

스마트폰을 이용한 이중과제 수행이 발목 불안정성을 가진 성인의 균형과 근 활성화도에 미치는 영향

김민규 · 양회송 · 유영대 · 강효정 · 정찬주*

청암대학교 물리치료과 교수

The Effects of Dual Task Performance on Balance and Muscle Activity in Adults with Ankle Instability with Smartphones

Min-Kyu Kim, PT, MS · Hoe-Song Yang, PT, Ph.D · Young-Dae Yoo, PT, Ph.D ·

Hyo-Jeong Kang, PT, Ph.D · Chan-Joo Jeong, PT, Ph.D*

Dept. of Physical Therapy, Cheongam College, Professor

Abstract

Purpose : Using a smartphone while walking distracts attention and increases the risk of losing balance or falling. Ankle instability is caused by decreased muscle strength and decreased neuromuscular ability leading to postural control problems. Dual tasks increase the risk of falls by reducing postural control in adults with ankle instability. This study aimed to investigate the effect of performing a dual task on balance and muscle activity in adults with ankle instability using a smartphone.

Methods : Forty-nine individuals with ankle instability participated in this study. A game of finding the wrong picture was performed using a smartphone in the dual task, and only looking at the blank screen of a smartphone was evaluated in the single task. The participants randomly performed single and dual task to evaluate balance and muscle activity. Balance was evaluated using the Biodex balance system (BBS), and muscle activity was evaluated using surface EMG. Muscle activity of the gastrocnemius and tibialis anterior was measured at the same time as balance.

Results : The results of this study showed that overall, anterior/posterior, and medial/lateral balance indices all showed significant differences when performing the dual task compared with those during the single task ($p < .05$). The muscle activity results showed a significant difference compared with that of the gastrocnemius muscle on the nondominant side during the dual task ($p > .05$).

Conclusion : The results of this study showed that maintaining balance is more difficult when performing the dual task than during the single task, and only the muscle activity of the nondominant gastrocnemius muscle decreased. The dual task causes a decrease in concentration for postural control, which negatively affects postural stability. Individuals with ankle instability should refrain from performing dual tasks, such as using smartphones, to prevent ankle damage.

Key Words : ankle instability, balance, EMG, smart phones

*교신저자 : 정찬주, jeong@ca.ac.kr

※ 이 논문은 2022년도 청암대학교 학술비 지원에 의한 논문임.

제출일 : 2022년 11월 21일 | 수정일 : 2023년 1월 6일 | 게재승인일 : 2023년 1월 20일

I. 서론

발목은 걷고, 달리고, 점프를 해야하는 모든 스포츠 상황에서 가장 많은 상해를 발생하는 부위이다(Wisthoff 등, 2019). 발목 손상은 일상생활과 스포츠 활동에서 지속적인 제한을 발생시키고(Caldemeyer 등, 2020), 불안정성 보행과 불안감을 초래한다(Gribble 등, 2013). 발목 뻘이 발생한 뒤 반복적이고 지속적인 발목 안쪽 번짐으로 인해 추가적인 손상이 발생하고, 발목의 기능적인 불안정성과 근육 약화, 근육의 반응시간 지연 등으로 이어지게 된다고 하였다(Yen 등, 2019). 발목 불안정성이란 외부에 가해진 힘이 발목 근육 섬유의 탄성 한계를 초과할 경우, 이로 인해 비가역적 손상이 일어나는 경우를 말한다(Kim 등, 2020). 불안정한 발목의 원인은 고유감각, 발목 근력, 발목 자세조절과 같은 신경근 조절 능력의 저하 때문이다(Ruiz-Sanchez 등, 2022). 또한, 발목의 근력이 약할수록 근육의 반사 작용이 저하되기 때문에 자세 조절의 어려움이 나타난다고 보고되었다(Obata 등, 2012).

일상생활 동작에서 대부분은 한 번에 한 가지 이상의 과제를 수행하는 이중과제를 포함하고 있으며(Raffegaau 등, 2019), 안정적인 일상생활 동작을 위해 이중과제 활동의 필요성이 더욱 강조된다(Wajda 등, 2017). 이중과제란 대상자들에게 복합적인 과제를 동시에 수행할 것을 요구하는 것으로 주의력을 분산시켜 균형 능력이나 상황에 대처하는 능력을 저하시키는 이중과제 간섭을 유발하며, 이중과제 간섭은 우발적이거나 예상하지 못한 상황에서 인지능력을 저하시켜 낙상의 위험이 높아진다(Hyong, 2015). 운동과제와 병행하여 적용된 인지과제는 보행 속도의 감소, 보행 수행 중 이중 지지 기간 증가, 이중 작업 조건에서 운동 행동에 대한 자세조절 능력이 감소되는 등의 문제를 야기하는 것으로 조사되었으며, 발목불안정성을 가진 성인의 경우 낙상의 위험을 증가시킨다(Hyndman 등, 2009).

전 세계적으로 스마트폰 사용자 수는 계속해서 증가하고 있으며(Hsiao & Chen, 2015), 스마트폰 사용자들 스스로가 본인의 휴대폰에 적합한 소프트웨어를 구성하여 편리하게 사용하고 손 안의 컴퓨터로 불리는 스마트폰

은 사람들의 관심을 끌기에 충분하다(Moon 등, 2018). 스마트폰 최대 사용국인 한국에서는 스마트폰을 사용하면서 걷는 사람들을 쉽게 볼 수 있으며, 보행 중 스마트폰의 사용은 많은 주의를 필요로 한다(Park & Park, 2016). 또한, 보행과 동시에 인지 과제를 수행하게 되면 주의력이 분산되어 보행에 부정적 영향을 미친다(Penati 등, 2020). 보행 중 스마트폰 사용으로 인한 상황 변화는 자세 조절능력의 저하를 일으켜 낙상과 같은 부상이 발생할 가능성이 증가한다(Park & Park, 2016).

스마트폰 이용이 보행이나 균형을 유지하는데 부정적 영향을 미치는 선행연구가 있지만 스마트폰 사용을 통한 인지과제와 균형을 유지하는 운동과제가 동시에 적용되는 이중과제가 발목 불안정성을 가진 성인의 균형과 근활성도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구의 목적은 발목 불안정성을 가진 성인을 대상으로 스마트폰을 이용한 이중과제의 수행 여부가 균형과 근활성도에 미치는 영향을 조사하는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 순천시 C대학교 재학생 중인 발목 불안정자 49명을 대상으로 실시하였다. 연구 대상자의 산출 근거는 다음과 같다. G power ver. 3.1을 이용하여 최소 필요 표본수를 산출하였다. 본 연구의 일차 가설인 단일과제와 이중과제에 따른 근활성도(장딴지근, 앞정강근)의 차이를 확인하기 위하여 Choi 등(2011)의 연구 결과를 참고하여 산출된 값을 반영하였다. 정상 성인의 단일 과제와 이중 과제시 앞정강근의 근 활성도는 각각 24.37±14.01 %MVIC, 30.28±17.18 %MVIC 이었다. 효과 크기 .55으로 설정하고, 유의수준 .05, 검정력 95 % 양측 검정으로 계산된 표본 수는 45명이며, 탈락율 10 %를 고려하여 총 50명이 산출된다.

대상자의 선정기준은 만 18세 이상 65세 미만인 자로 하였고, 최근 3개월 이내에 발목손상을 경험하지 아니한 자. 컴버랜드(Cumberland) 발목 불안정성 설문지

(Cumberland ankle instability tool; CAIT)의 24점을 넘지 않는 자. 한 다리 서기검사(one leg standing test; OLST)를 양쪽 번갈아 시행했을 때 20초 동안 못 버틴 대상자를 발목불안정자로 하였다. 제외기준은 1) 근육뼈대계와 신경학적 손상 및 병변이 있는 자, 2) 시각 및 청각의 손상 및 병변이 있는 자, 3) 심한 인지, 의사소통, 지각에 문제로 인해 구두지시를 이해하고 수행하는데 어려움이 있는 자로 하였다. 모든 대상자는 측정과 방법에 대해 설명을 듣고 동의서에 서명을 하였으며, 연구는 청암대학교 기관생명윤리심의의 승인을 받은 후 진행되었다(CA17-210730-BM-010-01).

2. 연구 설계

본 연구에서는 스마트폰을 이용한 이중과제 수행이 발목 불안정성 성인의 균형과 근활성도에 미치는 영향을 연구하고자 하였다. 대상자 모두 단일과제와 이중과제를 번갈아가며 시행하며, 균형과 근활성도를 측정하였다. 단일과제와 이중과제의 순서는 무작위로 배정하며, 배정하는 방법은 제비뽑기를 통해 결정했다. 균형과 근활성도 측정시 스마트폰을 사용해 이중과제(틀린 그림 찾기 게임)를 시행하고, 단일과제는 스마트폰의 빈 화면을 보기만 하고 평가를 시행하였다(Table 1).

3. 측정도구 및 방법

대상자는 단일과제와 이중과제를 각각 3회씩 측정하였으며, 평가 중 안전을 위해 안전요원을 근접하여 시험에 참관하였다.

1) 발목 불안정성 평가

발목 불안정성을 평가하기 위해 CAIT를 사용하였다. 이 평가도구는 발목 통증 여부, 일상 활동에서 발목의 불안정성 여부, 발목 뺨 후 회복 시간 등의 주관적인 느낌을 평가하는 9개의 문항으로 구성되어 있으며, 신뢰도와 타당도가 .96으로 우수하고 민감도는 83%의 우수한 평가도구이다(Hiller 등, 2006). 30점 만점에서 28점 이상은 정상, 27점 이하의 잠재된 기능적 발목 불안정성, 24점 이하는 기능적 발목 불안정성으로 정의한다(Kim 등,

2021). 측정은 환자의 우세 측을 기준으로 측정하였다.

2) 한 발 서기 검사

다른 외부의 지지 없이 한발로 얼마만큼 오랫동안 서 있을 수 있는지 검사하는 것으로 선 자세에서 정적 균형 능력을 측정하는 도구이다. 어느 위치에서든 빠르게 자세 불균형을 양적으로 측정할 수 있고, 특별한 장비 없이 간단하게 평가할 수 있는 장점이 있다. 평가 방법은 팔짱을 끼고 두 발로 선 상태에서 한쪽 발을 든다. 이때 든 다리는 엉덩관절과 무릎관절을 90° 굽힘 시키도록 하고 서 있는 시간을 측정하였다(Han & Lee, 2018).

3) 근 활성화도 검사

본 연구는 다리 근육의 근전도를 측정하기 위하여 표면 근전도(4DMT, ReLive, Korea)를 사용하였다. 전극의 부착 부위는 알코올 솜으로 닦아 피부저항을 최소화하였으며, 각 전극의 부착 부위는 발목관절의 안정성을 제공하는 역할을 하는 앞정강근, 안쪽 장딴지근에 부착하였다. 앞정강근은 가쪽 무릎관절과 가쪽 복사뼈의 몸쪽 75% 지점에 부착하였고, 장딴지근은 종아리뼈 머리와 발꿈치뼈 용기의 50% 지점에 부착하였다. 표본 추출률(sampling rate)은 1000 Hz로 설정하였으며, 주파수 대역폭(bandpass)은 20~500 Hz를 사용하였고, 전기 신호에 의한 잡음을 제거하기 위하여 60 Hz의 여과 필터(notch filter)를 적용하였다. 3번 반복 측정한 평균값을 기준으로 %MVIC 값을 구하였다.

4) 균형능력 측정

균형을 측정하는 도구로는 Biodex balance system이 사용되었다. 이는 신체를 여덟 방향(앞, 뒤, 좌, 우, 앞-좌측, 앞-우측, 뒤-좌측, 뒤-우측)으로 체중이동(weight shift)하는 능력을 평가하기 위한 측정 도구이다. 화면에 보이는 목표점(target point)들이 고정된 상태에서 몸의 무게 중심을 이동시켜 목표점에 도달하게 했다. 균형지수인 전 방향 안정성(overall stability index; OSI), 앞뒤면(anterior posterior index; API), 안쪽·바깥쪽(medial lateral index; MLI) 3항목을 측정하였다(Fig 3). 그리고 대상자의 신체 조건과 Biodex balance system의 기본 설정을 초기 단상

3단계, 실험 1회, 휴식 0초, 측정 시간 20초로 설정하였다. 균형을 측정함과 동시에 장딴지근과 앞정강근의 근활성도를 측정하였으며, 이중과제 3회, 단일과제 3회씩 측정하였다. 측정 중 사용하는 스마트폰은 대상자 모두 동일한 기기를 사용하였다.

4. 실험방법

1) 최대 근수축 검사

장딴지근에 대한 발바닥 굽힘과 앞정강근에 대한 발등 굽힘을 진행하였다. 측정 전에 정확한 자세와 근력을 측정하기 위하여 대상에게 충분한 사전 설명과 시범을 보였다. 앞정강근의 근력 검사 방법에 의해 5초간 근활성도를 측정하였으며, 측정 전에 대상자에게 충분한 사전 설명과 시범을 보였다. 대상자는 베드에 앉은 자세에서 최대로 발등 굽힘과 유지한 상태에서 ‘시작’이라는 신호와 동시에 근전도를 측정하였으며 측정자는 복사뼈 바로 위 종아리 뒷부분을 잡고 발바닥 굽힘 쪽으로 저항을 주었다. 한 다리에 3회씩 양쪽으로 번갈아 측정하였다. 장딴지근의 근력 검사 방법에 의해 5초간 근활성도를 측정하였다. ‘시작’이라는 신호와 동시에 근전도를 측정하며 대상자는 손잡이를 잡고 한쪽 다리의 무릎을 90° 굽힘 시킨 후 다른 한쪽 다리의 발꿈치가 최대 발바닥 굽힘이 될 때까지 뒤꿈치를 들어올린다. 한 다리에 3회씩 양쪽으로 번갈아 측정하였다.

2) 균형 및 근력 측정

균형 측정 전에 대상자에게 뽑기를 통하여 균형과 함께 단일과제와 이중과제 중 어떤 과제를 먼저 측정할 것인지 순서를 결정하였다. 균형과 근활성도 측정 시 스마트폰 사용의 여부에 따라 자세가 달라져 연구 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 단일과제를 수행할 때는 Biodex balance system의 불안정한 발판 위에서 화면이 꺼져 있는 휴대폰을 양손으로 잡고 응시하며 10초 동안 어깨너비 두 발 지지 자세를 유지하는 균형 과제만 수행하였다. 이중과제를 수행할 때는 Biodex balance system의 불안정한 발판 위에서 스마트폰으로 ‘틀린 그림 찾기 게임’을 하는 인지 과제와 어깨너비 두 발 지지 자세를 10초 동안 유지하는 균형 과제를 함께 수행하였다.

5. 분석방법

본 연구에서 수집된 데이터는 SPSS ver. 22.0을 이용하였으며, 모든 항목의 측정치는 기술통계를 사용하여 분석하여 평균±표준편차(mean±SD)로 기술하였다. 각 변수의 정규분포 검증을 위해 Kolmogrov-Smirnov test를 사용하였으며, 정규성을 만족하였다. 이중 과제와 단일 과제에 따른 균형, 다리의 근 활성도 차이를 분석하기 위해 대응표본 t 검정(paired t-test)을 실시하였고, 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구에서는 발목 불안정성을 가진 49명이 참가하였으며, 평균 나이 21.54±1.93 세, 평균 신장 165.53±9.70 cm, 평균 체중 64.08±15.23 kg이다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects (n= 49)

Subjects	
Gender (M/F)	21/28
Age (years)	21.54±1.93
Height (cm)	165.53±9.70
Weight (kg)	64.08±15.23

Mean±SD

2. 이중과제 유무에 따른 균형지수 변화

단일과제, 이중과제 수행 시 전체 균형지수는 각각 3.95±1.84, 4.99±2.25로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 앞·뒤방향 균형지수는 각각 2.71±1.34, 3.42±1.54로 유의한 차이를 보였고(p<.05), 안쪽·바깥쪽 균형지수는 2.41±1.20, 3.02±1.58로 유의한 차이를 보였다(p<.05) (Table 2).

3. 이중과제 유무에 따른 장딴지근 근활성도 변화

단일과제와 이중과제에 따른 장딴지근의 근활성도의 차이를 분석한 결과 우세 측 장딴지근은 단일과제 시 47.02±17.77, 이중과제 시 45.83±16.07로 유의한 차이가

Table 2. Comparison of balance index between dual and single task (n= 49)

	Single task	Dual task	t	p
	Mean±SD	Mean±SD		
OAI (score)	3.95±1.84	4.99±2.25	-6.12	.000*
API (score)	2.71±1.34	3.42±1.54	-4.67	.000*
MLI (score)	2.41±1.20	3.02±1.58	-5.20	.000*

Mean±SD, OAI; overall stability index, API; anterior & posterior index, MLI; medial & lateral index

보이지 않았다($p>.05$). 비우세측 장딴지근은 단일과제 시 52.62±19.85, 이중과제 시 48.21±17.86으로 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 3).

Table 3. Comparison of gastrocnemius muscle activity between dual and single task (n= 49)

	Single task	Dual task	t	p
	Mean±SD	Mean±SD		
DS (%MVIC)	47.02±17.77	45.83±16.07	.59	.624
NDS (%MVIC)	52.62±19.85	48.21±17.86	2.17	.035*

Mean±SD, DS; dominant side, NDS; non dominant side

4. 이중과제 유무에 따른 앞정강근 근활성도 변화

단일과제와 이중과제에 따른 앞정강근의 근활성도의 차이를 분석한 결과 우세 측 앞정강근은 단일과제 시 51.54±10.35, 이중과제 시 51.06±9.88로 유의한 차이를 보

이지 않았다($p>.05$). 비우세 측 앞정강근은 단일과제 시 51.22±14.33, 이중과제 시 51.84±13.22로 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(Table 4).

Table 4. Comparison of tibialis anterior muscle activity between dual and single task (n= 49)

	Single task	Dual task	t	p
	Mean±SD	Mean±SD		
DS (%MVIC)	51.54±10.35	51.06±9.88	.42	.677
NDS (%MVIC)	51.22±14.33	51.84±13.22	-.49	.624

Mean±SD, DS; dominant side, NDS; non dominant side

IV. 고 찰

이중과제란 별개의 목표를 갖는 두 가지 이상의 과제를 동시에 수행하는 것으로(McIsaac 등, 2015), 간섭(interference)을 일으켜 하나 혹은 두 과제의 수행의 감소를 야기한다. 균형은 공간에서 자세를 조절하여 유지하는 것으로, 균형을 유지하는 능력은 인간이 일상생활을 영위해나가거나 목적 있는 활동을 수행하는 데 있어서 가장 기본이 되는 필수 요소이다(Sibley 등, 2015).

본 연구에서는 발목 불안정성을 가진 성인 49명을 대상으로 스마트폰을 이용한 이중과제 유·무에 따른 균형 지수와 근활성도의 변화를 알아보려고 하였다. 본 연구의 결과 이중과제를 적용했을 때 전체, 앞·뒤방향, 안쪽·바깥쪽 균형지수가 모두 유의하게 높은 값을 보였다. 균형지수 값이 높은 것은 균형을 유지하기 위해 자세 동요가 크게 나타났음을 의미하고, 발목 주변 근육의 근수축 지연이나 협응 운동이 어려워 반사적 대응이 늦어짐으로 인해 발생한다(Gehring 등, 2013). 따라서 본 연구의 결과에서 이중과제를 적용했을 때 높은 균형지수는 균형 능력이 좋지 않았음을 뜻한다. Choi 등(2011)의 연구에서는 이중과제 수행이 단일과제 균형 유지와 비교해서 정적 균형 지수(체중심의 안쪽·바깥쪽 이동속도, 앞·뒤방향 이동속도, 안쪽·바깥쪽 이동 거리, 앞·뒤방향 이동 거리) 값에서 통계적으로 유의하게 증가하는 결과를 보였다. Gursoy 등(2022)은 선 자세에서 공간적 기억 과제와 비공간적 기억 과제를 수행할 때 균형을 잡는 동작은 인지 과제의 난이도 증가에 따라 자세 동요가 커진다고 하였다. 또한 기억 회상과제나 섬세한 운동 조절이 필요한 이중과제의 경우 자세 동요를 크게 일으킨다(Gursoy 등, 2022). 스마트폰을 사용하는 동안 동적 균형 변화를 연구한 선행연구에서는 스마트폰의 사용 중 동적균형은 모두 유의하게 감소하였으며, 음악 감상과 같은 낮은 난이도의 경우 보다 게임을 하는 높은 인지 과제에서 뒤쪽으로의 동적 균형이 크게 감소하는 결과를 보였다(Hyong, 2015). Bayot 등(2018)의 연구에서는 이중과제시 자세조절능력이 감소하며, 인지 과제가 어려울수록 자세 조절 능력은 더 감소하였다. 이러한 선행 연구의 결과는 본 연구의 결과와 일치한다. Choi 등(2011)은

이중과제가 자세 조절을 위한 집중력의 감소를 일으켜 자세 안정성에 부정적인 영향을 미친다고 하였다. 따라서 스마트폰을 사용한 이중과제가 집중력을 감소시켜 균형지수가 높게 나타난 것으로 사료된다.

만성 발목 불안정성 환자들 대부분에게서 다리의 근력 저하가 나타났고(Yen 등, 2019), 약화된 발목관절 주변 근육은 신체활동 시 근피로를 유발시킨다(Webster & Nussbaum, 2016). 발목관절의 근피로는 동적 안정성을 감소시키는 원인이 되고, 결과적으로 재손상의 위험을 증가시킨다(Kim, 2016). 특히 앞정강근과 장딴지근은 균형을 잡기위해 쓰이는 일차 근육으로 발목 전략에 중요한 요소이며, 균형을 유지하는 동안 활성화된다(Cho & Shin, 2014). 따라서 발목 불안정성의 원인은 발목관절 주변 근 기능과 밀접한 관련성이 있으며, 장딴지근과 앞정강근의 근활성도를 분석하는 것은 발목 불안정성을 평가하는데 중요하다.

본 연구의 근활성도 결과는 이중과제 수행시 비우세 측 장딴지근의 근활성도가 유의하게 낮은 값을 보였다. 반면 우세 측 앞정강근과 장딴지근, 그리고 비우세 측 앞정강근에서는 유의한 차이가 없었다. Park(2017)은 이중과제 운동군, 단일과제 운동군으로 그룹을 나누어 균형 훈련을 실시하였고, 6주간 중재 후 정적·동적 균형과 근활성도를 측정하였다. 그 결과 이중과제 군에서 장딴지근의 근활성도가 유의하게 향상되었으며, 눈을 뜨고 선 자세와 눈을 감고 선 자세에서 균형 능력이 유의하게 향상되었다. 그룹 간 비교에서도 신체 중심 이동면적, 이동길이, 이동속도에서 이중과제 군과 단일 운동과제 사이에서 유의한 차이를 보였다. 이중과제 훈련을 통해 장딴지근의 활성도가 높아지고, 균형 능력이 향상되는 결과는 장딴지근의 근활성도 향상이 균형능력의 향상과 관련이 있는 것으로 판단할 수 있다. 또한 Gebel 등(2019)은 5가지 난이도의 균형 환경에서 발목 근육의 근활성도와 자세 동요의 관련성을 연구한 결과 과제의 난이도가 높을수록 발목 근육의 근활성도는 높아지며, 근활성도가 높을수록 자세 동요가 감소한다고 하였다. 따라서 본 연구의 결과 이중과제를 수행하는 동안 비우세 측 장딴지근의 근활성도와 정적 균형능력이 감소되는 결과는 스마트폰을 사용하는 동안 이중과제가 부정적 영향을 미친 것으로 사료된다. Papegaaij 등(2016)은 과제

의 난이도가 높은 환경에서 균형 유지시 가자미근의 근활성도가 특징적으로 감소되는 것을 발견하였다. 이러한 변화는 과제의 난이도 변화에 따라 겔질아래(subcortical) 영역의 자동적 조절 단계에서 대뇌겔질(cortical)의 자세 제어 시스템으로 넘어간 결과라 가정하였다(Gebel 등, 2019). 위 선행연구의 결과와 같이 대뇌겔질의 억제성 신호가 장딴지근의 근활성도 감소의 이유라 사료된다. Kovacikova 등(2015)은 우세한 다리와 비우세측 다리 사이의 비교 연구에서 비우세측 다리가 자세 동요 후 안정화 하는데 더 짧은 시간이 필요하다고 하였다. 이러한 선행연구의 결과에서처럼 우세측 다리는 주로 힘 또는 정확성을 요구하는 운동을 수행하는데 사용되며, 비우세측 다리는 신체를 지지하며 균형을 유지하는데 사용된다. 따라서 본 연구의 결과 비우세측 다리의 근활성도에 유의한 감소가 나타난 것은 이중과제가 비우세측 다리에 영향을 주었기 때문으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 본 연구의 대상자들은 20대 초반의 젊은 성인으로 한정되어 있어 모든 연령대에 일반화할 수 없다. 둘째, 대상자들의 발목 불안정성 정도가 심하지 않다. 이러한 점들을 고려하여 추후 연구에서는 대상자들의 연령대를 다양하게 하고, 발목 불안정성 정도가 심한 대상자들을 중점으로 하여 연구를 진행한다면 보다 의미 있는 연구가 될 것으로 기대된다.

V. 결론

본 연구에서는 스마트폰을 이용한 이중과제 수행에 따라 발목 불안정성을 가진 성인의 균형과 근활성도에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 단일과제를 수행하였을 때 보다 이중과제를 수행하였을 때 균형을 잡는 데 어려움이 있었으며, 비우세측 장딴지근의 근활성도만 감소한 것을 확인하였다. 발목 불안정성 대상자는 고유감각, 발목 근력, 발목 자세조절과 같은 신경근 조절 능력의 저하로 인해 기억회상과제나 섬세한 운동조절이 필요한 이중과제의 경우 자세 동요를 크게 일으키며, 이중과제가 자세조절을 위한 집중력의 감소를 일으켜 자세 안정성에 부정적인 영향을 미치므로 발목 불안정성 대

상자는 발목의 손상을 예방하기 위하여 스마트폰 사용과 같은 이중과제를 지양하여야 한다. 본 연구의 결과는 발목 불안정성 대상자들의 재손상 위험을 낮추고 생활습관을 개선하는데 중요한 정보로 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- Bayot M, Dujardin K, Tard C, et al(2018). The interaction between cognition and motor control: a theoretical framework for dual-task interference effects on posture, gait initiation, gait and turning. *Neurophysiol Clin*, 48(6), 361-375. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2018.10.003>.
- Caldemeyer LE, Brown SM, Mulcahey MK(2020). Neuromuscular training for the prevention of ankle sprains in female athletes: a systematic review. *Phys Sportsmed*, 48(4), 363-369. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1732246>.
- Cho GH, Shin HS(2014). The effect of virtual reality training on lower extremity muscle activation in elderly. *J Korean Soc Phys Med*, 9(1), 55-62. <https://doi.org/10.13066/kspm.2014.9.1.55>.
- Choi JH, Lee HS, Chang JS(2011). Changes of postural sway and muscle activation while standing upright and performing a dual task. *J Korean Phys Ther*, 23(5), 1-5.
- Gebel A, Lüder B, Granacher U(2019). Effects of increasing balance task difficulty on postural sway and muscle activity in healthy adolescents. *Front Physiol*, 10, 1135. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01135>.
- Gehring D, Wissler S, Mornieux G, et al(2013). How to sprain your ankle—a biomechanical case report of an inversion trauma. *J Biomech*, 46(1), 175-178. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.09.016>.
- Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, et al(2013). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the international ankle consortium. *J Orthop Sports Phys*

- Ther, 43(8), 585-591. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.0303>.
- Gursoy ZG, Yilmaz U, Celik H, et al(2022). Effect of individualized cognitive and postural task difficulty levels on postural control during dual task condition. *Gait Posture*, 96, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.05.001>.
- Han JH, Lee HJ(2018). Comparison of the effects of proprioception training and muscle strength training on the ankle strength and balance of obese middle-aged women. *J Korean Soc Integr Med*, 6(1), 35-44. <https://doi.org/10.15268/ksim.2018.6.1.035>.
- Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, et al(2006). The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Arch Phys Med Rehabil*, 87(9), 1235-1241. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.05.022>.
- Hsiao MH, Chen LC(2015). Smart phone demand: an empirical study on the relationships between phone handset, internet access and mobile services. *Telematics and Informatics*, 32(1), 158-168. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2014.06.001>.
- Hyndman D, Pickering RM, Ashburn A(2009). Reduced sway during dual task balance performance among people with stroke at 6 and 12 months after discharge from hospital. *Neurorehabil Neural Repair*, 23(8), 847-854. <https://doi.org/10.1177/1545968309338192>.
- Hyong IH(2015). The effects on dynamic balance of dual-tasking using smartphone functions. *J Phys Ther Sci*, 27(2), 527-529. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.527>.
- Kim HS(2016). The effect of the plantar pressure on dynamic balance by fatigue of leg in the subjects with functional ankle instability. *J Korea Contents Assoc*, 16(1), 734-742. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2016.16.01.734>.
- Kim JH, Lee DJ, Lee ES(2020). Effects of intrinsic foot muscle exercise on dynamic balance, strength, and vibration threshold sense in persons with ankle instability. *PNF Mov*, 18(2), 173-182. <https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2020.18.2.173>.
- Kim MK, Yang HS, Jeong CJ, et al(2021). Comparison of the effects of unstable support exercise using whole body sonic vibrator and TOGU for patients with ankle instability. *J Korean Soc Integr Med*, 9(4), 191-200. <https://doi.org/10.15268/ksim.2021.9.4.191>.
- Kovacikova Z, Zemkova E, Neumannova K, et al(2015). The role of lateral preference of lower limbs in a postural stabilization task. *Neuro Endocrinol Lett*, 36, 91-95.
- McIsaac TL, Lamberg EM, Muratori LM(2015). Building a framework for a dual task taxonomy. *Biomed Res Int*, 2015, Printed Online. <https://doi.org/10.1155/2015/591475>.
- Moon JH, Kim SH, Na CH, et al(2018). Influence of smart phone use on gait pattern in healthy adults. *J Korea Institute Electronic Commun Sci*, 13(1), 199-206. <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2018.13.1.199>.
- Obata H, Kawashima N, Ohtsuki T, et al(2012). Aging effects on posture-related modulation of stretch reflex excitability in the ankle muscles in humans. *J Electromyogr Kinesiol*, 22(1), 31-36. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.10.009>.
- Papegaaij S, Taube W, van Keeken HG, et al(2016). Postural challenge affects motor cortical activity in young and old adults. *Exp Gerontol*, 73, 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2015.11.015>.
- Park HW, Park SK(2016). Effects of smart-phone use on gait biomechanics and auditory cognition. *J Sport Leisure Stud*, 64(1), 783-795.
- Park SU(2017). The effect of balance training including ankle balance motor task by type of dual tasks on the balance and muscle activity of the elderly. Graduate school of Daegu Haany University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Penati R, Schieppati M, Nardone A(2020). Cognitive performance during gait is worsened by overground but enhanced by treadmill walking. *Gait Posture*, 76, 182-187. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.12.006>.
- Raffageau TE, Krehbiel LM, Kang N, et al(2019). A

- meta-analysis: Parkinson's disease and dual-task walking. *Parkinsonism Relat Disord*, 62, 28-35. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.12.012>.
- Ruiz-Sanchez FJ, Ruiz-Munoz M, Martin-Martin J, et al(2022). Management and treatment of ankle sprain according to clinical practice guidelines: a PRISMA systematic review. *Medicine*, 101(42), e31087. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000031087>.
- Sibley KM, Beauchamp MK, Van Ooteghem K, et al(2015). Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: a scoping review. *Arch Phys Med Rehabil*, 96(1), 122-132. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.06.021>.
- Wajda DA, Mirelman A, Hausdorff JM, et al(2017). Intervention modalities for targeting cognitive-motor interference in individuals with neurodegenerative disease: a systematic review. *Expert Rev Neurother*, 17(3), 251-261. <https://doi.org/10.1080/14737175.2016.1227704>.
- Webster CA, Nussbaum MA(2016). Localized ankle fatigue development and fatigue perception in adults with or without chronic ankle instability. *J Athl Train*, 51(6), 491-497. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.9.02>.
- Wisthoff B, Matheny S, Struminger A, et al(2019). Ankle strength deficits in a cohort of college athletes with chronic ankle instability. *J Sport Rehabil*, 28(7), 752-757. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0092>.
- Yen SC, Chui KK, Wang YC, et al(2019). An examination of muscle force control in individuals with a functionally unstable ankle. *Hum Mov Sci*, 64, 221-229. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.02.005>.