

# A Study on the Relationship between Gait Factors and Concentration according to Smartphone Use while Walking

Eunsang Lee<sup>a\*</sup> 

<sup>a</sup>Department of Physical Therapy, Gwangju Health University, Gwangju, Republic of Korea

**Objective:** Most of the risk of using smartphones while walking and experimental studies related to walking and there is a lack of evidence for cognitive ability when walking using smartphones. Therefore, this study aims to investigate the effect of using a smartphone while walking on gait factor and concentration function.

**Design:** A Cross sectional study

**Methods:** For gait measurement, 26 subjects (mean age: 23.08 ± 2.83) walked for 6 minutes using normal gait (NG) and gait with smart phone (GWS) while walking. Gait factors were evaluated during the test. For gait factors, gait variables such as gait distance, gait speed, cadence, step width, stride length, stance phase, and swing phase were measured using a gait analysis device. Attention was tested to determine changes in concentration while using a smartphone.

**Results:** Gait distance was high in NG, but Cadence was high in GWS ( $p < 0.05$ ). Stride lengths and NG were high ( $p < 0.05$ ), and GWS showed a significant increase in the stance phase ( $p < 0.001$ ). However, gait speed and step width did not show significant changes ( $p > 0.05$ ). Attention showed a significant change ( $p < 0.001$ ), and there was a significant correlation between attention and stance phase ( $r = 0.603$ ).

**Conclusions:** These results are expected to have an impact not only on walking but also on social traffic accidents and safety accidents due to the limited field of view and decreased attention when using smartphones. Based on these research results, it can be used as a training effect when cognitive function declines, and it can also be used as training to improve attention and concentration.

**Key Words:** Attention, Concentration, Gait, Task.

## 서론

우리 사회에서 스마트폰 사용은 여러가지 이익을 가져다 줬을 뿐 아니라 휴대의 간편성과 편리함에 따라 시간과 장소에 구애 받지 않고 사용할 수 있게 되었다 [1]. 스마트폰은 단순 통화기능 뿐 아니라 인터넷, 음악 감상, SNS, 동영상 시청 등 애플리케이션(application)을 활용한 다양한 기능들이 개발 되면서 시간과 장소에 구애받지 않고 사용하고 있다[2]. 일상생활에서 스마트폰 의존도가 높아지고 편리함 때문에 운전 또는 보행 중 스마트폰을 사용하는 경우가 늘어나고 있다[3].

보행(gait)이란 선 자세의 안정성을 유지함과 동시에 신체를 이동하는 동작으로 신경계와 골격계가 종합적으

로 사용되는 매우 복잡하고 연속적인 움직임이다. 보행의 동작은 한 다리로 서서 안정적인 자세를 유지하며 다른 다리를 이동하여 몸을 이동시키는 연속적이고 반복적인 행위로 디딤기(stance phase)와 흔들기(swing phase), 2단계로 구분할 수 있다. 일반적인 보행속도는 1.36m/s, 한 보행주기 동안 디딤기는 62%, 흔들기38%, 양발 지지기(double limb support)은 보행주기의 12%의 주기를 유지하며 몸을 일정한 방향으로 움직이기 때문에 복잡하고 협응된 교대운동이라고 할 수 있다[4, 5].

이런 복잡한 보행을 진행하면서 스마트폰 97.5%가 보행 중 1회 이상 사용하고 있으며, 이중 68.3%의 사용자는 1분이상 사용하는 것으로 나타났다[6].

보행 중 스마트폰 사용은 시각정보의 제한으로 시야

Received: Dec 8, 2023 Revised: Dec 17, 2023 Accepted: Dec 20, 2023

Corresponding author: Eunsang Lee, PT, PhD Professor (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9763-2439>)

Department of Physical Therapy Gwangju Health University, 73, Bungmun-daero 419beon-gil, Gwangsan-gu, Gwangju, Republic of Korea

Tel: +82-62-958-7649 Fax: +82-62-958-7768 E-mail: eslee@ghu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2023 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

의 폭을 50% 이상 감소시켜 장애물 파악을 어렵게 하고[7], 전방 주시 능력을 15%이상 감소시켜 상황변화에 따른 즉각적인 대처 능력감소와 집중력 또한 감소하게 된다[8, 9]. 또한 시각정보 뿐 아니라 청각정보에 대한 반응속도가 감소하게 되며, 이런 시각과 청각정보의 변화로 인해 사고 발생률이 증가 하고 있다[10].

이런 보행 중 스마트폰 사용은 여러 위험 요소에 노출되게 만들며 보행 중 보행에 다양한 변화를 일으키게 된다.

따라서 본 연구에서는 보행 중 스마트폰 사용에 따라 보행 패턴에 어떠한 변화를 일으키며, 또 다른 측면에서 이중과제와 같은 보행시 스마트폰 사용이 집중력에도 어떠한 영향을 미치며 이 집중력에 따라 보행요소와의 관계성을 따져 향후 인지 및 집중력을 향상시킬 수 있는 연구로서의 발전을 위해 상관관계를 알아보고 그 변화에 따라 향후 스마트폰을 활용한 보행에 대한 실험의 기초자료를 제시하고자 한다.

## 연구 방법

### 연구설계

본 연구는 일반성인 대학생을 대상으로 연구를 진행하였으며 통제집단 사후검사 설계(posttest only control group design)으로 52명의 대상자를 일반보행 그룹(normal gait group, NNG)과 스마트폰 사용을 동반한 보행그룹(gait with smartphone group, GWSG) 2개의 그룹으로 나눠 실험을 진행하였다. 각 그룹은 6분간 보행을 진행하였고 실험 간에 보행의 스탠스 단계, 보행 주기, 보행의 대칭지수, 보행 시 유지되는 골반 기울기 등을 검사하고 보행 중 스마트폰 사용이 집중력에 미치는 영향을 파악하기 위해 각 그룹에 보행중 숫자 암기 테스트(digit forward test, DFT)를 활용하여 집중력을 측정하여 보행요소의 변화와 집중력과의 상관관계를 알아보았다.

### 연구 대상

본 연구에서는 실험의 방법과 목적에 대한 충분하게 설명하였고, 본 실험에 대하여 자발적 참여에 동의한 일반 대상자들로 선정하였다. 헬싱키선언에 따른 윤리기준을 준수한 연구를 진행하였으며, 원할 경우 언제든지 연구를 철회할 수 있음을 알렸다. 실험 참여 동의서에 서명한, 모집인원 32명 중 선정기준과 제외기준 조건에 미치지 못하는 대상자 6명(신체적 제한요소 3명, 보행중 스마트폰 작동 어려움 2명, 약물복용 1명)을 제외한 26

**Table 1.** General Characteristics of Participants (n=26)

Characteristics	Subject
Gender (male/female)	13/13
Age (years)	23.08 (2.83) <sup>a</sup>
Height (cm)	167.78 (8.54)
Weight (kg)	65.00 (15.03)
Smartphone use time on day (min)	279.35 (81.69)

The values are presented mean (SD)<sup>a</sup>

명(남13, 여 13)의 대상자로 실험을 진행하였다(Table 1). 대상자의 선정 기준과 제외기준은 선행연구를 참고하여 다음과 같이 선정하였다[10].

### 대상자 선정 기준

1. 보행을 진행하는데 있어 신체 제한적 요소가 없는자
2. 6분이상 보행을 실시가능한 자
3. 3개월 이내 집중적인 균형 훈련 및 운동을 하지 않는 자
4. 균형조절을 위한 약물을 복용하거나 훈련을 받지 않는자
5. 신체기능에 이상이 없는 자
6. 스마트폰 경험이 1년 이상으로 스마트폰 조작능력에 어려움이 없는자

### 대상자 제외 기준

1. 최근 3개월 이내 하지 및 허리 등 수술 및 시술 등으로 정상보행에 영향을 미치는 자
2. 보행 중 스마트폰을 사용하는데 있어 거부감이 있는 자

### 실험 방법

본 연구에서는 원활한 보행을 위해 6분 보행테스트를 활용하여 보행요소를 측정하였다. 보행자에게 6분동안 30m의 거리를 자연스러운 걸음이 나오는 편안한 속도로 시작점에서 반환점을 돌아오는 방식으로 보행을 진행하였다. 골반의 움직임의 기반으로 대상자의 보행거리, 반환 횟수, 평균 보행 속도, 분당 걸음 수 등을 측정하기 위해 장비를 착용 후 대상자들에게 일반보행(Normal gait, NG)은 6분 보행검사와 집중력 검사를 진행하였고, 다음날 스마트폰을 사용을 동반한 보행(gait with smartphone, GWS)을 진행하였다. GWS는 6분 보행테스트를 진행하는 동안 개인 스마트폰을 활용하여 지속적으로 문자를 작성하여 연구 진행자에게 전송하도록 하면서 집중력 검사

**Table 2.** Change of gait factor and concentration

(n=26)

	NG	GWS	t[95% CI]
<b>Gait factor</b>			
Number of returns (n)	22.85 (3.27) <sup>a</sup>	20.39 (2.59)	3.007 [0.272, 1.369] <sup>††</sup>
Gait distance (m)	205.39 (25.7)	185.77 (18.76)	3.183 [7.237,31.993] <sup>††</sup>
Gait speed (m/s)	1.50 (0.25)	1.45 (0.33)	0.615 [-0.113,-0.213]
Cadence (steps/min)	107.99 (6.32)	111.55 (5.90)	2.097 [0.151, 6.965] <sup>†</sup>
Step width (mm)	96.71 (1.95)	97.1 (2.20)	-0.673 [-0.155, 0.771]
Stride length (m)	1.62 (0.23)	1.46 (0.22)	2.541 [0.330, 0.282] <sup>†</sup>
Stance phase (%)	60.27 (1.56)	65.85 (4.70)	-5.745 [-7.527, 3.627] <sup>†††</sup>
Swing phase (%)	39.73 (1.56)	34.15 (4.70)	5.745 [3.627, -7.527] <sup>†††</sup>
<b>Concentration</b>			
concentration average error (n)	1.20 (0.49)	1.77 (0.58)	2.429 [0.352, 4.073] <sup>†††</sup>

The values are presented mean (SD)<sup>a</sup>. CI: Confidence interval.

NG: Normal gait, GWS : gait with smartphone

Between the group(†p<0.05, ††p<0.01, †††p<0.001)

**Table 3.** Correlation of gait factor

(n=26)

	gait factor	r
<b>Concentration average error (n)</b>	Smart phone use	0.473***
	Number of returns (n)	0.008
	Gait distance (m)	-0.075
	Gait speed (m/s)	-0.063
	Cadence (steps/min)	0.092
	Step width (mm)	0.161
	Stride length (m)	-0.113
	Stance phase (%)	0.603***
	Swing phase (%)	-0.603***

significant correlation(\*\*\* p<0.001)

를 진행하였다. 문자의 내용을 일관성있이 진행하기 위하여 이름, 나이, 키, 몸무게, 집 주소, 취미와 관심 사항, 현재 애로사항 등을 문자로 묻고 답하는 형식으로 진행하였다. 각 테스트는 13명씩 나눠서 첫째날과 둘째날로 나눠 NG와 GWS 무작위로 진행하였다.

### 측정도구 및 방법

#### 보행요소 검사

본 연구를 진행하기 위해 보행중 보행요소들의 검사는 G-Sensor(G-Sensor, BTS Bioengineering SpA, Italy)를 사용하여 보행을 측정하였다. BTS G-sensor는 가로

70mm, 세로 40mm, 세로18 mm 크기에 37g의 이동식 무선센서(figure 1A)로 다양한 수준의 감도(±2, ±4, ±8, ±16g)을 갖춘 3축 가속도계(16bit/axes)와 다양한 감도레벨(±250, ±500, ±1000, ±2000 %/s)을 갖춘 3축 자이로스코프(16bit/axes) 및 3축 자력계(13bit)의 정보를 노트북 소프트웨어로 수신하는 시스템(figure 1B)으로 보행의 평가에 있어 높은 신뢰도(Interclass correlation coefficient, ICC=0.92, 95 % confidence interval, CI[0.82-0.97])를 보이고 있다[11, 12].

G-Worker는 양쪽 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine, PSIS) 사이에 위치하도록 하고 밴드로 착용하고(figure 1C), 평소에 신는 운동화를 착용하고 20m



**Figure 1. BTS G-SENSOR.**

A: wireless sensor, B: G-SENSOR computer software, C: Wearing position(PSIS line)



**Figure 2. 6-minute walking test**

직선거리의 복도양쪽 끝 사물을 돌며 왕복으로 6분간 보행 측정 후 평균값을 사용하였다(figure. 2) 측정 보행 요소는 한 발짝 거리(step length), 한걸음 거리(stride length), 디딤기(stance phase), 흔들기(swing phase)를 평가하였다[13].

**집중력검사(Digit Forward test, DFT)**

본 연구는 보행 중 스마트폰 사용이 보행능력과 집중력에 미치는 영향을 알아보기 위해 Lezak[14]을 참고하

여 Digit Forward test를 사용하였다. 인지 영역의 하나인 집중력의 표준검사로 일련의 무작위 숫자를 검사자가 읽어주면 이를 듣고 대상자가 한 번에 따라 반복하는 검사방법이다. 정확하게 반복한 경우에만 다음 차례의 숫자를 따라하게 하여 그 다음 일련의 숫자들을 따라 하기를 실패할 때까지 암기하여 가장 많이 반복한 수의 숫자를 점수로 한다. 숫자 암기는 3에서8까지의 수로 구성하였으며 본 연구에서는 [368463, 487835, 885363, 743583, 683584, 758463, 837465, 384756, 374558,

375486, 483764, 635875, 758634, 638836, 358734, 878535]의 숫자 배열을 순서대로 테스트 하였다[15].

이 DFT를 진행함과 동시에 또 다른 검사자와 문자를 동시에 진행하였다.

## 통계방법

연구의 모든 통계는 SPSS(Ver. 21 for window, SPSS Inc., USA) 프로그램을 사용하여 산출하였다. 기술통계를 사용하여 대상자의 일반적 특성에 대하여 통계를 분석하였다. 모든 측정 자료들이 정규분포를 보였고, 모수적 검정법을 이용하여 평균값들의 비교를 실시하였다. 두 방법 간 차이는 독립표본 t검정을 실시하였다. 보행요소의 변화와 집중력간의 상관성을 확인하기 위해 pearson 상관 분석을 실시하였다.

자료의 모든 통계학적 유의수준은  $\alpha = 0.05$ 로 설정하였다.

## 연구결과

보행중 스마트폰을 시행할 때와 일반적인 보행을 진행 평균 왕복횟수( $p < 0.01$ , 95%CI: 0.272, 1.369)와 평균 보행거리는 유의한 차이를 보였다( $p < 0.01$ , 95%CI: 7.237, 31.993). 또한 분당 보행수( $p < 0.05$ , 95%CI: 0.151, 6.965)는 GWS에서 유의하게 높게 나왔으나 한걸음 길이에서는 NG가 유의하게 높게 측정되었으며( $p < 0.05$ , 95%CI: 0.330, 0.282), 디딤기와 흔들기에서도 유의한 차이를 보였다( $p < 0.001$ , 95%CI: -12.029, 16.663).

그러나 보행속도( $p > 0.05$ , 95%CI: -0.113, -0.213)와 보간은 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ , 95%CI: -0.155, 0.771).

스마트폰 사용에 따른 집중력에 따른 오차는 스마트폰을 동반한 보행에서 더 높게 나와 집중력이 떨어지는 것을 확인 할 수 있었다( $p < 0.001$ , 95%CI: 0.352, 4.073).

집중력과 보행요소간의 상관관계는 스마트폰을 사용함에 따라 디딤기와 흔들기에 유의한 상관관계가( $p < 0.001$ ,  $r = 0.603$ ) 확인되었다.

## 고찰

보행은 반복적이고 자동적인 움직임으로 높은 주의력 보다는 신체적요소에 의존하는 경향이 있다. 그러나 스마트폰과 같은 모바일 기기를 동시에 사용하는 경우 주

의력 감소와 시야의 제한을 야기 할수 있어 크고 작은 사고로 이어질 수 있다[16]. 따라서 본 연구에서는 스마트폰이 보행을 구성한 보행요소에 어떠한 영향을 미치며, 의존도가 높진 않지만 보행시 필요한 주의집중력의 변화가 어떻게 나타나는지 관계성을 파악하고자 연구를 진행 하였다.

연구 결과 6분 걷기 동안 30미터 반환 횟수와 전체 이동 거리는 일반보행이 유의하게 많은 이동거리를 보였다. 그러나 초당 이동거리인 보행속도는 유의한 차이를 보이지 않았다.

이는 6분 이상의 오랜 보행동안에는 여러 요소들에 의해 스마트폰 사용을 동반한 보행보다 일반 보행이 더욱 많은 이동을 한것으로 생각 할 수 있으나 단기적인 초당 이동속도는 한걸음의 길이와 보행 수의 차이에 의해 유의한 차이를 보이지 않은것으로 생각 된다. 본 연구에서도 분당 스텝수는 GWS에서 더욱 높게 나타났으며, 한걸음 넓이는 더욱 좁은것으로 나타났다. 이 내용을 종합해 볼 때 스마트폰 사용을 동반한 보행은 보폭은 짧지만 보행빈도는 증가하는 것으로 생각할 수 있다. Huang 등[17]의 연구에 의하면 짧은거리 보행중 이중과제 동안 보폭과 속도가 줄어든다고 하였으며( $p < 0.05$ ), 전해련과 도명식[18]의 연구에 의하면 보행중 스마트폰 사용이 청각적인 사용보다 시각적 사용이 더욱 보행속도에 영향을 미치는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 선행연구 내용을 종합해 봤을때 스마트폰 사용을 동반함으로 주의집중력이 떨어짐과 시각적 집중이 떨어지며 인지능력의 저하로 인해 불안정한 보행을 하는것으로 생각된다.

Moon 등[9]의 연구에서 스마트폰 사용시 보간이 유의한 차이가 있다고 하였고( $p < 0.05$ ), Kim 등[19]의 연구에 의하면 스마트폰을 이용중 장애물 넘는 보행시 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 그러나 본 연구에서는 스마트폰을 사용도중 보행시 보간에서 차이거 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 선행연구와의 차이점은 Kim 등[19]의 연구에서 장애물을 넘는 보행을 실시 하였기 때문에 오히려 안정감을 높이기 위해 보폭이 넓어졌을 것으로 생각된다. Moon 등[9]의 연구에서는 정확한 스마트폰을 어떤 용도로 사용하였는지 표현하고 있지 않아 정확한 비교가 힘들다. 실제로 보행중 문자발송은 1.87초정도 소요되며, 전화통화는 1.29초정도 소요된다[20]. 본 연구에서는 보행중 스마트폰 사용의 용도를 문자를 주고 받는 형식이었지만 타 연구에서는 SNS 및 동영상 시청 등 단순 시각적 정보만 받아들이지만 본 연구는 한단계 높은 언어적 처리능력을 활용하였기 때문에 향후 연구에서는 동일한 난이도의 스마트폰 사용을 권장할 수 있을 것이다.

본 연구에서 보행중 스마트폰을 사용시 보행 요소와의 상관관계를 알아보고자 연구를 추가적으로 진행 하였으며, 연구결과 집중력과 디딤기와 흔들기의 유의한 상관성을 보였으며( $r=603$ ), 연구결과 스마트폰을 사용시 디딤기와 흔들기에서 5%정도의 변화가 나타났으며 디딤기가 증가하였다( $p<0.001$ ). 선행연구에서도 스마트폰 사용시 양발지지기 및 디딤기가 증가한다고 하였으며 [5, 10, 17], 보행 중 스마트폰 사용에 따라 시각적 제한 및 이중과제로 주의력 감소, 시야의 제한 등으로 인해 신체적 불안정성을 보상하기 위한 양발 지지기의 보상으로 생각할 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점은 첫째, 젊은 남녀(20~26세)로 20 대로 국한되어 있었다. 향후 연구에서는 인지능력이 떨어지는 높은 연령을 대상으로 했을 때도 새로운 연구결과를 이끌어 낼 수 있을것이다. 둘째, 실험의 안전성으로 인해 실내에서 진행되었다. 향후 연구에서 안전성을 확보 후 실제와 같은 환경에서 또한 진행 한다면 향후 또다른 의미의 연구 결과를 얻을 수 있을 것 이다. 셋째, 표본의 크기가 크지 않아 모든 상황에 일반화하기 쉽지 않을 것으로 생각된다.

## 결론

본 실험은 보행시 스마트폰 사용이 보행요소에 어떤 영향을 미치는지와 함께 보행시 스마트폰 사용시 주의 집중력과 보행요소간의 상관관계를 알아보고자 연구를 진행하였다. 연구결과 스마트폰 사용시 보행거리와 분당 보행수, 보장거리, 디딤기와 흔들기의 패턴이 유의한 변화를 가지고 왔다. 또한 집중력에 유의한 변화를 가지고 왔으며, 집중력과 흔들기와 디딤기의 상관성을 보였다.

이러한 결과는 스마트폰 사용시 시야의 제한과 주의력의 감소에 따라 보행뿐만 아니라 나아가 사회적으로 교통사고 및 안전사고에도 영향을 미칠것으로 생각된다. 이런 연구 결과를 토대로 반대로 인지기능의 저하시 혼련효과로도 사용될 수 있으며, 주의 집중력을 향상 시킬 수 있는 혼련으로도 사용될 수 있을 것이다.

## Acknowledgement

본 논문은 2023년도 광주보건대학교 연구비 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2023007)

## 참고문헌

- Davidson BI, Shaw H, Ellis DA. Fuzzy constructs in technology usage scales. *Computers in Human Behavior*. 2022;133:107206.
- Kim Y, Lee S, Lee H-S, Song J, Song S-O, Seol M-J, et al. Changes in upper limb muscle activity during smartphone usage while in stable and unstable positions and during gait. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 2018;7:119-26.
- Park IK, Shin DH. Using the Uses and Gratifications Theory to Understand the Usage and the Gratifications of Smartphones. *Journal of Communication Science*. 2010;10:192-225.
- Perry JaD, J. R. Gait analysis: normal and pathological function. *J of Pediatric Orthopaedics*. 1992; 12:815-21.
- Jordan K, Challis JH, Newell KM. Walking speed influences on gait cycle variability. *Gait Posture*. 2007;26:128-34.
- Authority KTS. Investigation report for smartphone users during walking. 2013.
- Mauritz KH. Gait training in hemiplegia. *Eur J Neurol*. 2002;9 Suppl 1:23-9; dicussion 53-61.
- Neider MB, McCarley JS, Crowell JA, Kaczmarek H, Kramer AF. Pedestrians, vehicles, and cell phones. *Accid Anal Prev*. 2010;42:589-94.
- Moon JH, Kim SH, Na CH, Hong DG, Heo SJ. Influence of Smart Phone Use on Gait Pattern in Healthy Adults. *Journal of the KIECS*. 2018;13: 199-206.
- Lee J, Soo.;, Yang SH. The Effect of Using a Smartphone about Response Rate of the Body to the Visual and Auditory Stimuli During Walking. *Journal of Korea Entertainment Industry Association*. 2015;9:299-305.
- Kumar S, Singh J, Pradhan P, Kumar S, Thapa RKJJoAoS, Education P. Validity and Reliability of an Inertial Measurement Unit (BTS G-Walk) for Measurement of Countermovement Jump Height: A pilot-study. *J Anthr Sport Phys Educ*. 2023;7:19-22.
- Vítečková S, Horáková H, Poláková K, Krupička R, Růžička E, Brožová H. Agreement between the GAITRite(®) System and the Wearable Sensor BTS G-Walk(®)measurement of gait parameters in healthy

- adults and Parkinson's disease patients. *PeerJ*. 2020; 8:e8835.
13. Lim A R, Kim J N, Kim H J, Joung S W, Kim Y J, Lee B G. A Study on the Estimated Normal Value of 6-Minute Walking Test for Healthy Adults in Korea. *The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Disease*. 2012;114:271-.
  14. Lezak MD. *Neuropsychological assessment*: Oxford University Press, USA; 2004.
  15. So Hee-Young, Jung Mi-Ha. A Study on the Evaluation of Cognitive Function of Adults. *The Journal of Korean Academic Society of Adult Nursing*. 2004;16:245-55.
  16. Gugerty L, Rakauskas M, Brooks J. Effects of remote and in-person verbal interactions on verbalization rates and attention to dynamic spatial scenes. *Accid Anal Prev*. 2004;36:1029-43.
  17. Huang HJ, Mercer VS, Thorpe DE. Effects of different concurrent cognitive tasks on temporal-distance gait variables in children. *Pediatr Phys Ther*. 2003;15:105-13.
  18. Jeon HR, Do MS. Effects of Smartphone Usage on Walking Speed using Machine Learning Method. *J Korea Inst Intell Transp Syst*. 2019;18:93-103.
  19. Kim CY, Jeong HW, Kim H. D. Effects of Smart Phone Use on the Gait Parameters When Healthy Young Subjects Negotiated an Obstacle. *Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2015;16: 471-9.
  20. Thompson LL, Rivara FP, Ayyagari RC, Ebel BE. Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour: an observational study. *Inj Prev*. 2013;19:232-7.