and kinematic gait parameters between two groups

(N=74)

Variables	Smartphone using group (n ₁ =38)	Smartphone non-using group (n ₂ =36)	t	p-Value
Toe clearance (mm)	167.63±46.27 ^a	151.40±50.65	-3.22	.004
Cadence (step/min)	81.30±11.10	85.96±7.98	2.66	.015
Step-length (cm)	57.95±4.18	60.17±3.52	2.89	.009
Step-width (cm)	13.58±4.22	12.36±4.16	-3.25	.004
Stride-length (cm)	112.97±7.25	115.50±6.43	1.73	.099
Walking velocity (cm/sec)	76.52±12.17	82.49±9.39	2.78	.012

^aMean±Standard deviations

3.1 토우 클리어런스(Toe clearance)의 차이

각 대상자의 키의 10%에 해당하는 장애물 보행 시, 장애물을 넘는 발끝과 장애물 간의 수직거리인 토우 클리어런스(Toe clearance)를 분석한 결과, 스마트폰을 들고 게임을 하면서 장애물 보행을 하는 군이(167.63±46.27) 별다른 과제 없이 장애물 보행을 하는 군보다(151.40±50.65) 발을 좀 더 높게 들고 장애물을 넘는 경향을 보였으며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$)[Table 2].

3.2 운동학적 보행 변수의 차이

3.2.1 보행률(Cadence)

찍힌 발자국 수를 시간(분)으로 나눈 보행률(Cadence)을 측정된 결과, 스마트폰을 들고 게임을 하면서 장애물 보행을 하는 군이(81.30±11.10) 별다른 과제 없이 장애물 보행을 하는 군보다(85.96±7.98) 분당 발걸음 수가 줄어드는 경향을 보이면서 통계적으로도 유의한 차이가 나타났다($p<.05$)[Table 2].

3.2.2 보행 간격(Step-length)

한쪽 발뒤꿈치가 닿을 때부터 다른 쪽 발뒤꿈치가 닿을 때까지의 길이인 보행 간격(Step-length)을 측정해보면, 스마트폰을 들고 게임을 하면서 장애물 보행을 하는 군의(57.95±4.18) 측정값이 별다른 과제 없이 장애물 보행을 하는 경우의 군보다(60.17±3.52) 더 감소한 것으로

나타났다. 또한 통계적으로도 유의한 차이를 보임을 알 수 있었다($p < .05$) [Table 2].

3.2.3 보행 넓이(Step-width)

좌우 양발 사이의 폼을 나타내는 보행 넓이(step-width)를 측정 및 분석해보면, 스마트폰을 들고 게임을 하면서 장애물 보행을 하는 군의(13.58 ± 4.22) 측정값이 별다른 과제 없이 장애물 보행을 하는 군의(12.36 ± 4.16) 측정값보다 더 증가하는 경향을 보이며, 통계적으로도 유의한 값을 나타냈다($p < .05$) [Table 2].

3.2.4 보폭(Stride-length)

장애물을 넘는 보행을 할 때 처음 뒤꿈치가 지면에 닿은 후 동일한 쪽의 뒤꿈치가 다시 지면에 닿을 때까지의 거리인 보폭(Stride length)을 측정해본 결과, 스마트폰을 들고 게임을 하면서 장애물 보행을 하는 군의(112.97 ± 7.25) 측정값이 별다른 과제 없이 장애물 보행을 하는 군의(115.50 ± 6.43) 측정값보다 더 감소하는 경향을 보였지만, 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p < .05$) [Table 2].

3.2.5 보행 속도(Walking velocity)

보폭을 소요 시간으로 나눈 값인 보행 속도(Walking velocity)에 대해 분석한 결과 스마트폰을 들고 게임을 하면서 장애물 보행을 하는 군의(76.52 ± 12.17) 측정값이 별다른 과제 없이 장애물 보행을 하는 군의(82.49 ± 9.39) 측정값보다 더 감소하는 경향을 보이며, 통계적으로 유의한 차이점을 나타냈다($p < .05$) [Table 2].

4. 고찰

오늘날 현대인은 다양한 기능을 보유하고 있는 스마트폰의 장점과 편리성으로 인해 스마트폰 가입자 수가 증가함에도 불구하고, 스마트폰 사용이 제한되어야 할 운전 중이나 복잡한 환경 속에서 스마트폰을 사용하는 경우가 많아 이로 인한 교통사고 발생 위험성이나 주의력이 결핍 된다는 연구들이 보고되어 왔지만[4,5] 특히 스마트폰 사용과 보행의 관계에 대한 국내 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 장애물 보행 시 스마트폰을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우를 비교, 분석하

여 스마트폰 사용이 장애물 보행의 운동학적 특성에 미치는 영향을 알아보려는 목적으로 시행되었다. 본 연구의 결과는 정상인의 장애물 보행 시에 스마트폰 사용이 사용을 하지 않았을 때보다 부정적인 결과를 초래할 것으로 나타났다.

지금까지 알려진 보행 평가 방법으로는 크게 두 가지가 있는데, 하나는 보행의 양적인 정보를 얻는데 유익한 부분거리 측정법이 있다. 이 방법은 임상에서 반복적으로 용이하게 이용할 수 있는 방법 중의 하나로 보행 속도나 보행 거리와 같은 보행 요소를 측정하기 위해 사용한다[19]. 하지만 이 방법은 다소 측정자의 주관적인 측정으로 인해 평가 면에서 일반화를 얻기 힘들다는 문제가 있다[20]. 다른 하나는 보행의 질적인 정보를 얻는데 유익한 컴퓨터를 이용한 삼차원적 동작분석 방법이 있다. 이 방법은 실험실에서 반복적으로 용이하게 이용할 수 있는 방법 중의 하나로 삼차원 동작분석기를 통해 추출된 운동학적 보행 변수를 객관적으로 도출할 수 있다. Patla 등[21]은 이러한 측정법이 정상인의 보행 연구에서 가장 기초가 되는 것으로, 보행 능력을 평가하는 요소들 중에서 가장 객관적이면서도 중요한 지표라고 보고하였다[22]. 이러한 선행 연구자들의 견해에 따라 본 연구에서는 컴퓨터와 연동한 삼차원 동작분석기를 통해 정상인의 장애물 보행 동안 운동학적 특정 변수를 측정하였다.

본 연구에서, 토우 클리어런스(Toe clearance)는 스마트폰으로 게임을 하며 장애물 보행을 수행할 때 측정값이 더 커졌다. 진행 방향에 장애물이 놓여있을 경우, 대상자들은 장애물과 자신 사이의 거리에 대해 인식을 한다. 보행자가 쉽게 넘을 수 있을 정도로 장애물의 크기가 충분히 작다 하더라도 정확하게 눈으로 보는 것이 아니라면 대상자들은 원래의 궤도보다 더 크게 하여 장애물을 넘을 것이다[23]. 우리가 진행한 연구에서는 눈의 방향을 핸드폰에 고정시켜 놓았지만 정확하게 알 수는 없다. 하지만 선행 연구에 따르면 젊은 사람들은 장애물을 넘을 때 두 눈은 장애물을 보지 않았다[24-26]. 즉, 장애물에 다다르기 이전에 잠깐 동안 보았다는 것을 의미한다. 그때 본 시각적 정보를 사용하여 자신의 발의 궤적을 결정한다[23,25,27,28]. 장애물을 넘을 때 시각적 인지를 사용하지 않은 것은 이를 통한 시각적 피드포워드 조절(Feedforward control) 덕분이다[28]. 본 실험에서는 장애물과의 거리가 3m가 되는 지점에서 실험을 하였다. 때문에 실험자들은 핸드폰의 조작과 장애물과 실험자 사이의

거리 인식이 동시에 요구되었을 것이다.

앞선 연구를 통해 장애물 보행 시 시각적 인지의 영향력에 대해서 밝혀졌고[26,28,29], 또 다른 연구에서는 일반 보행보다 장애물이 있을 때, 안전하게 넘기 위하여 토우 클리어런스를 증가시킨다고 했다[30]. 따라서 대상자는 아마 장애물을 넘기 위해 다리의 궤도를 더욱 증가시켰을 것이다. 이는 시야를 스마트폰을 이용하는 과제에 집중하고 있기 때문에 장애물의 높이를 정확하게 인지할 수 없음에 따라 안전하게 넘기 위한 것으로 보인다.

보행률(Cadence)은 스마트폰을 들고 게임을 하며 보행을 하는 경우 감소하였다. 즉, 한걸음씩 내딛는 시간이 증가하였음을 의미한다. 이중과제를 수행할 때는 인지적 과제가 기존의 자세조절능력을 위해 사용하던 요소들을 가져다 사용함에 따라 기존의 자세조절이 불안정해진다는 뜻이다. 그래서 대상자는 안정성을 확보하기 위해 더 조심스럽게 발을 내딛는 것이라고 해석할 수 있다. 이는 이중과제를 설명하는 여러 모델 중 경쟁모델(The cross domain competition model)을 사용한 것이다[31].

보행 간격(Step-length)은 스마트폰을 사용할 때 감소하였다. 이와 더불어 통계적으로 유의한 값은 보이지 못했지만 보폭(Stride length) 또한 감소하였다. 보행 넓이(Stride length)는 스마트폰 비사용군이 사용군보다 12.36 cm에서 13.58 cm로 약 1.22 cm 증가함을 보였다. 이는 스마트폰을 사용하며 걸을 때 불안정함을 느껴서 대상자들이 스스로의 기저면(base of support)을 증가시킨 것을 의미한다. 선행된 연구에서는 이중 과제를 수행할 시 실험자들의 불안정성이 증가해서 기저면을 넓힌다는 사실을 발표했다[32]. 본 실험에서 팔과 손은 고정되어 있었고, 손끝은 게임을 하기 위해 동작이 수행되어야 했다. 상대적으로 다른 동작들보다 인지적 요구도 높고 자세 또한 자세조절능력을 감소하는 요인이었다. 본 대상자들의 자세와 같이 팔이 앞으로 90° 굽은 자세는 몸의 압력중심점이 기저면의 가장 앞 쪽으로 위치한다고 하였다[28]. 시각 또한 제한되는 상황이었기 때문에 실험자들이 여러 요소로 생긴 불안정성에 대비하기 위하여 보폭과 보행 간격을 줄이고 기저면을 넓힌 것으로 보인다.

보행 속도(Gait velocity)는 82.49 cm/s에서 76.52 cm/s로 스마트폰을 보면서 보행하지 않을 때의 속도의 92% 정도를 보였다. 이는 시야의 제한과 앞서 설명한 여러 요인들로 인해 대상자들이 불안정성의 증가만큼 속도를 줄여 낙상이나 장애물의 위험을 줄인 것으로 보인다.

보행 속도가 이전의 연구[22]에서 보고되어진 1.1 m/s보다 다소 느리지만 이는 좁은 실내에서 6 m 라는 비교적 짧은 거리를 측정했기 때문이라고 생각한다.

따라서 본 연구 결과는 이러한 운동학적 특성들의 변화를 통해 스마트폰을 사용하는 것이 보행에 영향을 끼친다는 사실을 확인할 수 있었다. 따라서 스마트폰 사용이 장애물 보행의 운동학적 특성에 방해가 될 것이라는 가설을 스마트폰을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우를 비교, 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있음이 증명되었으며, 지지되었다.

본 연구는 학문적으로나 실제적으로 보행관련 연구자나 스마트폰이용자들에게 유의미한 정보를 제공할 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고, 본 연구는 몇 가지 제한점을 지니고 있으므로 이와 관련된 후속 연구에 대한 방향을 제시하고자 한다. 첫째, 비교적 짧은 실내에서 측정했기 때문에 보행 속도가 평소 일상 생활 동작에서의 속도와는 다소 다르게 나왔다는 사실이다. 그러므로 비교적 넓은 실내 공간에서의 움직이는 장애물 등에 대한 보행 패턴과 더불어 일상 생활 동작과 거의 비슷한 보행 속도를 달리한 추가적인 연구가 필요하다. 둘째, 연구 대상자들의 제한점과 연구 일반화의 제한점이다. 본 연구에 참여한 대상자들의 연령대는 20대 초반의 사람들만 수행했다는 사실이다. 일상생활에서는 다양한 연령층의 사람들이 스마트폰을 사용하는 만큼, 본 연구의 결과를 스마트폰을 사용하는 정상인들에게 일반화시켜 적용하는 것에 제한이 따른다. 따라서 다양한 연령대의 많은 대상자를 대상으로 장기간의 추적 관찰을 시행한 연구들이 지속적이어야 할 것이다.

5. 결론

본 연구는 정상인의 장애물 보행 시에 스마트폰을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우를 비교, 분석하여 스마트폰 사용이 장애물 보행의 운동학적 특성에 미치는 영향을 확인해 보고자 하였다. 이를 위하여 74명의 건강한 남녀 대학생을 대상으로 장애물 넘기를 통해 보행률(Cadence), 보행 간격(Step-length), 보행 넓이(Step-width), 보폭(Stride-length), 보행 속도(Walking velocity), 그리고 토우 클리어런스(Toe clearance)와 같은 보행 변수를 측정하고 분석했다. 이러한 연구 목적 및

방법을 근거하여 본 연구에서 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 실험 결과 스마트폰 비사용군이 사용군보다 보행 넓이(Step width)와 토우 클리어런스(Toe clearance)가 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p < .05$).

둘째, 실험 결과 스마트폰 비사용군이 사용군보다 보행 간격(Step length), 보행 속도(Walking velocity), 그리고 보행률(Cadence)이 통계학적으로 유의하게 감소하였다($p < .05$).

이상의 결과들을 바탕으로 결론을 내리자면, 스마트폰 사용으로 인해 전체적으로 시야 인지의 제한과 장애물의 존재로 인한 불안정으로 위험에 대비하기 위해 속도를 줄이고 기저면을 넓히며 토우 클리어런스 또한 더 큰 궤적을 나타냈으며, 이를 통해 스마트폰을 사용하며 장애물을 넘을 때는 보행 능력에 많은 영향을 끼치는 것을 확인할 수 있었다. 스마트폰을 사용하며 보행을 하는 것은 많은 주의를 필요로 하며, 특히 장애물에 대한 인지가 힘든 야외에서는 스마트폰 사용을 자제하거나 이러한 단점을 보완하는 대체물이 발명되어야 할 것으로 사료된다.

References

- [1] J. K. Bae, H. M. Jeong, "An Empirical Study on the Determinants Factors by including Functional Attributes of Smart Phone Adoption", *The e-Business Studies*, Vol.9, No.4, pp.337-361, 2008.
- [2] I. K. Park, D. H. Shin, "Using the Uses and Gratifications Theory to Understand the Usage and the Gratifications of Smartphones", *Korea Regional Communication Research Association*, Vol.10, No.4, pp.192-225, 2010.
- [3] Ministry of Science, ICT and Future Planning, "Wire and Wireless Communication Service Subscribers", 5 March 2013.
- [4] L. Gugerty, M. Rakauskas, J. Brooks, "Effects of remote and in-person verbal interactions on verbalization rates and attention to dynamic spatial scenes", *Accid Anal Prev*, Vol.36, No.6, pp.1029-1043, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2003.12.002>
- [5] C. J. Patten, A. Kircher, J. Ostlund, L. Nilsson, "Using mobile telephones: cognitive workload and attention resource allocation", *Accid Anal Prev*, Vol.36, No.3, pp.341-350, 2004.

- DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575\(03\)00014-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0001-4575(03)00014-9)
- [6] J. P. Ha, J. H. Ha, "The Effect of Smartphone Sport Motivation on Sport Consumption Frequency through Smartphone: Moderating Role of Gender and Period of Smartphone Use", *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol.55, pp.281-293, 2014.
- [7] D. L. Strayer, W. A. Johnston, "Driven to distraction: dual-Task studies of simulated driving and conversing on a cellular telephone", *Psychol Sci*, Vol.12, No.6, pp.462-466, 2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9280.00386>
- [8] J. Hatfield, S. Murphy, "The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at signalized and unsignalized intersections", *Accid Anal Prev*, Vol.39, No.1, pp.197-205, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2006.07.001>
- [9] J. Nasar, P. Hecht, R. Wener, "Mobile telephones, distracted attention, and pedestrian safety", *Accid Anal Prev*, Vol.40, No.1, pp.69-75, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2007.04.005>
- [10] I. D. Brown, A. H. Tickner, D. C. Simmonds, "Interference between concurrent tasks of driving and telephoning", *J Appl Psychol*, Vol.53, No.5, pp.419-424, 1969.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/h0028103>
- [11] P. C. Burns, A. Parkes, S. Burton, "How dangerous is driving with a mobile phone?", *Benchmarking the impairment to alcohol*, Berkshire, UK, Transport Research Laboratory, 2002.
- [12] J. E. Törmros, A. K. Bolling, "Mobile phone use-effects of handheld and handsfree phones on driving performance", *Accid Anal Prev*, Vol.37, No.5, pp.902-909, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2005.04.007>
- [13] P. Langer, B. Holzner, W. Magnet, M. Kopp, "Hands-free mobile phone conversation impairs the peripheral visual system to an extent comparable to an alcohol level of 4-5 g 100 ml", *Hum Psychopharmacol*, Vol.20, No.1, pp.65-66, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hup.654>
- [14] V. Dubost, R. W. Kressig, R. Gonthier, F. R. Herrmann, K. Aminian, B. Najafi, O. Beauchet, "Relationships between dual-task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults", *Hum Mov Sci*, Vol.25, No.3, pp.372-382, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2006.03.004>
- [15] M. Woollacott, A. Shumway-Cook, "Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research", *Gait Posture*, Vol.16, No.1, pp.1-14, 2002.

- DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00156-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00156-4)
- [16] B. Galna, A. T. Murphy, M. E. Morris, "Obstacle crossing in people with Parkinson's disease: foot clearance and spatiotemporal deficits". *Hum Mov Sci*, Vol.29, No.5, pp.843-852, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2009.09.006>
- [17] F. Faul, E. Erdfelder, A. G. Lang, A. Buchner, "G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences", *Behav Res Methods*, Vol.39, No.2, pp.175-191, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3758/BF03193146>
- [18] G. Pagnacco, F. R. Carrick, C. H. Wright, E. Oggero, "Between-subjects differences of within-subject variability in repeated balance measures: Consequences on the minimum detectable change", *Gait Posture*, pii: S0966-6362(14)00715-2, 2014.
- [19] P. A. Hageman, D. J. Blanke, "Comparison of gait of young women and elderly women". *Phys Ther*, Vol.66, No.9, pp.1382-1387, 1986.
- [20] H. H. Kim, J. K. Hu, Y. A. Yang, "Effects of treadmill gait training on gait patterns in hemiplegic patients : comparison with conventional gait training", *Journal of The Korean Physical Therapy Science*, Vol.10, No.2, pp.17-28, 2003.
- [21] A. E. Patla, J. S. Frank, D. A. Winter, S. Rietdyk, S. Prentice, S. Prasad, "Age-related changes in balance control system: initiation of stepping", *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, Vol.8, No.4, pp.179-184, 1993.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0268-0033\(93\)90012-7](http://dx.doi.org/10.1016/0268-0033(93)90012-7)
- [22] M. J. Kurz, N. Stergiou, "Original investigation correlated joint fluctuations can influence the selection of steady state gait patterns in the elderly", *Gait Posture*, Vol.24, No.4, pp.435-440, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.09.010>
- [23] R. P. Cawsey, R. Chua, M. G. Carpenter, D. J. Sanderson, "To what extent can increasing the magnification of visual feedback of the centre of pressure position change the control of quiet standing balance?", *Gait Posture*, Vol.29, No.2, pp.280-284, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.09.007>
- [24] D. Solomonow-Avnon, A. Wolf, A. Herman, N. Rozen, A. Haim, "Reduction of frontal-plane hip joint reaction force via medio-lateral foot center of pressure manipulation: A pilot study", *Orthop Res*, doi: 10.1002/jor.22744, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jor.22744>
- [25] A. E. Patla, A. Adkin, C. Martin, R. Holden, S. Prentice, "Characteristics of voluntary visual sampling of the environment for safe locomotion over different terrains", *Exp Brain Res*, Vol.112, No.3, pp.513-522, 1996.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00227957>
- [26] A. E. Patla, J. N. Vickers, "Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path?", *Neuroreport*, Vol.8, No.17, pp.3661-3665, 1997.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00001756-1997121010-00002>
- [27] A. A. Mohagheghi, R. Moraes, A. E. Patla, "The effects of distant and on-line visual information on the control of approach phase and step over an obstacle during locomotion". *Exp Brain Res*, Vol.155, No.4, pp.459-468, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-003-1751-7>
- [28] A. E. Patla, E. Niechwiej, V. Racco, M. A. Goodale, "Understanding the contribution of binocular vision to the control of adaptive locomotion", *Exp Brain Res*, Vol.142, No.4, pp.551-561, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-001-0948-x>
- [29] A. E. Patla, S. D. Prentice, C. Robinson, J. Neufeld, "Visual control of locomotion: strategies for changing direction and for going over obstacles", *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, Vol.17, No.3, pp.603-634, 1991.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.17.3.603>
- [30] D. Brunt, S. M. Liu, M. Trimble, J. Bauer, M. Short, "Principles underlying the organization of movement initiation from quiet stance", *Gait Posture*, Vol.10, No.2, pp.121-128, 1999.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362\(99\)00020-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362(99)00020-X)
- [31] M. Lacour, L. Bernard-Demanze, M. Dumitrescu, "Posture control, aging, and attention resources: models and posture-analysis methods", *Neurophysiol Clin*, Vol.38, No.6, pp.411-421, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucli.2008.09.005>
- [32] K. C. Siu, V. Lugade, L. S. Chou, P. van Donkelaar, M. H. Woollacott, "Dual-task interference during obstacle clearance in healthy and balance-impaired older adults", *Aging Clin Exp Res*, Vol.20, No.4, pp.349-354, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF03324867>

김 창 용(Chang-Yong Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 대전대학교 일반대학원 물리치료학과 (물리치료학 석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 재활과학전공 박사연구원

<관심분야>

운동 및 생체역학, 신경계 물리치료학

정 혜 원(Hye-Won Jeong)

[준회원]



- 2013년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 재활과학전공 석사연구원

<관심분야>

보건통계학, 노인학

김 형 동(Hyeong-Dong Kim)

[정회원]



- 2000년 5월 : 미국 플로리다 대학교 물리치료학과(물리치료학 석사)
- 2002년 12월 : 미국 플로리다 대학교 물리치료학과(재활과학 박사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

운동 및 생체역학, 노인학