

슬링을 이용한 중간볼기근 강화훈련이 만성 발목 불안정성을 가진 20대 성인의 발목 불안정성, 균형, 근력에 미치는 영향

정종효¹ · 김호² · 신원섭^{3*}

¹대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과 학생, ²대전대학교 대학원 물리치료학과 학생,

^{3*}대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과 교수

Effects of Gluteus Medius Strengthening Training Using Sling on Ankle Instability, Muscle Strength, Balance in Adults in Their 20s with Chronic Ankle Instability

Jong-Hyo Jeong, PT, MS¹ · Ho Kim, PT, MS² · Won-Seob Shin, PT, Ph.D^{3*}

¹Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University, Student

²Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University, Student

^{3*}Dept. of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University, Professor

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effect of ankle strengthening exercise combined with sling-assisted gluteus medius strengthening on ankle instability score, and static and dynamic balance ability, muscle strength in adults in their 20s with chronic ankle instability.

Methods : Twenty-eight adults in their 20s with chronic ankle instability were recruited. After screening test, they were randomized through R studio program as an experimental group (n=14) to apply an ankle strengthening exercise combined with sling-assisted gluteus medius strengthening and a control group (n=14) to apply ankle strengthening exercise. The intervention lasted two times a week for 6 weeks. To compare the intervention effects, the Cumberland ankle instability tool (CAIT) score, static and dynamic balance ability, and muscle strength of lower extremities were measured.

Results : The experimental group showed a significant increase in pre and post-intervention Cumberland ankle instability tool (CAIT) score, static and dynamic balance ability, and muscle strength ($p<.05$). The control group showed a significant increase in pre and post-intervention CAIT score, dynamic balance ability, and muscle strength ($p<.05$). The experimental group showed a significant increase in CAIT score, dynamic balance ability, and muscle strength compared to the control group ($p<.05$), and showed a high effect size.

Conclusions : The results of this study confirmed that ankle strengthening exercise combined with sling-assisted gluteus medius strengthening on people with chronic ankle instability the possibility that it could be effective in improving ankle instability and improving dynamic balance ability, and strength by movement. Although additional research is needed to increase the number of participants due to the small sample size, it is hoped that this study will be an optimistic clinical protocol for people with chronic ankle instability.

Key Words : ankle instability, balance, hip, muscle strength, sling exercise

*교신저자 : 신원섭, shinws@dju.kr

제출일 : 2022년 8월 3일 | 수정일 : 2022년 9월 2일 | 게재승인일 : 2022년 9월 23일

I. 서론

발목은 다리의 관절 중 보행에 있어 중요한 역할을 하며 해부학적으로 안쪽 복사뼈보다 바깥쪽 복사뼈(lateral malleolus)가 더 길고 바깥쪽이 안쪽보다 약한 구조를 형성하여 정형외과적으로 손상 위험도가 높은 관절이다(Dong 등, 2021). 그중 발목 손상에 76 % 이상 나타나는 발목 염좌는 스포츠 활동이나 일상생활 활동에서 흔히 발생 되어, 발목 불안정성의 원인이 되기도 하며, 안쪽 번짐과 발바닥 굽힘이 과도한 가동범위로 젖혀질 때 발생한다(Hertel, 2002; Thomas & Boyce, 2012). 급성 발목 염좌의 경우 80 %는 보존적 치료를 통하여 완전한 회복이 이루어지지만, 나머지 40 %는 급성 손상 후 초기 치료와 재활의 정상적인 회복 과정을 거치지 않아 반복적인 발목 손상을 경험하는 만성적 발목 불안정성(chronic ankle instability; CAI)으로 발전하게 된다(Abe 등, 2014; Doherty 등, 2016).

만성 발목 불안정성은 관절 운동학적 제한, 불안정성을 제한할 수 있는 환경, 관절의 움직임이나 위치와 관련한 고유수용성 감각의 저하, 예상치 못한 상황에서의 반사 반응, 정적 및 동적 균형능력에 장애를 가질 수 있으며, 자세 조절과 같은 신경근 조절능력이 저하되어 균형능력이 감소하게 된다(Cain 등, 2020; Hertel & Corbett, 2019; Kim & Park, 2014). 만성 발목 불안정성으로 인한 저하된 균형능력은 발목의 재손상을 일으키며, 발목의 불안정성, 근육 약화, 근육 반응시간의 저하 등과 같은 문제를 발생시킨다(Hertel, 2002). 최근, 만성 발목 불안정성으로 발목의 신경근 반응 결핍으로 인해, 큰볼기근과 중간볼기근과 같은 뒤 가쪽 엉덩관절 근육 조직에서 근력 및 신경근 반응 저하가 나타나고 있으며, 보행과 같은 동적 활동에서도 엉덩관절 근육의 기능 장애가 확인되었다고 보고하고 있다(DeJong 등, 2020; Webster & Gribble, 2013).

최근 스포츠 및 재활운동 분야에서 훈련 효과를 증진시키기 위해서 불안정한 환경 제공, 전신진동 제공, 점진적 저항 운동, 과제 지향적 훈련 등의 다양한 중재 방법들이 시행되고 있다(Wright 등, 2017). 그 중 불안정한 환경에서의 운동은 신경근 전달체계를 자극하여 근육의 공

동수축을 유발하고 주동근과 길항근의 협력 수축을 통해 가동성과 안정성을 증진시켜 운동 효과를 극대화시킬 수 있으며 근육에서 발휘되는 근 활성 또한 증가한다(Kim & Kim, 2006; Oh 등, 2003). 슬링은 흔들리는 줄과 적당한 보조 도구들을 활용하여 수행하는 능동적 개념의 신경근 조절 기법으로 체중을 견인하여 관절의 부담을 감소시켜주는 동시에 통증으로 인해 억제된 근육을 자극하여 근육을 재활성화시키는 운동방법으로 관절의 가동성 및 신장, 근지구력 증가 및 이완, 몸통의 안정화 효과를 얻을 수 있어 근육 강화 운동에 효과적인 치료 방법이다(Chen 등, 2016; Oh 등, 2019). 또한, 슬링을 사용하여 특정 근육 활성화를 촉진하면 대상자에게 더 큰 활성화를 제공하고 치료사에게 더 높은 자유도를 제공해준다(Maco 등, 2014).

슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동에 대해서 Krause 등(2018)은 런지운동과 슬링을 이용한 런지(lunge)를 진행하였을 때, 넙다리곧은근, 넙다리뒤근, 큰볼기근, 중간볼기근의 활성도가 증가하는 것으로 보고하였다. Ju 등(2014)은 건강한 성인 남자를 대상으로 슬링을 이용해 중간볼기근 강화 운동 시 근 활성, 신체의 균형능력, 혈류량에 효과가 있었으며, 중간볼기근 슬링 운동이 이들 변인의 향상을 위한 유용한 운동법이라 보고하였다. Webster와 Gribble(2013)의 연구에서 중간볼기근과 큰볼기근의 높은 활동성을 보여주는 운동을 시행하는 것은 미래의 발목 부상을 예방하는데 도움이 될 수 있지만, 이러한 결함이 중재로 교정될 수 있음을 입증하는 현재 연구가 부족하기에 추가 중재 연구가 필요하다고 보고하였고, Jeon(2013)의 연구에서 엉덩관절 근육 강화 운동이 발목 불안정성의 개선에 효과가 있을 것으로 보이며, 회복과 재발 방지를 위한 재활 프로그램의 구성요인으로서 엉덩관절의 별림 근력 강화에 대한 부분을 중요하게 반영하여야 한다고 주장함으로써 만성 발목 불안정성에서의 중간볼기근 운동의 중요성을 강조하였다. 이외에도 만성 발목 불안정성에 대한 임상적 재활에서 중간볼기근에 대한 접근이 몸통과 골반 안정성의 주체로서 중요하게 인식되고 있기에 만성 발목 불안정성에 대한 중재로 중간볼기근을 고려하는 것이 필요하며 이에 대한 효과를 알아보는 중재 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동

이 만성 발목 불안정성을 가진 대상자의 발목 불안정성 점수, 정적 및 동적 균형능력, 동작 별 근력에 대한 영향을 알아볼 것이며 발목 손상 예방 및 재활 치료의 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 대전광역시에 위치한 D 대학교에 재학 중

인 만성 발목 불안정성을 가졌으며, 연구 기준에 적합한 20대 성인 39명을 모집하였다. 선정 조건은 Cumberland 발목 불안정성 도구(Cumberland ankle instability tool; CAIT) 점수가 24점 이하인 자, 심각한 발목 뺨(염좌)을 경험한 적이 있는 자, 부종 및 통증 등의 염증 증상을 경험한 적이 있는 자, 1일 이상의 일상생활에 불편함을 경험한 자, 지난 3개월 동안 발목에 부상이 없는 자이다. 제외 조건은 발목 골절의 이력이 있는 자, 앞 십자인대 손상의 이력이 있는 자, 균형 장애가 있는 자, 현재 다른 물리치료 재활에 참여하고 있는 자이다. 선정 조건에 부합하지 않거나, 제외 조건에 해당하는 11명을 제외하고, 총

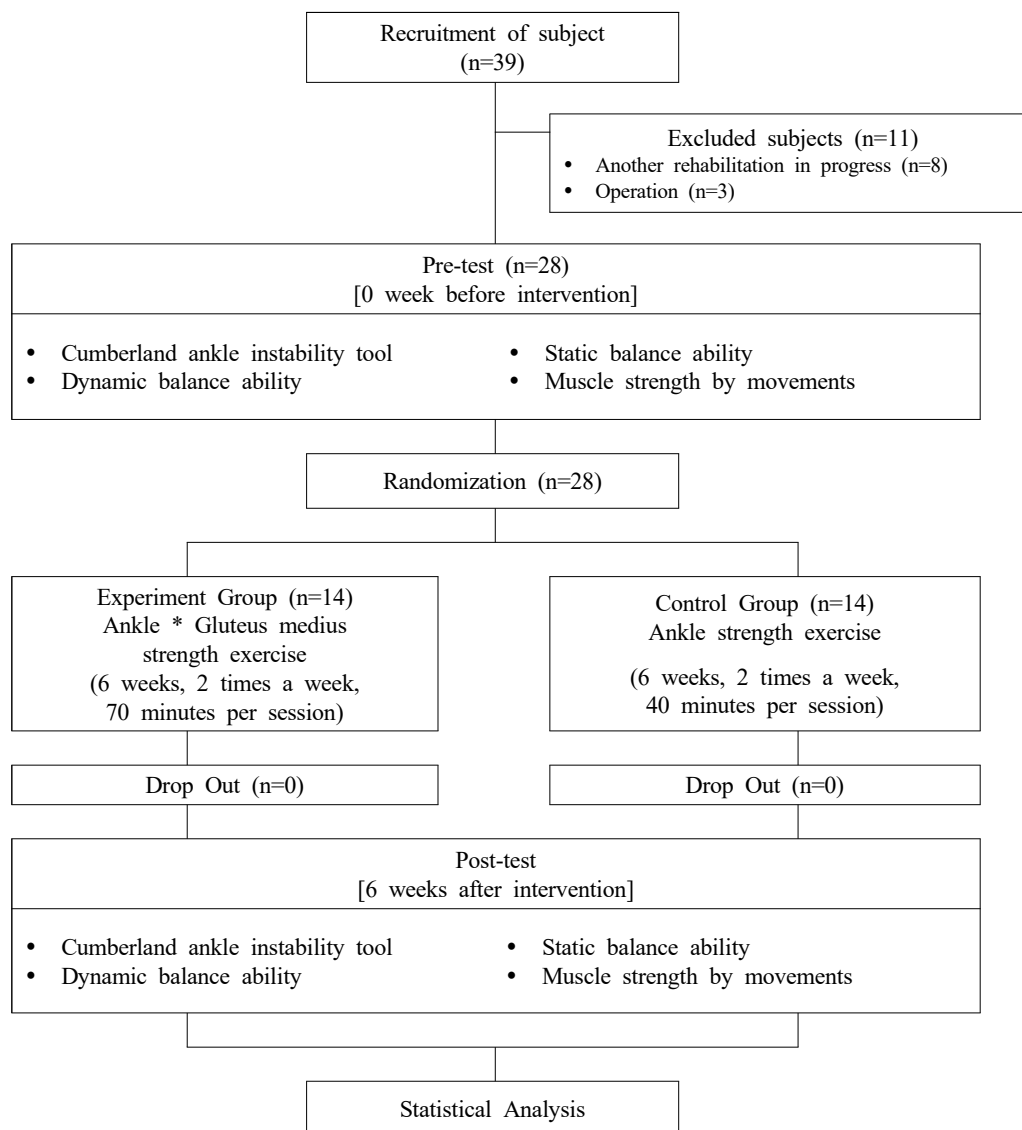


Fig 1. Flow chart

28명의 대상자가 선정되었다. 모든 대상자는 연구 목적과 내용을 이해하고, 실험에 자발적으로 참여할 것을 서면으로 확인 후 동의하였다. 본 연구는 대전대학교 생명윤리위원회의 승인 받은 후 연구가 진행되었다(1040647-202204-HR-010-03).

2. 연구절차

본 연구는 무작위 대조군 연구(randomized controlled trial)이며 만성 발목 불안정성을 가진 성인 28명을 대상으로 연구를 진행하였으며, 선정된 대상자들은 R studio program (R studio desktop 1.2.5033)에 코드를 입력해 실험군(n=14), 대조군(n=14)으로 무작위(randomization) 배정하였다.

실험군과 대조군 모두 사전 평가와 사후 평가에서 Cumberland 발목 불안정성 도구, Wii Balance Board와 Balancia software ver 2.0을 이용한 정적 균형능력, Y-균형 검사(Y-balance test; YBT)와 기능적 팔 뻗기 검사(functional reach test; FRT), 휴대용 동력계를 사용하여 발목 근력 검사와 엉덩관절 벌림과 같은 동작 별 근력을 측정하였다. 중재 방법은 두 군 모두 6주 프로그램을 구성하였으며 중간볼기근 강화 운동과 발목 강화 운동 프로그램을 같이 시행하는 실험군은 1회 중재 시 본 운동 60분, 준비운동 및 마무리 운동 10분으로 총 70분 주 2회로 시행하였으며 발목 강화 운동만을 시행하는 대조군은 1회 본 운동 30분, 준비운동 및 마무리 운동 10분으로 총 40분 주 2회 시행하였다. 각 군의 운동방법을 주차별 마다 횟수나 세트 수를 증가시키는 점진적 강화 운동 프로그램을 적용하였으며 두 군 모두 세트 간 휴식 시간은 1

분이 주어졌다. 6주 중재가 종료된 후에 두 군 모두 사후 평가로 Cumberland 발목 안정성 검사 도구, 발목 근력과 중간볼기근 근력, 정적 균형 및 동적 균형을 측정하였다. 본 연구는 다음과 같이 진행하였다(Fig 1).

3. 중재 방법

1) 준비운동 / 마무리 운동

준비운동 및 마무리 운동으로 스트레칭을 적용하였다. 바로 누운 자세에서 발목 발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 바깥 번짐, 안쪽 번짐, 엉덩관절 벌림에 대하여 각각 반대 방향으로 수동적 스트레칭을 시행하였다. 강도는 관절 가동 범위(range of motion; ROM)의 끝 범위에서 10초 이상 유지하게 하고 5회를 1세트로 설정하여 3세트까지 실시하였다.

2) 발목 강화 운동

탄력 저항 밴드를 사용한 저항 훈련은 선행 연구의 중재 방법을 수정 및 보완하여 시행하였다(Smith 등, 2012). 대상자들은 네 가지 방향(발바닥 굽힘, 발등 굽힘, 안쪽 번짐 및 바깥 번짐)에서 탄력 저항 밴드를 사용한 저항 훈련을 시행하였다. 대상자는 무릎을 펴고 바닥에 앉은 상태로 발목관절 외에 다른 관절에서 움직임이 일어나지 않도록 지시하였다. 탄력 저항 밴드는 이중으로 겹쳐 놓은 상태로 책상다리나 벽의 갈고리에 부착하였다. 탄력 저항 밴드에 탄력이 없는 상태를 휴식 길이로 하였으며 휴식 길이의 70% 길이를 측정 후, 휴식 길이에 70%의 길이를 더해 탄력 저항밴드를 늘린 길이를 운동 길이로 정하였다. 각 동작 수행 시 운동 길이까지 탄력 저항

Table 1. Weekly plan of ankle strengthening exercises

Week	Colour	Sets	Repeats
1	Red	3	10
2	Red	4	10
3	Green	3	10
4	Green	4	10
5	Blue	3	10
6	Blue	4	10

밴드를 늘려서 운동을 시행되었으며 계산된 거리는 바닥에 표시하여 원활하게 운동을 시행하도록 하였다(Fig 2).

발목 강화 운동 주차별 시행 방법은 1세트에 10회 수행하였으며 1~2 주차에는 red 색깔로 시행하고 1주차에 3세트를 시행하였으며 2주차에 4세트로 세트 수를 증가시켰다. 3~4 주차에는 green 색깔로 시행하였으며 세트 수 증가는 동일하게 1세트 증가시켰다. 5~6 주차에는 blue 색깔로 시행하였으며 세트 수 증가는 동일하게 1세트 증가시켰다(Table 1).

3) 중간볼기근 강화 운동

중간볼기근 강화 운동은 중재 1회당 총 3세트를 수행하였다. 6주의 중재 기간을 1~2주, 3~4주, 5~6주로 구분

하여 1세트 반복 횟수를 각각 10회, 14회, 18회로 설정하여 점진적 강화 운동 프로그램으로 적용하였다. 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동은 중간볼기근의 선택적 강화가 입증된 선행연구들을 참고하여 수정 및 보완을 통해 적용하였다(Li 등, 2020; Park, 2016; Woo 등, 2022).

(1) Side-lying lumbar setting

대상자는 wide sling을 가슴의 바깥쪽에 지지한 상태로 옆으로 누운 자세를 취한 후 양 손을 가슴에 교차하여 올린다. narrow sling을 허벅지 먼 곳에 위치시키고 머리는 black elastic cord가 부착된 split sling으로 지지하여 시작 자세를 취한 후 엉덩이를 들어 올려 척추와 골반이 정렬을 유지하도록 하여 운동을 시행하였다(Li 등, 2020)(Fig 2).

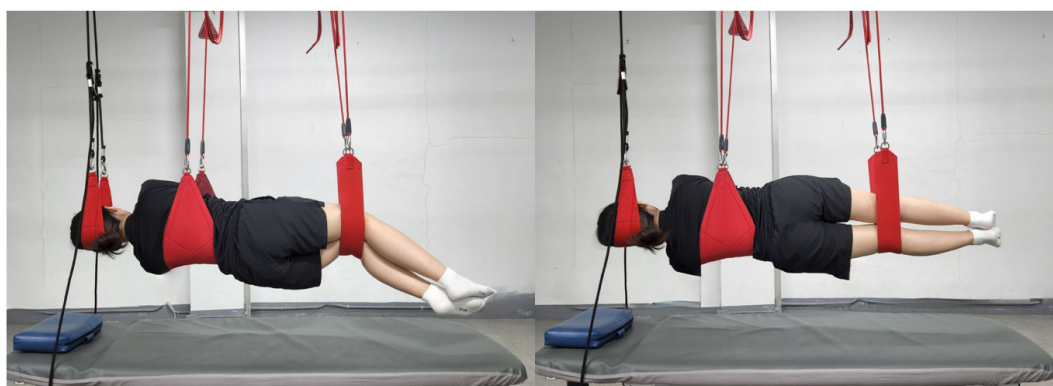


Fig 2. Side-lying lumbar setting

(2) Side bridge

대상자는 몸통을 평행하게 하고 위쪽 팔은 몸통과 나

란하게 정렬한 옆으로 누운 자세를 취하도록 한다. 베개를 사용하여 머리를 지지한 후 대상자가 양쪽 다리를 스



Fig 3. Side bridge

트랩에 올려놓았을 때, 아래쪽 다리의 발목 가쪽 복사뼈의 높이가 위쪽 골반의 높이와 수평이 되도록 조절하였다. 골반에는 탄력 스트랩을 적용하여 운동을 보조할 수 있도록 하였다. 대상자는 운동 시작과 동시에 다리를 지지하는 스트랩을 바닥 방향으로 눌러 골반부가 위쪽으로 들려지게 하여 5초 유지 후 처음 자세로 돌아가는 것을 1회로 하여 수행하였다(Park, 2016)(Fig 3).



Fig 4. Bulgarian split squat

(3) Bulgarian split squat

앞발을 바닥에 놓고 뒷발을 슬링에 기대어 넓다리근은 근이 지면과 평행이 되는 지점까지 구부리며 내려갔다가 무릎을 펴고 동시에 시작 자세로 돌아오는 것을 한 동작으로 정의하였으며 앞발은 발목 불안정성이 있는 다리로 정하여 수행하였다. 본 운동은 슬링과 함께 적용 시 중간 볼기근 활성 증가로 강화에 적합한 운동으로 보고하고 있다(Woo 등, 2022)(Fig 4).

4. 평가도구 및 방법

1) 발목 불안정성 평가

Cumberland 발목 불안정성 도구(Cumberland ankle instability tool; CAIT)는 발목 불안정성의 정도를 최초로 점수화시킨 설문지로 발목 통증, 일상생활에서의 발목 불안정 여부, 발목 염좌 후 회복시간 등 주관적인 느낌을 평가하는 9개의 항목으로 구성되어 있다. 항목에서 5문제는 3점부터 0점까지, 2문제는 4점부터 0점까지, 1문제는 5점부터 0점까지, 또 다른 1문제는 2점부터 0점으로 구성되어 있다. 총점은 30점 만점으로 28점 이상은 안정성 발목으로 24점 미만은 불안정성 발목을 의미한다. 본 설문지는 검사 재검사 신뢰도 연구에서 ICC=.95~.96으로 높은 신뢰도와 타당도를 나타낸다(Ko 등, 2015).

2) 정적 균형능력 평가

정적 균형 측정을 위해 Wii Balance Board(Wii Balance

Board, Nintendo Kyoto, Japan)를 사용하였다. Wii Balance Board는 사각형 판의 각 모서리에 압력 센서가 부착되어 있어 압력 중심을 측정할 수 있는 평가도구이다. Wii balance board의 측정자 내 신뢰도는 .92~.98로 높은 신뢰도를 나타낸다(Holmes 등, 2013).

대상자들은 30 cm × 45 cm 크기의 균형 판 위에 두 발을 맞춰 올라선 후 4개의 모서리의 로드셀(내부 압력센서)을 통해 압력 중심 정보가 측정되며 블루투스에 연결된 컴퓨터로 X, Y축에 대한 체중분포, 이동 거리 및 속도 등의 결과 정보가 나타난다. 본 연구에서는 총 평균속도(cm/s)와 이동 거리(mm)를 사용하며 측정방법으로는 편안하게 서 있는 자세를 유지하도록 하며 시선의 변화에 따라 발생하는 자세 동요를 제한하기 위해 전방에 그려진 원점을 주시하도록 하고 안정된 자세가 되면 1회당 30초씩, 총 3회 측정하여 평균값을 사용하였다. COP 이동 거리 및 속도, 좌우 체중 지지율을 측정하여 모든 자료는 100 Hz로 샘플링하여 추출하였다(Kim 등, 2022). 분석은

Balancia software ver 2.0(Mintosys, Seoul, Korea)을 사용하여 수집된 데이터를 분석하였다. 검사 재검사의 측정자 내 신뢰도는 ICC=.79~.96, 타당도는 $r=.85\sim.96$ 로 검증이 된 평가도구이다(Park 등, 2013).

3) 동적 균형능력 평가

동적 균형능력 평가를 위해, Y-균형 검사(Y-balance test; YBT), 기능적 뻗기 검사(functional reach test; FRT)를 실시하였다. Y-균형 검사는 진행할 대상자의 다리를 중앙 부에 엄지발가락을 위치시키고 반대쪽 다리는 서로 다른 세 방향(앞쪽, 뒤 안쪽, 뒤 가쪽)으로 다리를 뻗어 발끝을 이용해 최대한 멀리 선을 찍도록 한다. 이때, 양손은 골반에 두고 시선은 정면 방향에 표시되어있는 점을 응시한 후 발끝으로 선을 터치하며 터치 후 처음 시작 자세로 돌아와 균형을 유지하게 한다. 3회 연습 후에 측정을 실시하였으며, 각각 1회씩 3세트를 진행하였고 세트가 끝난 후에는 1분간 휴식 시간을 가졌다. 측정 중 균형이 무너지거나 발의 뒤꿈치가 떨어질 경우, 재측정을 실시하였다. 데이터 3회 측정 평균값을 산출해 사용하였으며 대상자의 신장에 따라 측정값의 편차가 크게 나올 수 있기에 표준화 공식을 이용해 표준화하였다. 다리 길이의 경우 위 앞 엉덩뼈 가시부터 안쪽 복사뼈까지의 길이를 측정하여 사용하였다(Song 등, 2020). 기능적 뻗기 검사는 대상자에게 벽에서 5 cm거리에서 평평한 바닥을 서고 다리를 어깨너비로 벌리고 편안하게 서고 주먹을 쥐고 팔꿈치를 펴고 어깨를 90도로 구부린 뒤 발목관절만 이용해 몸을 최대한 앞으로 움직이며 최대한 평행하게 펴도록 지시한 후, 3번째 손허리뼈까지의 거리를 측정하였다. 기능적 뻗기 검사의 검사-재검사 신뢰도는 ICC=.85~.92로 높은 신뢰도를 나타낸다(Cho & No, 2019).

4) 동작 별 근력 평가

발목 근력과 중간볼기근 근력을 측정하기 위하여 휴대용 근력계 hand-held dynamometer(JTECH Medical, Midvale UT, USA)를 사용하여 측정하였다. 발목 근력 측정 평가는 다음과 같다. 평가자는 대상자들이 능동적으로 최대 힘을 주는 동안 휴대용 근력계를 정지 상태로 유

지하였다. 모든 근력 검사의 경우, 각 참가자는 치료용 테이블 가장자리에 발을 올려놓고 앉은 자세(엉덩관절 굽힘, 무릎 관절 펴)로 배치하였다. 4가지 방향(발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 바깥 번짐, 안쪽 번짐)에 대한 검사를 위해 휴대용 근력계를 다음과 같이 위치시켰다. 발등 굽힘 측정을 위해 발허리뼈 머리의 몸쪽, 발등 쪽 면에 위치, 발바닥 굽힘 측정을 위해 발허리뼈 머리의 발바닥 쪽 면에 위치, 바깥 번짐 측정을 위해 발의 바깥 모서리의 5번째 발허리뼈 머리 먼 쪽에 위치, 안쪽 번짐 측정을 위해 발의 안쪽 모서리의 1번째 발 허리뼈 머리에 위치시켰다. 각 대상자는 시험 전에 익숙해질 수 있도록 최대 이하의 평가 동작을 수행하였다. 각 근육 그룹의 검사는 1회에 5초의 수축을 유지하는 것으로 하여 3회 반복하여 측정하였다. 이때, 각 반복 횟수 사이의 휴식 시간은 10초가 주어졌다(Carroll 등, 2013).

엉덩관절 벌림 근력 측정방법은 대상자에게 바로 누운 자세에서 엉덩관절을 중립 위치에 두게 한다. 검사 측 다리의 저항 점 위치를 위하여 침대 밖으로 오게 해, 반대 측 다리를 굽힘시킨다. 검사자의 효율적인 저항을 제공하기 위해 침대 모서리를 양손으로 지지하는 자세를 취해서 고정하여 휴대용 근력계를 발목의 가쪽 복사뼈 부위에서 5 cm 떨어진 몸쪽에 위치시켜 대상자에게 엉덩관절 벌림을 5초간 유지하라는 구두지시를 제공한 후 이완하도록 하는 것을 1회로 하여 총 3회 반복 측정하였다. 각 반복 횟수 사이의 휴식 시간은 10초가 주어졌다(Lee, 2015). 동작 별 근력 측정 모두 측정의 신뢰도를 높이기 위하여 한 명의 평가자가 측정하였다.

5. 자료분석

본 연구를 통해 수집된 데이터는 IBM SPSS Win ver. 25.0(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술 통계하여 평균과 표준편차를 제시하였으며, chi-square test와 independent t-test를 통해 동질성을 검증하였다. 모든 변수의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk test를 시행하였다. 그룹 내 중재에 대한 중재 전·후 비교를 위해, paired t-test를 실시하였으며, 그룹 간 중재를 비교하기 위해 변화량을 이용한 independent t-test를 실시하여 분석하였다. 그룹 간 중재

Table 2. General characteristics of subjects

(n=28)

	Experimental group (n=14)	Control group (n=14)	χ^2/t
Age (year)	25.42±2.20	25.64±2.56	-.23
Sex (male/female)	9/5	9/5	1.00
Height (cm)	170.85±8.17	172.71±8.57	-.58
Weight (kg)	65.42±9.93	66.00±9.69	-.15
Lesion side (Lt/Rt)	8/6	9/5	.15

Total are expressed as M±SD; mean±standard deviation, *p<.05, **p<.01

의 효과 크기는 Cohen's d 값을 사용하여 추출하였다. 본 연구의 통계적 유의성은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

본 연구의 대상자는 총 28명으로 실험군과 대조군에 각 14명의 데이터를 수집하였다. 대상자들의 나이, 성별, 키, 몸무게, 병변 측 발의 군 간 유의한 차이가 없음을 확인하여 동질성이 충족됨을 확인하였다(Table 2).

Ⅲ. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

2. 중재 전-후 발목 불안정성 도구 및 균형능력의 변화

CAIT와 정적 균형능력과 동적 균형능력에서 두 군 모

Table 3. Changes in Cumberland ankle instability tool and balance ability from baseline to the end of the 6 weeks treatment (n=28)

		Experimental group (n=14)	Control group (n=14)	t	Effect size
CAIT (Scores)	Pre	15.36±3.54	15.21±3.45	.10	1.80
	Post	21.79±3.17	18.07±3.85	2.78	
	t	-10.12**	-7.32**		
	Change	6.43±2.38	2.86±1.46	4.79**	
Sway velocity (cm/s)	Pre	2.48±.32	2.44±.38	.28	.20
	Post	2.27±.24	2.30±.30	-.36	
	t	2.22**	1.16		
	Change	-.21±0.35	-.13±0.42	-.51	
Path length (cm)	Pre	71.05±10.23	69.69±10.64	.34	.34
	Post	64.44±8.17	66.81±8.97	-.73	
	t	2.85**	.85		
	Change	-6.61±8.66	-2.88±12.66	-.90	
Y-balance test (Points)	Pre	30.76±5.89	31.30±6.08	-.23	1.28
	Post	39.73±5.75	35.60±4.50	2.11	
	t	-7.52**	-6.26**		
	Change	8.97±4.46	4.31±2.57	3.38**	
Functional reach test (cm)	Pre	86.87±9.02	85.71±7.85	.36	1.24
	Post	108.08±9.56	97.08±11.76	2.71	
	t	-7.93**	-8.35**		
	Change	21.20±9.99	11.36±5.09	3.28**	

Total are expressed as M±SD; mean±standard deviation, *p<.05, **p<.01, CAIT; cumberland ankle instability tool

두 사전검사에서 유의한 차이가 없었기에 동질성을 확인할 수 있었다($p>.05$). 실험군의 중재 전·후 비교에서 CAIT와 정적 균형능력, 동적 균형능력에서 유의한 향상이 있었다($p<.05$). 대조군의 중재 전·후 비교에서 CAIT와 동적 균형능력에서는 유의한 향상이 나타났으나($p<.05$), 정적 균형능력에서 유의한 향상을 볼 수 없었다($p>.05$). 두 군간 변화량의 비교에서 CAIT와 동적 균형능력에서 유의한 향상이 있었으며($p<.05$), 정적 균형능력에서는 유의한 향상을 볼 수 없었다($p>.05$). CAIT의 효과 크기는 1.80, Y-균형 검사의 효과 크기는 1.28, 기능적 뻗기 검사의 효과 크기는 1.24로 높은 효과 크기를 확인할 수 있었다(Table 3).

3. 중재 전·후 움직임에 따른 근력의 변화

발등 굽힘, 발바닥 굽힘, 바깥 번짐, 안쪽 번짐, 엉덩관절 벌림의 근력에서 두 군 모두 사전검사에서 유의한 차이가 없었기에 동질성을 확인할 수 있었다($p>.05$). 실험군과 대조군 모두 중재 전·후 비교에서 모든 움직임에 따른 근력의 변화에서 유의한 향상이 있었다($p<.05$). 두 군간 변화량의 비교에서 모든 움직임에 따른 근력의 변화에서 유의한 향상이 나타났다($p<.05$). 발등 굽힘의 효과 크기는 .79, 발바닥 굽힘의 효과 크기는 .82, 바깥 번짐의 효과 크기는 .87, 안쪽 번짐의 효과 크기는 .95, 엉덩관절 벌림의 효과 크기는 1.19로 높은 효과 크기를 확인할 수 있었다(Table 4).

Table 4. Changes in muscle strength by movements from baseline to the end of the 6 weeks treatment (n=28)

		Experimental group (n=14)	Control group (n=14)	t	Effect size
Dorsi flexion (N)	Pre	226.51±39.43	219.83±49.56	.39	.79
	Post	267.11±44.52	239.72±45.58	1.60	
	t	-5.23**	-2.20*		
	Change	45.91±31.96	19.89±33.74	2.09*	
Planter flexion (N)	Pre	298.72±85.71	290.00±88.49	.26	.82
	Post	370.15±79.47	337.09±71.65	1.15	
	t	-7.87**	-7.30**		
	Change	71.43±33.93	47.10±24.12	2.18*	
Eversion (N)	Pre	172.26±30.92	163.56±33.45	.714	.87
	Post	199.73±40.77	174.07±40.06	1.68	
	t	-4.10**	-3.48*		
	Change	27.47±25.03	10.51±11.28	2.31*	
Inversion (N)	Pre	163.34±32.71	161.50±38.29	.137	.95
	Post	209.50±43.79	186.11±40.95	1.46	
	t	-5.79**	-8.33**		
	Change	46.17±29.82	24.61±11.04	2.53*	
Hip abduction (N)	Pre	179.30±33.54	175.40±37.97	.28	1.19
	Post	217.82±48.20	193.93±37.99	1.45	
	t	-6.48**	-8.36**		
	Change	38.52±22.21	18.53±8.29	3.15**	

Total are expressed as M±SD; mean±standard deviation, * $p<.05$, ** $p<.01$

IV. 고 찰

본 연구는 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동이 만성 발목 불안정성을 가진 대상자의 발목 불안정성 점수, 정적 및 동적 균형능력, 동작 별 근력에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해 실시되었다. 그 결과, 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동과 발목 운동 프로그램을 적용한 실험군이 발목 운동 프로그램을 적용한 대조군에 비해 발목 불안정성 점수, 정적 및 동적 균형능력, 동작 별 근력에 유의한 향상을 확인할 수 있었다.

만성 발목 불안정성을 가진 사람들에게 슬링을 이용한 운동요법은 여러 연구들을 통해 그 효과가 입증되고 있다. Lee와 Kim(2021)은 슬링을 이용한 허리와 골반 안정화 운동이 기능적인 발목 불안정성에 개선에 유의한 향상을 보였다고 보고하였으며, Hong(2018)은 슬링 운동이 기능적 발목 불안정성, 발목관절 주변 근육의 안정성 향상 및 고유수용성 감각 능력 증진에 효과가 있음을 보고하였다. 본 연구는 만성 발목 불안정성을 가진 20대 성인에게 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동을 적용한 결과, 실험군이 대조군에 비해 유의한 향상을 보임을 확인할 수 있었다. 슬링을 이용한 운동은 가동성 치료와 신장, 감각-운동 훈련과 근육의 안정화, 근력 강화, 근지구력 운동, 이완 운동 등의 목적으로 적용할 수 있으며, 능동적으로 참여를 통해 흔들리는 줄을 이용하거나 불안정한 지면을 제공하여 감각-운동 훈련을 가능하게 한다(Kim & Kwon, 2001). 이를 통해, 기존의 발목 강화 운동과 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동을 같이 진행하였을 때, 만성 발목 불안정성으로 무너진 다리의 구조와 기능 증진에 도움이 되었을 것으로 사료된다.

선행 연구에서는 만성 발목 불안정성을 가진 대상자에게 중간볼기근 강화 운동을 적용한 결과, 정적 균형에 해당하는 자세 안정성과 동적 균형능력의 증대 전, 후 비교에서 유의한 차이를 보였으나, 군 간 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(Kim 등, 2018). 만성 발목 불안정성은 다면적인 문제가 있기에 대상자에게 정적 자세 조절 결함이 증상의 주요 원인이 되지 않으며, giving way 감각을 유발할 수 있다(Hale 등, 2007). 또한, 압력 중심(center of pressure) 측정은 만성 발목 불안정성 관련 자세

조절 결함을 감지할 만큼 민감하지 않다고 보고하고 있다(Hertel & Olmsted-Kramer, 2007). 이에 본 연구에서는 정적 균형능력에 크게 유의미한 결과를 도출하지 못했을 것이라 사료된다.

Dannelly 등(2011)은 슬링을 이용한 닫힌 사슬 운동(closed-kinetic-chain exercises)과 열린 사슬 운동(open-kinetic-chain exercises)을 비교한 연구에서 닫힌 사슬 운동을 적용한 군이 대조군에 비해 부분적으로 동적 균형능력의 증진에 교호작용(interaction)이 나타났음을 보고하고 있다. Lee와 Kim(2021)은 슬링을 이용한 허리와 골반 안정화 운동이 부분적인 동적 균형능력에 유의한 차이를 나타내고 있음을 보고하고 있다. Leavey 등(2010)은 하체 재활 프로그램으로 중간볼기근을 강화 운동 시 동적 균형능력을 증진 시킬 수 있다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 닫힌 사슬 운동 기반의 슬링 운동을 적용한 점, 중간볼기근 위주의 강화 운동을 적용하였기에 동적 균형능력에서 유의미한 향상이 있었을 것으로 사료된다.

중간볼기근 근력에서 두 군 모두 그룹 내 비교에서 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 발목 강화 운동만 적용한 대조군에서 유의한 차이가 나타났는데, 이는 만성 발목 불안정성을 가진 대상자에게 발목 강화 운동을 통해 저하된 발목의 신경근 활성을 자극하여 몸쪽 사슬에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다(Webster & Gribble, 2013). 그러나, 그룹 간 비교에서 실험군이 대조군에 비해 유의한 향상이 있음을 확인할 수 있었다. Dejong 등(2020)은 만성 발목 불안정성을 가진 대상자의 보행 단계에서 큰볼기근과 중간볼기근의 기능 장애를 확인하였다고 하였다. Woo 등(2022)은 불가리안 스플릿 스퀴트에 전신 진동 자극을 결합한 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동이 중간볼기근 근 활성화에 유의미한 개선을 보고하고 있다. Li 등(2020)은 옆으로 누운 자세에서 슬링 운동을 시행했을 때, 중간볼기근이 큰볼기근보다 큰 근 활성을 보였다고 하고 있다. Jeon(2014)은 다양한 자세의 슬링 운동들에서 옆 교각 운동이 다른 운동들에 비해 중간볼기근 활성화에서 가장 유의한 결과를 나타내고 있다. 선행연구에서 슬링을 이용한 옆 교각 운동에서 엉덩관절 별립 근력이 유의한 향상을 보였다(Gwon & Kim, 2016). 본 연구에서 실험군이 대조군보다 유의한 차이가 나타난 이유는 슬링을

이용한 중간볼기근의 집중적인 강화가 잘 이뤄졌음이라고 사료된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 대전광역시의 20대 성인들을 대상으로 한 연구로 비교적 젊은 연령대를 대상으로 연구를 진행하였기 때문에 일반화에 어려움이 있다. 추후, 다양한 연령층과 특징을 가진 대상자들로 연구가 이뤄져야 할 것으로 사료된다. 둘째, 중재 기간을 6주로 선정하여 진행하였으나, 향후, 추적 검사(follow-up)를 포함한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 셋째, 대상자의 표본의 수를 G.power program을 통해 추출하긴 하였으나, 임상에 일반화하기에는 대상자의 수가 부족하다. 이러한 제한점을 보완하여 더 나은 연구가 이뤄질 수 있도록 지속적인 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 6주간 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동이 만성 발목 불안정성을 가진 대상자의 발목 불안정성 점수, 동작 별 근력, 정적 및 동적 균형능력에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해 실시하였다. 그 결과, 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동을 결합한 발목 운동 프로그램을 적용한 실험군에서 발목 불안정성 점수, 동적 균형능력, 동작 별 근력에 유의한 향상을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 기존의 발목 운동 프로그램과 슬링을 이용한 중간볼기근 강화 운동을 결합하면, 만성 발목 불안정성을 가진 대상자들에게 임상 재활 과정에서 새로운 방향으로 제시될 것으로 기대된다.

참고문헌

Abe Y, Sugaya T, Sakamoto M(2014). The postural control characteristics of individuals with and without a history of ankle sprain during single-leg standing: relationship between center of pressure and acceleration of the head and foot parameters. *J Phys Ther Sci*, 26(6), 885-888. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.885>.

Cain MS, Ban RJ, Chen YP, et al(2020). Four-week ankle-rehabilitation programs in adolescent athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train*, 55(8), 801-810. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-41-19>.

Carroll M, Joyce W, Brenton-Rule A, et al(2013). Assessment of foot and ankle muscle strength using hand held dynamometry in patients with established rheumatoid arthritis. *J Foot Ankle Res*, 6(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-6-s1-o4>.

Chen L, Chen J, Peng Q, et al(2016). Effect of sling exercise training on balance in patients with stroke: a meta-analysis. *PloS one*, 11(10), Printed Online. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163351>.

Choi WJ, No HL(2019). Inter-rater reliability on the functional reach test. *Proceedings of the Korea Contents Association Conference*, 381-382.

Dannelly BD, Otey SC, Croy T, et al(2011). The effectiveness of traditional and sling exercise strength training in women. *J Strength Cond Res*, 25(2), 464-471. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318202e473>.

DeJong AF, Koldenhoven RM, Hart JM, et al(2020). Gluteus medius dysfunction in females with chronic ankle instability is consistent at different walking speeds. *Clin Biomech*, 73, 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.01.013>.

Doherty C, Bleakley C, Hertel J, et al(2016). Recovery from a first-time lateral ankle sprain and the predictors of chronic ankle instability a prospective cohort analysis. *Am J Sports Med*, 44(4), 995-1003. <https://doi.org/10.1177/0363546516628870>.

Dong M, Zhou Y, Li J, et al(2021). State of the art in parallel ankle rehabilitation robot: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00845-z>.

Gwon AJ, Kim SY(2016). The effects of vibration and side-lying hip abduction on pain, disability, strength and balance in individuals with low back pain. *J Korean Soc Phys Med*, 11(4), 127-137. <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.4.127>.

- Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC(2007). The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(6), 303-311. <https://doi.org/10.2519/jospt.2007.2322>.
- Hertel J(2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train*, 37(4), 364-375.
- Hertel J, Olmsted-Kramer LC(2007). Deficits in time-to-boundary measures of postural control with chronic ankle instability. *Gait Posture*, 25(1), 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.12.009>.
- Hertel J, Corbett RO(2019). An updated model of chronic ankle instability. *J Athl Train*, 54(6), 572-588. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>.
- Holmes JD, Jenkins ME, Johnson AM, et al(2013). Validity of the nintendo wii® balance board for the assessment of standing balance in parkinson's disease. *Clin Rehabil*, 27(4), 361-366. <https://doi.org/10.1177/0269215512458684>.
- Hong SB(2018). Effects of closed-sling exercise on muscle activity and balance; football club player with chronic ankle instability. *J Int Acad Phys Ther Res*, 9(4), 1608-1613. <https://doi.org/10.20540/jiaptr.2018.9.4.1608>.
- Jeon DC(2014). Comparison of gluteus medius activity according to the posture of hip abduction exercise. Graduate school of Daegu Catholic University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Jeon J(2013). Effects of hip strengthening exercise on hip joint abductor muscle isokinetic muscular strength and foot pressure distribution in elite players with chronic ankle instability. Graduate school of Dankook University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Ju JY, Seo BD, Park GH(2014). The effects of stabilization exercise on gluteal medius by using sling. *J Korea Entertain Industr Assoc*, 149-154. <https://doi.org/10.21184/jkeia.2014.12.8.4.149>.
- Kim H, Kim H, Shin WS(2022). Effects of vibrotactile biofeedback providing real-time pressure information on static balance ability and weight distribution symmetry index in patients with chronic stroke. *Brain Sci*, 12(3), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/brainsci12030358>.
- Kim SY, Kim TY(2006). Theoretical basis and application of the neurac technique which uses the sling exercise therapy. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther*, 12(2), 52-65.
- Kim, SY, Kwon JH(2001). Lumbar stabilization exercises using the sling system. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther*, 7(2), 23-39.
- Ko J, Rosen AB, Brown CN(2015). Cross-cultural adaptation and validation of the Korean version of the Cumberland Ankle Instability Tool. *Int J Sports Phys Ther*, 10(7), 1007-1014.
- Park KH, Kim WB(2014). The effects of ankle strategy exercise on balance of patients with hemiplegia. *J Korean Soc Phys Med*, 9(1), 75-82. <https://doi.org/10.13066/kspm.2014.9.1.75>.
- Kim YH, Park SH, Song HS(2018). The effects of gluteus medius strength training on ankle stability in patient with chronic ankle sprains. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther*, 24(2), 59-67.
- Krause DA, Elliott JJ, Fraboni DF, et al(2018). Electromyography of the hip and thigh muscles during two variations of the lunge exercise: a cross-sectional study. *Int J Sports Phys Ther*, 13(2), 137-142.
- Leavey VJ, Sandrey MA, Dahmer G(2010). Comparative effects of 6-week balance, gluteus medius strength, and combined programs on dynamic postural control. *J Sport Rehabil*, 19(3), 268-287. <https://doi.org/10.1123/jsr.19.3.268>.
- Lee JI, Kim TH(2021). Effects of hip joint strengthening exercises and lumbopelvic stabilization exercises on balance and instability of adults with functional ankle instability. *Int J Hum Mov Sports Sci*, 9(4), 757-764. <https://doi.org/10.13189/saj.2021.090421>.
- Lee SU(2015). The effects of modified hip abductor strengthening exercise on back pain level and hip joint function for chronic low back pain patients with gluteus

- medius weakness. Graduate school of Daejeon University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Li X, Liu H, Lin KY, et al(2020). Effects of different sling settings on electromyographic activities of selected trunk muscles: a preliminary research. *Biomed Res Int*, 2020, Printed Online. <https://doi.org/10.1155/2020/2945952>.
- Maeo S, Chou T, Yamamoto M, et al(2014). Muscular activities during sling- and ground-based push-up exercise. *BMC Res Note*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-192>.
- Oh JS, Park JS, Kim SY, et al(2003). Comparison of muscle activity during a push-up on a suspension sling and a fixed support. *Phys Ther Korea*, 10(3), 29-40.
- Oh JH, Woo HJ, Kim K, et al(2019). Effect of sling exercise with whole body vibration stimulation on upper torque joint torque in patients with spinal cord injury. *J Rehabil Welf Eng Assist Technol*, 13(4), 312-319. <https://doi.org/10.21288/resko.2019.13.4.312>.
- Park DS, Lee DY, Choi SJ, et al(2013). Reliability and validity of the balancia using wii balance board for assessment of balance with stroke patients. *J Korea Acad Ind Coop Soc*, 14(6), 2767-2772. <https://doi.org/10.5762/kais.2013.14.6.2767>.
- Park SJ(2016). An Influence that hip abduction in sidelying using sling has on gluteus medius activation. Graduate school of Daegu Catholic University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Smith BI, Docherty CL, Simon J, et al(2012). Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability. *J Athl Train*, 47(3), 282-288. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.06>.
- Song IY, Seo YS, Kang YH(2020). Effects of 10-week body stability exercise program on functional movement and body balance of middle school volleyball players. *J Korean Soc Phys Ther*, 32(4), 203-209. <https://doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.203>.
- Thomas JL, Boyce BM(2012). Radiographic analysis of the canale view for displaced talar neck fractures. *J Foot Ankle Surg*, 51(2), 187-190. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2011.10.037>.
- Webster KA, Gribble PA(2013). A comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. *Phys Ther Sport*, 14(1), 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.02.002>.
- Woo HJ, Yu M, Kwon TK(2022). Effect of whole body vibration conditions on lower limb muscles during sling exercise. *Appl Sci*, 12(3), Print Online. <https://doi.org/10.3390/app12031299>.
- Wright CJ, Linens SW, Cain MS(2017). A randomized controlled trial comparing rehabilitation efficacy in chronic ankle instability. *J Sport Rehabil*, 26(4), 238-249. <http://doi.org/10.1123/jsr.2015-0189>.