creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

체 육 학 석 사 학 위 논 문

중간볼기근 근력강화 운동프로그램이 한 다리 스쿼트 시 하지정렬과 보행 시 근활성도에 미치는 영향

2021년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

체 육 학 과

임 나 단

체 육 학 석 사 학 위 논 문

중간볼기근 근력강화 운동프로그램이 한 다리 스쿼트 시 하지정렬과 보행 시 근활성도에 미치는 영향

지도교수 김 태 규

이 논문을 체육학석사 학위논문으로 제출함

2021년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

체 육 학 과

임 나 단

임나단의 체육학 석사학위논문을 인준함.

2021년 8월 27일

위 원 장　　체육학박사　　박 종 철 (인)

위　　원　　의학박사　　김 영 훈 (인)

위　　원　　이학박사　　김 태 규 (인)

목 차

목차 ····· i
표 목차 ····· iii
그림 목차 ····· iv
Abstract ····· v

Ⅰ. 서론 ····· 1
1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구의 목적 ····· 5
3. 연구의 문제 ····· 5
4. 연구의 제한점 ····· 6
5. 용어의 정의 ····· 7

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 9

Ⅲ. 연구방법 ····· 13
1. 연구절차 ····· 13
2. 연구대상 ····· 14
3. 측정도구 및 측정방법 ····· 15
4. 중간볼기근 운동프로그램 ····· 24
5. 자료분석 방법 ····· 27

Ⅳ. 연구 결과 ····· 28
1. 한 다리 스쿼트 시 하지 정렬 차이 ····· 28
2. 중간볼기근 근력 차이 ····· 39
3. 보행시 중간볼기근 근활성도 차이 ····· 42

Ⅴ. 논의 ····· 47
Ⅵ. 결론 및 제언 ····· 52

참고문헌 ····· 55
국문초록 ····· 70

표 목차

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 ····· 14
표 2. 6주간 코어 운동 ····· 24
표 3. 6주간 중간볼기근 운동 ····· 25
표 4. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이 ····· 29
표 5. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이 ····· 32
표 6. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이 ····· 33
표 7. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이 ····· 35
표 8. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이 ····· 37
표 9. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이 ····· 38
표 10. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 중간볼기근 근력 차이 ····· 40
표 11. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 중간볼기근 근력 차이 ····· 41
표 12. 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 왼쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이 ····· 43
표 13. 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이 ····· 45

그림 목차

그림 1. 연구절차 ····· 13
그림 2. 카메라 위치 ····· 16
그림 3. 마커 부착 부위 ····· 17
그림 4. 하지 정렬 각도 정의 ····· 18
그림 5. 중간볼기근 근력 측정 ····· 19
그림 6. 표면 근전도 장비 ····· 20
그림 7. 카메라 위치 ····· 21
그림 8. 보행 구간 및 시점 ····· 22
그림 9. 근전도 부착 부위 ····· 22
그림 10. 중간볼기근 최대 수의적 등척성 근수축(MVIC) 측정 ····· 23
그림 11. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이 ····· 30
그림 12. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이 ····· 32
그림 13. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이 ····· 35
그림 14. 보행 중 MT구간 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이 ····· 46

Effects of Gluteus Medius Strengthening Programs on Lower Extremity Alignment during Single Leg Squat and Muscle Activity during Gait

Lim Na Dan

Department of Physical Education, The Graduate School

Pukyong National University

Directed by Professor Kim, Taegyu, Ph.D.

Abstract

The purpose of this study was to identify and compare the effect of 3 types of 6-week Gluteus Medius(GM) Strengthening Program (Clamshell exercise[CL], Side lying bridging[SB], and Side-lying hip abduction[HA]) on lower extremity alignment during single leg squat, GM strength, and GM activation during gait among healthy twenties. A total of 32 healthy adults(21 males and 11 females) participated in this study and they were randomly divided into three groups (CL=11, SB=11, and HA=10). Before and after applying each GM strengthening program, the lower extremity alignment during single leg squat, GM strength, and GM activation during gait were measured. 2D motion analysis was used to identify the angle of hip abduction and extension, Dynamic Q-angle, and the angle of knee flexion in ipsilateral leg during single leg squat. The hand-held dynamometer was used to measure manual strength of GM, and GM muscle activity in from heel strike to mid-stance (HM period) and from mid-stance to toe-off (MT period) during gait by using the electromyography(EMG).

The conclusions are as follows :

1. In the lower extremity alignment during single leg squat, HA group had increased hip extension angle of ipsilateral leg during single leg squat after applying 6-week program compared to before it. Also, when squatting with left leg, left hip abduction angle of HA group increased after applying program.

2. All 3 groups showed a significant increase in GM strength after applying 6-week program compared to before.

3. The difference in the ipsilateral gluteus medius muscle activity of the stepping leg during gait after the application of the exercise program showed that the CL group had decreased GM muscle activities in the HM and MT periods during the stance phase on right leg and the HM period on left leg. The SB group showed decreased GM muscle activities in both HM and MT periods during the stance phase regardless of legs, and the GM muscle activity of HA group decreased in MT period during the stance phase on left leg.

As a result of this study, the HA exercise was more positive effect on dynamic lower extremity alignment compared to CL and SB exercises, while the SB was most effective exercise for strengthening GM during gait. These results will provide useful information on the design of GM strengthening exercise programs for rehabilitation and injury prevention of lower extremity.

Keyword: Gluteus medius, Single leg squat, Gait, Muscle activity
Lower extremity alignment

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성

중간볼기근(gluteus medius)은 대표적인 엉덩관절 벌림근으로써 골반의 엉덩뼈 바깥면에서 넙다리뼈의 큰돌기(greater trochanter)까지 부착되어진 부채꼴 모양의 근육으로 엉덩관절 벌림, 폄, 가쪽돌림 작용을 한다(Gottschalk, Kourosh & Leveau, 1989). 중간볼기근은 일차적 엉덩관절 벌림근 중 하나이고, 이 중에서도 가장 큰 근육이며 전체 벌림근육 가로단면적의 약 60%를 차지한다(Clark & Haynor, 1987). 또한 중간볼기근은 보행 시 먼쪽부분 발목관절 보다 더 빠르게 수축하며, 디딤기 구간에서 골반 및 체간 조절과 자세의 안정성 유지를 위해 필요한 근육으로 안정성 유지를 위해 체중의 2배에 가까운 토크를 형성한다고 한다(Neumann & Cook, 1985). 이러한 중간볼기근의 근육 간 동원순서와 근육 활동이 비이상적으로 발생하게 될 경우 중간볼기근 약화 및 하지의 부상이 나타나게 된다. 중간볼기근의 기능부전은 하지 및 허리 손상의 원인이 되는 요소이며, 역으로 하지 및 허리 손상에 의해 발생한 통증과 기능부전의 영향으로 중간볼기근의 기능부전이 발생하기도 한다(신승환, 2020). 중간볼기근의 약화 및 기능부전에 영향을 미치는 요인은 다양하다. 의학적 요인에는 엉덩관절 돌림근띠파열, 하지 손상, 골반 손상 및 엉덩관절의 선천성 탈구 등이 포함될 수 있고(Marshall, 2004), 일상 자세적 요인으로는 골반을 한쪽으로 기대고 엉덩관절이 모음 된 상태에서 주로 한쪽 다리에 무게를 지지하여 서 있거나 옆으로 누워 한쪽 다리를 반대 다리 위로 모음 한 상태에서 한 방

향으로 자는 등의 요인이 있다. 특히 이러한 자세는 단일 관절인 중간볼기근의 생리적 휴식 길이를 넘어서 근육을 신장시켜 중간볼기근을 약화시킨다(Bewyer & Bewyer, 2003).

중간볼기근의 약화는 기능 저하와 여러가지 질병을 유발하는데, 이는 하지의 손상, 장골경골근막띠증후군(Fredericson, White, Mahon & Andriacchi, 2002), 무릎넙다리통증증후군(Cichanowski, Schmitt, Johnson & Niemuth 2007), 엉덩관절 통증, 앞십자인대의 손상(Ford, Myer, Toms & Hewett, 2005), 그리고 무릎 뼈관절염(Cichanowski et al., 2007), 만성발목불안정성(Friel, Lean, Myers & Caceres, 2006) 등으로 이어질 수 있다(Earl & Hoch, 2011). 더불어 중간볼기근의 기능부전이 Q-각(Q-angle)에 영향을 미쳐 밖굽이무릎을 야기하며, 무릎뼈를 바깥쪽으로 향하게 하는 활시위 힘도 증가하게 되어 무릎뼈 바깥쪽 당김을 만든다. 선행연구에 따르면 중간볼기근 약화가 있는 사람은 증상이 없는 사람에 비해 엉덩관절 안쪽돌림과 무릎의 밖굽이가 증가한다고 하였고(Bolgla, Malone, Umberger & Uhi, 2011), 넙다리뼈의 모음과, 목말밑관절의 엎침을 유발한다고 하였다(Ford et al., 2005). 또한 보행의 주기인 디딤기와 흔듦기 중 디딤기 시 기저면에 체중 지지를 하는 상태로 몸통의 안정성을 결여시켜 하지 부상이 나타날 가능성이 높다고 보고되고 있으며, 엉덩관절 주변 근육은 보행의 안정성과 속도에 가장 큰 영향을 미친다고 보고되고 있다(Nadeau, Gravel, Arsenault & Bourbonnais, 1999). 정상적인 근육의 토크가 발생하지 않을 경우, 보행을 하는 동안 몸통의 가쪽 굽힘과 엉덩관절 휘돌림 보행이 나타나며, 디딤기 중 체중 지지를 할 수 없게 됨으로 인하여 골반이 반대 측으로 기울게 되는 트렌델렌버그보행 징후가 나타난다(Granat, Maxwell, Ferguson, Lees & Barbenet, 1996). 이러한 징후들은 중간볼기근의 수축 및 근력이 감소할 경우 균형 능력에 영향을 미치며 낙상의 위험이 증가할

수 있다고 하였다(Lee, Kim & Koo, 2015).

최근에는 다양한 중간볼기근 평가 방법이 사용되고 있다고 보고되고 있는데, 이러한 평가 방법에는 한 다리 스쿼트 검사(Single leg squat test)를 사용한 하지 정렬 평가와 동력계를 사용한 근력 검사, 표면 근전도를 사용한 보행 검사가 있다. 한 다리 스쿼트 검사를 사용한 하지 정렬 평가는 엉덩관절 근육 기능이 손상되었는지, 하지의 부정렬이 나타나는지 평가하기 위해 환자에게 종종 사용되는 임상 평가 방법이다(Livengood, Dimattia & uhl, 2004). 한 다리 스쿼트 동안의 역학은 엉덩관절 근육의 강도를 평가할 수 있는 닫힌 사슬 운동(close kinetic chain)의 한 형태이며 하지의 근력 수준 및 하지의 동적 정렬 상태를 측정하기 위해 효과적인 방법이다. 더불어 한 다리 스쿼트 검사는 전신 역학과 신경근을 조절하는 움직임으로 양측과 대칭 그리고 엉덩관절, 무릎관절, 골반, 발목관절의 안정성과 기능적인 가동성을 테스트하는 평가로도 사용되고 있다고 하였다(Butler, Plisky, Scoma & Kiesel, 2010). 보행 중 근활성도 검사는 비정상적인 운동형상학의 요소를 결정하며, 어떠한 이유로 관절의 가동성과 근육의 활동에 이상이 생겨 발생하게 되는 병적 보행을 분석하여 치료에 응용하기 위한 중요한 평가 도구라고 하였고(임길병, 이홍재, 주성주 & 채지원, 2004), 중간볼기근의 활성을 평가하기 위해 보행을 평가하는 것은 중요하다고 하였다(Ganderton, Pizzari, Harle, Cook & Semciw, 2017). 또한, 중간볼기근 근력 검사는 중간볼기근을 평가하는 측정 방법 중 하나이고 동력계를 사용하여 신체 위치, 힘, 출력을 정량화하고 표준단위를 산출함으로써 같은 조건 속에서 동역학을 통해 중간볼기근 강도를 측정할 수 있어 실용적인 중간볼기근 강도 평가 방법이라고 하였다(Stastny, Tufano, Golas & Petr, 2016). 이러한 3가지 평가 방법들을 이용하여 중간볼기근을 평가할 수 있으며, 이를 바탕으로 중간볼기근 강화를 위한 다양한 중재 프로그램

에 적용할 수 있다. 중간볼기근 강화는 부상을 방지하고 일상생활 및 재활 단계에서 중요한 요소라고 보고되고 있고(Fukuda, Rossetto, Magalhaes, Bryk, Lucareli & Carvalho, 2010), 최근 중간볼기근을 강화시키기 위한 많은 연구들이 진행되고 있다. Distefano 등(2009)은 표면 근전도 검사를 사용하여 12개의 운동 동안 중간볼기근을 측정하여 여러가지 엉덩관절 벌림근 강화 운동 중 side lying hip abduction이 중간볼기근을 가장 활성화시키는 것으로 보고하였으며, Selkowitz 등(2013)은 건강한 집단을 대상으로 중간볼기근 근활성도를 측정하였고, side lying hip abduction 운동과 clamshell exercise의 근활성도를 평가한 결과 side lying hip abduction 운동과 clamshell exercise 중 clamshell exercise가 중간볼기근 활성에 가장 효과적인 운동이라고 보고하였다. 또한 Park 등(2019)은 표면 근전도를 사용하여 side lying hip abduction, clamshell exercise, side lying bridging을 비교하였고, 3가지 중간볼기근 강화 운동 중에 side lying bridging이 중간볼기근 강화에 가장 효과적이라고 하였다. 계속해서 이 3가지 운동의 효과에 대한 연구들이 이루어지고 있으나, 연구자들마다 의견이 다르며, 이러한 연구들은 운동 중 근활성도를 측정했을 뿐 이 3가지 운동을 운동프로그램화하여 대상자에게 적용하고, 후에 보행 평가와 한 다리 스쿼트 검사를 사용한 하지 정렬 평가를 통해 운동프로그램 적용 전과 적용 후를 비교하여 어느 운동이 중간볼기근 강화에 보다 효과적인지에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구는 중간볼기근 운동인 side lying hip abduction, clamshell exercise, side lying bridging 세 가지 운동을 3집단으로 나누어 6주간 코어운동과 함께 적용하여 근전도를 사용한 보행 중 근활성도 평가와 한 다리 스쿼트 검사를 사용한 하지정렬 평가를 통해 중간볼기근을 효과적으로 강화 시킬 수 있는 운동을 알아보고 이를 통하여 보다 정확한 운동 지도에 도움을 주고자 함에 있다.

2. 연구의 목적

본 연구에서는 중간볼기근을 강화하기 위한 대표적인 운동인 Side lying hip abduction과 Clamshell exercise 및 Side lying bridging 운동을 포함한 운동프로그램을 건강한 20대 성인남녀에게 6주간 적용하고, 운동프로그램 적용 전후에 대해 한 다리 스쿼트 동안 하지 정렬과 중간볼기근 근력 및 보행 중 중간볼기근의 근활성도 변화를 확인하여 3가지 운동의 효과를 비교분석하고자 한다.

3. 연구의 문제

본 연구의 목적을 달성하기 위한 문제는 다음과 같다.

첫째, 중간볼기근 운동프로그램 적용에 따른 한 다리 스쿼트 시 동적 하지 정렬에는 차이가 있을 것이다.

1-1. 중간볼기근 운동프로그램은 대상자들의 동적 하지정렬에 영향을 미칠 것이다.

1-2. 3가지 중간볼기근 운동프로그램을 적용한 집단 간의 동적 하지 정렬에 차이가 있을 것이다.

1-3. 운동프로그램 적용시기와 집단 간의 상호작용효과가 있을 것이다.

둘째, 중간볼기근 운동프로그램 적용에 따른 중간볼기근 근력에는 차이가 있을 것이다.

2-1. 중간볼기근 운동프로그램은 대상자들의 중간볼기근 근력에 영향을 미칠 것이다.

2-2 세가지 중간볼기근 운동프로그램을 적용한 집단간의 중간볼기근 근력에 차이가 있을 것이다.

2-3. 운동프로그램 적용시기와 집단 간의 상호작용효과가 있을 것이다.

셋째, 중간볼기근 운동프로그램은 보행 중 디딤기 동안 중간볼기근의 근활성도에 영향을 미칠 것이다.

3-1. 중간볼기근 운동프로그램은 보행 중 디딤기 동안 대상자들의 중간볼기근 근활성도에 영향을 미칠 것이다.

3-2. 세가지 중간볼기근 운동프로그램을 적용한 집단간의 보행 중 디딤기 동안 중간볼기근 근활성도에 차이가 있을 것이다.

3-3. 운동프로그램 적용시기와 집단 간의 상호작용효과가 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구에서는 아래와 같은 연구의 제한점이 있다.

첫째, 본 실험의 연구대상자는 건강한 대상으로 한정하였으므로, 본 연구의 결과를 무릎 손상, 엉덩관절 기능장애, 허리통증 환자에게 적용하는데 어려움이 있다.

둘째, 연구 대상자를 20대로 한정하여 다른 연령대에 일반화하는데 어려

움이 있다

셋째, 운동 시간 외에 일상생활을 통제하지 못하였다.

5. 용어의 정의

본 연구에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같이 정의하였다.

1) 동적 하지정렬

동적 하지정렬은 움직이는 동안 하지의 이마면, 시상면에서 축을 중심으로 선을 연결한 하지의 각도를 의미한다. 본 연구에서는 동적 하지정렬을 한 다리 스쿼트 수행 동안으로 한정하였다.

2) 보행

보행은 사람이 걷는 방법을 말한다. 일반적으로, 걷기는 매우 적은 양의 에너지만을 소비하는 매우 효율적인 생체역학적 과정이다. 정상적인 걷기는 건강한 신체, 특히 건강한 신경계통과 근육뼈계통을 필요로 한다.

3) 근전도(Electromyography)

신체의 활동을 주관하는 골격근의 수축 정도를 측정, 정량화하는 방법으로 근육에서 나타나는 전위차를 전극으로 감지, 증폭, 기록하여 분석한다.

4) 근활성도(Muscle activity)

근섬유(Muscle fibers)의 수축에 의해 발생하는 전위차를 의미하며, 근육이 발현하는 힘이 증가하면 근전도 시스템에서 측정되는 근전도의 전위차 또한 높게 측정된다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

Ⅱ. 이론적 배경

1. 중간볼기근 강화 운동의 효과 비교 연구

중간볼기근 약화는 무릎넙다리통증증후군, 장골경골근막띠증후군, 앞십자인대손상, 만성발목불안정성 등의 하지 부상과 관련 있다고 하였고, 중간볼기근은 엉덩관절과 하지의 불균형에 저항하므로 중간볼기근의 근력 증가와 근육의 활성이 재활 및 부상 방지 프로그램의 요소로서 제어에 중요한 역할을 한다고 보고하였으며(Distefano et al., 2009), 이러한 중간볼기근을 효과적으로 강화시키는 운동 방법을 제시하기 위해 여러 가지 중간볼기근 운동을 비교하는 연구들이 계속해서 이루어지고 있다. 선행연구에서 Park 등(2019)은 20대 및 30대 24명의 건강한 성인을 대상으로 표면 근전도를 사용하여 side lying hip abduction, clamshell exercise, side lying bridging 동안 중간볼기근의 근활성도를 비교하였고, side lying hip abduction, clamshell exercise 보다 중간볼기근 강화에 효과적인 운동은 side lying bridging이라고 하였다. Selkowitz 등(2013)은 20대의 건강한 성인을 대상으로 표면 근전도를 사용하여 11가지 중간볼기근 운동을 무작위 순서로 운동 동안 중간볼기근 근활성도를 비교하였고, clamshell exercise가 중간볼기근 강화에 가장 효과적인 운동이라고 하였으며, Distefano 등(2009)은 표면 근전도를 사용하여 신체적으로 건강한 21명의 중간볼기근 근활성도를 12개의 운동을 수행하는 동안 비교하였고, 재활 및 부상방지 운동으로써 중간볼기근 강화운동 중 가장 효과적인 운동은 side lying hip abduction이라고 보고하였다.

2. 한 다리 스쿼트 검사

중간볼기근 약화에 따른 하지 부정렬은 중간볼기근의 약화와 신체의 중심을 담당하는 골반의 불균형과 하지 손상의 원인이다. 골반 및 하지의 부정렬은 근육의 운동 사슬에 의해 연쇄적으로 나타나며 무릎과 발의 정렬에 영향을 미친다. 이를 평가하기 위해 임상적으로 빈번히 사용되는 평가는 한 다리 스쿼트 검사이다. 한 다리 스쿼트 검사는 허리-골반(Lumbo-Pelvic) 영역에서 근·신경 조절에 대한 간단하면서 편의적인 측정 방법이며 (Ireland, Bolgla & Noehren, 2018), 닫힌 사슬 운동(close kinetic chain)의 한 형태로 하지의 근력 수준 및 하지의 동적 정렬 상태를 측정하기 위해 효과적인 방법이다. 또한 한 다리 스쿼트(Single leg squat test)는 전신역학과 신경근을 조절하는 움직임으로 양측과 대칭 그리고 엉덩관절, 무릎, 발목의 기능적인 안정성과 가동성을 테스트하는 검사로도 사용된다 (Pizzari, Opar & Cook, 2019). 한 다리 스쿼트 검사는 표시 지점에 한 다리로 선 자세에서 시행되는 동적 자세 평가이며, 이러한 자세는 걷기와 달리기, 계단 오르기와 같은 일상적인 활동을 넘어 다양한 스포츠 활동에서 중요하게 여겨지는 기능적인 요소이다. 한 다리 스쿼트 검사를 사용하여 34명의 대상자를 좋음, 보통, 나쁨으로 나누어 중간볼기근 근력을 검사한 선행연구에서 좋음 집단에서 중간볼기근 근력이 크게 나타났다고 보고하였으며(Crossley, Zhang, Schache & Bryant, 2011), Dimattia 등(2005)은 50명의 건강한 대상자 중 한 다리 스쿼트 검사에서 좋음으로 분류된 대상자가 나쁨으로 분류된 대상자 보다 중간볼기근 근력이 강하고, 한 다리 스쿼트 동안 중간볼기근 근활성이 빠르게 나타났다고 보고 하였다.

3. 중간볼기근과 보행에 대한 연구

중간볼기근은 엉덩이의 주요 벌림근이다. 이 근육은 엉덩이와 골반의 안정성을 제공하여 중간선 무게 중심을 유지하는 데 필수적이며, Lumbar(L)4-Sacrum(S)1 신경 뿌리의 기여로 인해 발생하는 상부 둔부 신경으로부터 신경 분포를 받는다(Caviglia, Cambiaggi, Vattani, Landro & Galatro, 2016). 중간볼기근 기능은 엉덩관절 탈구를 유발하는 신경 손상, 소아마비와 같은 질병, 넙다리뼈에의 먼 쪽에 부착되는 근육, 인대의 약화, 또는 골절 등에 의해 약화가 나타나고 이로 인해 트렌델렌버그징후를 포함한 여러 가지 하지 손상이 나타날 수 있다(Bewyer & Bewyer, 2003). 트렌델렌버그징후는 보행 동안 가장 분명하게 나타난다. 다리가 병변이 발생한 부위의 몸무게를 지탱하면 골반이 동측으로 올라가고, 병변이 있는 엉덩관절 벌림근에 의해 골반이 수평면에 유지될 수 없기 때문에 환자는 균형을 유지하기 위해 병변이 있는 쪽을 향해 몸통을 동시에 기울이게 된다. Gogu & Gandbhir(2020)은 불완전한 척수손상이 있고, 트렌델렌버그징후를 보이는 20대를 대상으로 중간볼기근에 EMG 바이오 피드백을 사용하여 일주일에 5일 4주 2시간 동안 걷도록 훈련하고 평가하였다. 테스트 결과는 트렌델렌버그 걸음걸이가 현저하게 감소되어 골반 처짐이 29도 감소되었고, 연구 초기 평균 보폭 길이 0.324-0.3m에서 후기 때는 0.454~0.2m로 늘어났으며, 보행 속도는 1.64~0.4kmh1에서 3.14~0.5kmh로 높아졌고, 켄달의 중간볼기근 근력 검사에서 평균 근력은 2.334-0.6 에서 4.34-0.7로 증가했다고 보고하였다. 반면 선행연구에서 Ganderton 등(2017)은 중간볼기근을 평가하기 위하여 보행검사를 실시하였고, 보행 중 중간볼기근 활성도는 대전자부통증증후군을 가진 집단이 건강한 대조집단 보다 근활성도가 높게 나타났다고 하였고, 무릎골관절염을 가진 대상자들과 무증상 대조집단의

중간볼기근 활동을 평가하기 위한 표면 근전도 보행 검사에서 또한 무릎골관절염 환자집단이 중간볼기근 근활성도가 더 높게 나타났다고 보고하였다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

Ⅲ. 연구방법

1. 연구절차

본 연구는 실험연구(experimental study)로서 B 광역시에 거주하는 건강한 20대를 성인남녀를 대상으로 side lying hip abduction 집단, clamshell exercise 집단, side lying bridging 집단으로 집단을 나누어, 6주간 각자 다른 중간볼기근 강화 운동프로그램을 적용한 다음 운동프로그램 적용에 따른 각 집단의 한 다리 스쿼트 동안 하지정렬, 중간볼기근 근력, 보행 중 중간볼기근 근활성도 차이를 비교 분석하였다(그림 1).

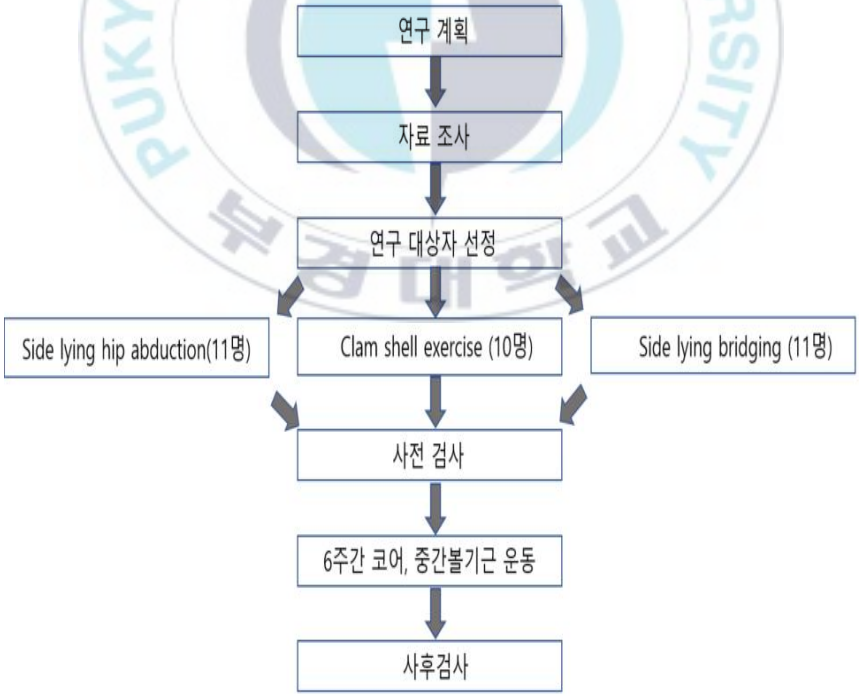

그림 2. 연구절차

2. 연구대상

본 연구에서는 트레이닝 효과에 영향을 미칠 수 있는 변인인 연령을 통제하기 위해 B 광역시에 거주하는 건강한 20대 32명을 연구 대상으로 실시하였다(Park et al., 2019) 대상자 선정은 허리통증 또는 하지의 통증을 가지고 있는 자, 중추 또는 말초신경에 병변이 있는 자, 하지 병변이 있는 자는 제외시켰으며(Crossley et al., 2011), 대상자들을 side lying hip abduction, clam shell exercise, side lying bridging 집단으로 무작위로 나누어 실시하였다. 측정 전 연구 윤리 위원회의 승인을 받았으며(IRB No.: 1041386-202105-hr-20-020), 대상자에게 본 연구의 목적과 방법, 절차 등에 대해 상세히 설명하고 참여 동의서에 서명을 받았다. 집단 간 인구통계학적 특성의 동질성을 확보하였고, 연구과정에서 중도 탈락자는 발생하지 않았으며, 연구대상자의 일반적인 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

집단	성별(*n*, %)		연령(세)	신장(cm)	몸무게(kg)
	남	여			
Clamshell exercise (*n*=10)	7 (70)	3 (30)	23.00 ±1.82	171.74 ±5.35	71.90 ±13.20
side-lying bridging (*n*=11)	7 (63.6)	4 (36.3)	24.45 ±2.54	170.09 ±5.97	69.04 ±13.57
Side-lying hip abduction (*n*=11)	7 (63.6)	4 (36.3)	23.63 ±2.15	171.90 ±5.46	71.63 ±15.12
$\chi^2(p)/Z(p)$	0.123 (.940)		3.057 (.217)	0.608 (.738)	0.257 (.880)

3. 측정도구 및 측정방법

모든 연구대상자는 양말을 탈의한 상태로 반바지를 입고 측정에 참여하였다. 모든 검사 전에 충분한 준비운동과 연습을 시행한 후에 동일한 검사자에 의해 한 다리 스쿼트 검사, 중간볼기근 근력 검사, 보행 중 근활성도 검사 순서로 진행하였다.

1) 한 다리 스쿼트 동안 하지정렬 평가

clamshell exercise, sidelying bridging, side lying hip abduction 집단의 하지 정렬을 2차원 동작분석으로 비교하기 위해 한 다리 스쿼트를 수행하였다. 한 다리 스쿼트 검사를 위해 가로, 세로 30cm 측정 지점을 표시하였고, 측정 지점에 선을 만들어 선에 2번째 발가락과 뒤꿈치가 일치하도록 하였다. 한 다리 스쿼트는 표시된 시작 위치에서 한 발로 체중을 지지하고, 반대쪽 다리는 엉덩관절 45도, 무릎관절은 약 90도 굽힘 하는 자세로 시작하여(Livengood et al., 2004), 6초 이내에 무릎관절의 넙다리뼈와 정강뼈 사잇각 120도 이상 한 다리 스쿼트를 하고 다시 시작 자세로 돌아오도록 교육하였다(Herrington, 2014). 모든 각도는 무릎관절 굽힘 동안 넙다리뼈와 정강뼈 사잇각 120도에서 분석하였고, 동작에 대한 적응을 위해 3회 연습을 시행한 후 3회 측정값을 기록하였으며, 무릎관절 굽힘 시 넙다리뼈와 정강뼈 사잇각 120도 미만이거나 균형을 유지하지 못하였을 경우 재측정하였다(Herrington, 2014). 측정값은 3회 측정한 값의 평균을 자료로 사용하였고, 영상의 이마면 시상면 각도는 싱크를 맞추기 위해서 동조기를 사용하였다.

(1) 동작분석

동작분석은 고속카메라(AXIS P1365 Network Camera, AXIS Inc., Sweden)를 사용하여 이마면(frontal plane)과 시상면(sagittal plane)에서 이루어졌다. 한 다리 스쿼트 동안 영상 촬영을 위해 2m 앞과 4m 양옆에 각각 고속카메라 3대를 위치시켰으며, 카메라의 높이를 60cm로 고정하였다. (Dingenen, Malfait, Vanrenterghem, Verschueren & Staes, 2014; 그림 2). 수집된 자료는 Dartfish TM Team Pro Software 6.0(Dartfish USA Inc.; Alpharetta, Georgia, USA)를 사용하여 분석하였다.

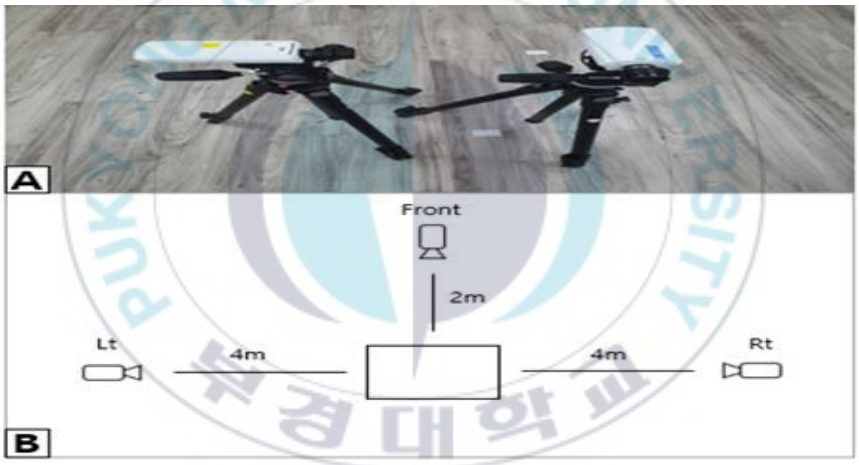

그림 3. 카메라 위치
(A:카메라- 높이60cm, B: 카메라 위치)

(2) 반사마커 부착 부위

한 다리 스쿼트 동안 동작분석을 위해 <그림 3>과 같이 동일한 검사자가 위앞엉덩뼈가시, 무릎뼈중앙, 정강뼈거친면, 봉우리빗장관절, 가쪽복사뼈, 넙다리뼈가쪽관절융기, 넙다리뼈큰돌기에 반사마커를 부착하였다(Donohue Ellis, Heinbaugh, Stephenson, Zhu & Dai, 2015).

그림 4. 마커 부착 부위

(3) 분석 구간 및 분석 각도

한 다리 스쿼트 무릎 관절 굽힘 시 넙다리뼈와 정강뼈 사이각 120도 동안 하지정렬을 분석하기 위하여 이마면에서는 엉덩관절 벌림 각도를 아래앞엉덩뼈가시에서 반대 아래앞엉덩뼈가시와 정강뼈거친면을 연결 한 각으로 정의하였고, 아래앞엉덩뼈가시와 무릎뼈중앙을 연결한 선과 정강뼈거친면부터 무릎뼈중앙을 연결한 선이 교차하여 이루는 각도를 Dynamic Q-angle로 정의하였다(Biedert & Warnke, 2001). 시상면에서 무릎 관절 굽힘 시 넙다리뼈와 정강뼈 사잇각을 넙다리뼈가쪽관절융기와 넙다리뼈큰돌기, 가쪽복사뼈를 연결한 선으로 정의하였고, 봉우리빗장관절, 넙다리뼈큰돌기, 넙다리뼈가쪽관절융기를 선으로 연결하여 엉덩관절 폄 각을 정의하였다(Donohue et al., 2015; 그림 4).

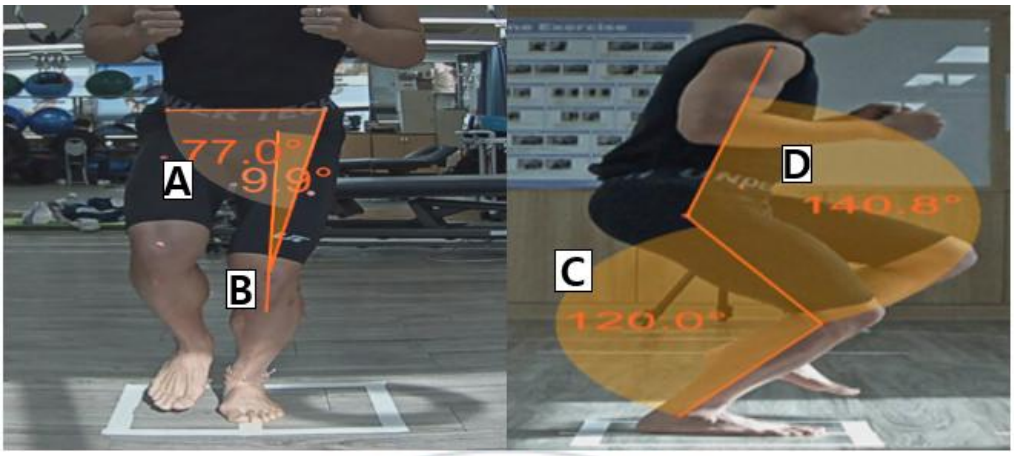

그림 5. 하지정렬 각도 정의
A:엉덩관절 벌림, B:Dynamic Q-angle,
C:무릎관절 굽힘, D:엉덩관절 폄

2) 근력검사(Muscle strength test)

중간볼기근 근력 검사는 디지털 근력 측정계(MicroFET2, Hoggan, USA)를 사용하여 측정하였다. 중간볼기근 근력을 측정하기 위해 검사자는 피험자를 침대에 옆으로 눕게 한 후, 안정성을 고려하여 아래에 위치한 다리는 엉덩관절, 무릎관절 굽힘 30도에 위치하게 하고, 측정하고자 하는 다리는 무릎관절과 엉덩관절을 폄 한 상태로 10도 엉덩관절 벌림을 수행하도록 하였다(Widler et al., 2009). '시작' 구호와 함께 엉덩관절을 벌림 방향으로 최대 수축하도록 하였고, 측정 사이에 10초간 휴식을 취하도록 하였다. 디지털 근력 측정계는 넙다리뼈의 가쪽위관절융기 5cm 위에 위치하였으며, 엉덩관절 굽힘과 몸통 돌림 등의 보상작용을 방지하기 위하여 보조자가 골반을 고정하였고(Tevald, Murray, Luc & Sohn, 2016; 그림 5), 측정값은 3초간 3회 측정 평균값을 산출하여 체중으로 나누어 표준화(N/kg)하였다.

.

그림 6. 중간볼기근 근력 측정
(A:근력 측정, B:동력측정계)

3) 보행 동안 중간볼기근 근활성도 측정

중간볼기근 근활성도는 보행 중 디딤기 동안 측정하였다. clamshell exercise, sidelying bridging, side lying hip abduction 집단의 중간볼기근을 2차원 동작분석 및 근활성도로 비교분석 하기 위해 보행 검사를 수행하였다. 보행 검사를 위해 8m 보행 구간을 설정하였고, 보행 구간 중앙에 가로 세로 30cm의 디딤기 지점을 표시하였다. 보행 검사는 8m 보행 구간을 대상자의 편안한 걸음 속도와 보폭으로 걸을 수 있도록 하고, 보행 동안 디딤기 지점을 오른발로 먼저 밟고, 뒤돌아서 왼발로 같은 위치에 밟고 지나갈 수 있도록 교육하였다(김대건, 2017). 측정 전 동작을 자연스럽게 하기 위해 충분히 연습을 시행한 후 3회 보행 중 자료를 수집하였으며, 디딤기 지점을 제대로 밟지 않거나 보행 속도와 보폭이 일정하지 않을 경우 재측정 하였다.

(1) 근활성도(muscle activity)

한 다리 스쿼트 시 중간볼기근(gluteus medius, GM)의 근활성도를 근전도 장비(mini DTS, Noraxon Inc., USA)를 사용하여 수집하였고(그림 6), 수집된 자료는 Noraxon MR3 3.14 소프트웨어를 이용하여 자료 처리하였다.

그림 7. 표면 근전도 장비

(2) 분석 구간 및 분석 장비

보행 중 근활성도 분석구간을 설정하기 위해 디딤지 지점에서 2m 떨어진 위치에 고속카메라를 설치하였으며, 카메라를 60cm의 높이로 고정하였다(그림 7). 분석 구간은 디딤기 중 다리가 지면에 접촉하는 순간(걸음주기의 0%)인 발꿈치닿기, 발바닥 전체가 지면에있는 시기(걸음주기의 8%)인 발바닥닿기, 체중이 지지하고 있는 다리 위를 바로 통과하는 지점(걸음주기의 30%)인 중간디딤기, 발꿈치가 지면에서 떠나는 순간(걸음주기의40%)인 발꿈치떼기, 발가락이 지면에서 떠나는 순간(걸음주기의 60%)인 발가락떼기(Neumann & Cook, 1985) 시점을 설정하여 발꿈치닿기(heel strike)부

터 중간디딤기(midstance) 시점까지를 HM 구간으로 정의하였고, 중간디딤기(midstance)부터 발가락떼기(toe off)시점까지를 MT 구간으로 정의하였다(Semciw et al., 2014; 그림 8). 수집된 자료는 Dartfish TM Team Pro Software 6.0(Dartfish USA Inc.; Alpharetta, Georgia, USA)를 사용하여 분석하였다.

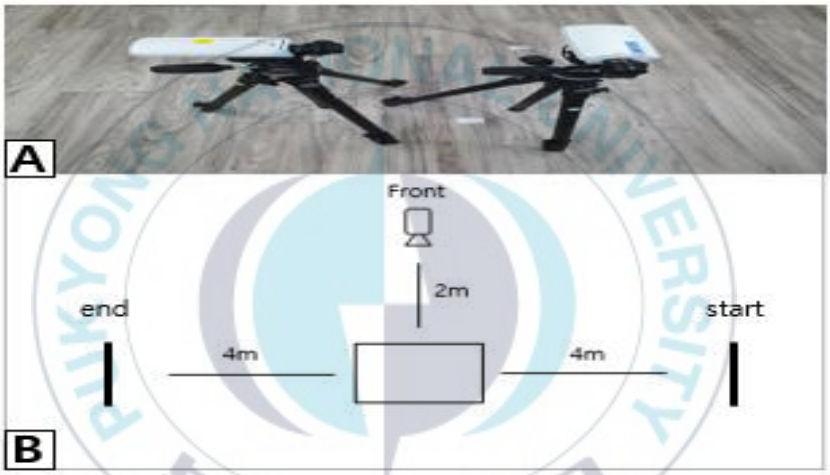

그림 8. 카메라 위치
(A:카메라- 높이60cm, B: 카메라 위치)

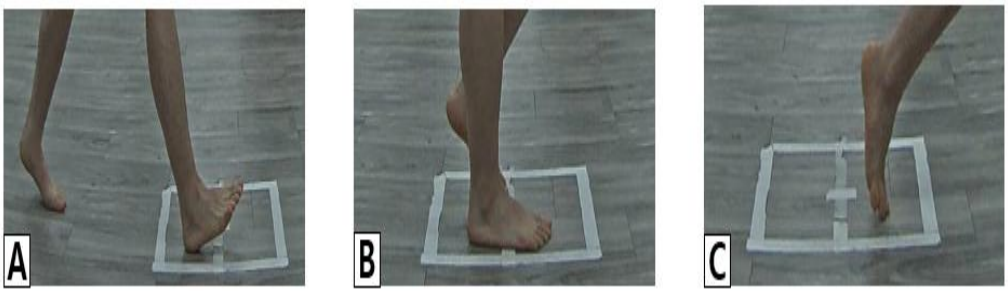

그림 9. 보행 구간 및 시점

(A: heel - strike, B: mid - stance, C: toe - off)

(3) 근전도 부착 부위

측정하기 전 표면 전극으로부터 전달되는 피부 저항을 최소화하기 위해 전극 부착 부위의 털을 제모하고 알코올 솜을 사용하여 닦아낸 후, 표면 전극을 근섬유와 평행하도록 하였으며, 전극 간 간격은 2cm가 되도록 부착하였다. 표면 근전도 부착 부위는 보행하는 동안 주요 엉덩관절 근육 중 엉덩관절을 벌림, 가쪽돌림 하는 중간볼기근의 양쪽을 선정하였고, 부착 위치는 엉덩뼈 능선의 중간지점을 중간볼기근 부착 위치로 선정하였다(김태완 등, 2013; 그림 9).

그림 10. 근전도 부착 부위

(4) 최대 수의적 등척성 근수축(Maximum Voluntary Isometric Contraction, MVIC)

한 다리 스쿼트 측정 전 중간볼기근에 대한 최대 수의적 등척성 근수축을 측정하였다. 중간볼기근을 측정하기 위해 대상자를 옆으로 눕게 한 후 아래 다리는 중심을 잡기 위해 무릎과 엉덩관절을 90도 굽힘시킨 자세를 유지 시키고, 측정 다리 무릎과 엉덩관절을 폄한 상태에서 30도 벌림하도록 교육하였고, 검사자는 반대 방향으로 저항을 주었다(Beth, Earl, Cobb & Huddleston, 2012). 각 수축마다 최대 수의적 등척성 근수축(MVIC)을 5초간 3회씩 수행하였으며, 측정 간에는 15초의 휴식을 주었다. 측정된 값은 처음과 마지막 1초를 제외하고 3초간의 평균값을 사용하였고, 3회 측정된 값은 평균값을 산출하여 자료 분석에 사용하였다(그림 10).

그림 11. 중간볼기근 최대 수의적 등척성 근수축(MVIC) 측정

(5) 근활성도 자료수집 및 자료처리

보행 중 디딤기 동안 측정된 근활성도는 근전도 장비(mini DTS, Noraxon Inc., USA)를 사용하여 수집되었고, 수집된 근활성도는 대역 통과 필터(band pass filter) 20-100Hz를 사용하여 노이즈를 필터링(filtering)하였으며, 실효치인 제곱평균제곱근(Rot Mean Square, RMS)을 사용하여 정량화하였다. 수집된 데이터는 표준화하기 위해 최대 수의적 등척성 근수축(MVIC)에 대한 백분율(%MVIC)을 산출하였다(Mickelborough, Linden, Tallis & Ennos, 2004).

4. 중간볼기근 운동프로그램

본 연구에서 진행한 6주간의 연구에서 Gill 등(2010)이 제시한 기초 코어 운동을 수정·보완하여 실행하였고, 3집단 모두에 코어 운동을 적용하고 집단당 3가지 다른 방법의 엉덩관절 벌림 운동을 적용하였다. 6주간 주 3회

30분을 실시하였고 <표2와 표3>, 운동 난이도는 운동의 적응 정도를 고려하여 통증이 없고 적절하게 운동을 수행할 수 있게 되면 세트와 횟수를 조절하였다.

표 2. 6주간 코어 운동

운동	첫째 주 Reps /set	둘째 주 Reps /set	셋째 주 Reps /set	넷째 주 Reps /set	다섯째 주 Reps /set	여섯째 주 Reps /set
Curl up	12/2	12/2	15/2	15/2	12/3	12/3
		바로 누워 엉덩관절, 무릎관절 굽힘 대상자의 목척추를 직선으로 유지하며 30° 굴곡 3초 유지하고 시작 자세로 복귀				
Bird dog	12/2	12/2	15/2	15/2	12/3	12/3
		네발기기자세로 시작 어깨와 수평이 될 때까지 운동팔을 굽힘 동시에 반대 측 다리 엉덩이와 수평이 되게 엉덩관절 폄 반대측과 번갈아 시행				
Pelvic bridging	12/2	12/2	15/2	15/2	12/3	12/3
		바로 누워 손바닥은 바닥을 향하게 하고 엉덩관절과 무릎관절 굽힘 엉덩이를 들어 머리부터 무릎까지 직선상에 놓이도록 유지 시작 자세로 돌아온다.				

표 3. 6주간 중간볼기근 운동

운동	첫째 주 Reps /set	둘째 주 Reps /set	셋째 주 Reps /set	넷째 주 Reps /set	다섯째 주 Reps /set	여섯째 주 Reps /set
Clamshell exercise	12/2	12/2	15/2	15/2	12/3	12/3
			옆으로 누워 엉덩관절과 무릎관절 45° 굽힘 양발을 붙인 상태에서 엉덩관절 벌림 시작 자세로 복귀			
Side lying bridging	12/2	12/2	15/2	15/2	10/3	10/3
			옆으로 누워 어깨로 상체를 지지 슬링의 축은 발목위치 슬링을 발목에 걸고, 슬링 높이를 위쪽 오목위팔관절 높이로 고정 위쪽 다리를 든다. 바닥 쪽 엉덩이를 들어 신체를 정렬 시작 자세로 복귀.			
Side lying hip abduction	10/2	10/2	12/2	12/2	12/3	12/3
			옆으로 누워 어깨로 상체를 지지			

		슬링의 축은 발목위치 옆으로 누운 자세에서 아래 엉덩관절과 무릎관절은 30° 굽힘 위쪽 정렬은 일자로하여 벌림 시작 자세로 복귀

5. 자료 분석

본 연구의 수집된 모든 자료는 SPSS 23.0 for Window 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 모든 자료에 대해 Shapiro-Wilk의 정규성 검정을 실시한 결과에 따라 모수검정 또는 비모수검정 방법을 사용하였다. 집단 간 인구통계학적 특성의 차이를 확인하기 위해 카이제곱검정(chi-squared test)을 실시하였고 집단 간 운동프로그램 적용 전후의 차이를 확인하기 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 크루스칼왈리스검정(Kruskal-Wallis test)을 실시하였으며, LSD 검정 또는 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 통해 사후검정 (post hoc)을 실시하였다. 집단 내 운동프로그램 적용 전후 차이를 확인하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test) 또는 윌콕슨 순위합 검정(Wilcoxon rank sum test)을 사용하였고, 정규분포를 만족하는 변인에 대해 운동프로그램 적용에 따른 집단 간 상호작용 효과를 확인하기 위해 반복측정분산분석(repeated measure ANOVA, RMANOVA)을 실시하였다. 모든 통계적 유의 수준은 α=.05로 설정하였다.

IV. 연구결과

본 연구에서는 건강한 20대 성인남녀를 대상으로 중간볼기근을 강화하기 위한 대표적인 운동인 Side lying hip abduction, Clamshell exercise, Side lying bridging 운동을 포함한 운동프로그램을 6주간 적용하고, 프로그램 적용 전후에 대해 한 다리 스쿼트 동안 하지 정렬과 중간볼기근 근력 및 보행 중 중간볼기근의 근활성도 변화를 확인하고자 하였고, 그 결과는 다음과 같다.

1. 한 다리 스쿼트 동안 하지정렬 차이

1) 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 동안 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이

<표 4> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 동안 동측 엉덩관절 폄 각도 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단 간 엉덩관절 폄 각도 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전 엉덩관절 폄 각도가 clamshell exercise 집단(127.76±10.52°)과 side lying bridging 집단(132.71±12.87°)에서 side lying hip abduction 집단 (114.46±16.54°) 보다 큰 것으로 확인되었으나(F=5.249, p=.011), 운동프로그램 적용 후에는 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(F=2.295, p=.119).

프로그램 적용 전후 집단 내 왼쪽 엉덩관절 폄 각도 차이를 확인하기

위해 반복측정 분산분석(RMANOVA)을 실시한 결과, side lying hip abduction 집단의 운동프로그램 적용 후 엉덩관절 폄 각도(123.16±18.78°)가 프로그램 적용 전(114.46±16.54°) 보다 증가하였고 통계적으로 유의한 차이를 보였으나(t=-2.828, p=.018), clamshell exercise(t=-1.715, p=.120) 집단과 side lying bridging (t=-1.715, p=.106) 집단은 유의한 차이를 보이지 않았고, 프로그램 적용에 따른 집단 간 상호작용 효과도 확인되지 않았다(F=1.645, p=.210; 그림 11).

표 4. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이

단위: deg

Group	Apply Exercise Program		Within group	Time*Gpoup
	Pre	Post		
CL[a] (n=10)	127.76±10.52	130.87±11.38	t=-1.715 p=.120	
SB[b] (n=11)	132.71±12.87	136.36±11.9	t=-1.715 p=.106	F=1.645 p=.210
HA[c] (n=11)	114.46±16.54	123.16±18.78	t=-2.828 p=.018	
Between group	F=5.249 p=.011	F=2.295 p=.119		
Post-hoc	c<a,b	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

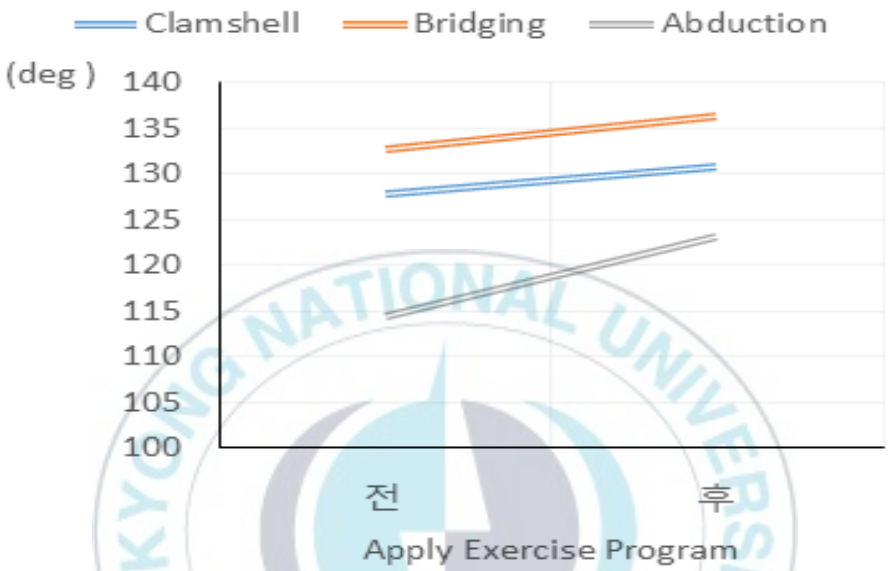

그림 11. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

2) 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이

<표 5> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 동안 동측 엉덩관절 폄 각도 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단 간 엉덩관절 폄 각도 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과, 운동프로그램 적용 후에는 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았으나(F=2.295, p=.119) 운동프로그램 적용 전 엉덩관절 폄 각도가 clamshell exercise 집단(133.23±8.35°)과 side lying bridging 집단(135.66±8.73°)에서 side lying hip abduction 집단(122.10±8.98°) 보다 큰 것으로 확인되었다(F=7.534, p=.002).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 오른쪽 엉덩관절 폄 각도 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA)을 실시한 결과, side lying hip abduction 집단의 운동프로그램 적용 후 엉덩관절 폄 각도(128.33±12.79°)가 운동프로그램 적용 전(122.10±8.98°) 보다 증가하였고 통계적으로 유의한 차이를 보였으나(t=0.030, p=.976), clamshell exercise 집단(t=0.735, p=.479)과 side lying bridging 집단(t=-1.715, p=.106)은 유의한 차이를 보이지 않았다. 운동프로그램 적용에 따른 집단 간 상호작용 효과는 유의한 수준으로 확인되었다(F=3.676, p=.038; 그림 12).

표 5. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이

단위:deg

Group	Apply Exercise Program		Within group	Time*Gpoup
	Pre	Post		
CL[a] (*n*=10)	133.23±8.35	133.17±7.11	*t*=0.030 *p*=.976	
SB[b] (*n*=11)	135.66±8.73	134.39±8.03	*t*=0.735 *p*=.479	*F*=3.676 *p*=.038
HA[c] (*n*=11)	122.10±8.98	128.33±12.79	*t*=-2.439 *p*=.035	
Between group	*F*=7.534 *p*=.002	*F*=1.187 *p*=0.319		
Post-hoc	c<a,b	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

그림 12. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 엉덩관절 폄(Hip extension) 각도 차이

3) 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이

<표 6> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 동안 동측 Dynamic Q-angle 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단 간 Dynamic Q-angle 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전후 모두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(각각 Z=1.910, p=.385과 F=0.308, p=.737).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 왼쪽 Dynamic Q-angle 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 세 집단 모두 운동프로그램 적용 전과 후의 유의한 차이를 나타내지 않았다(각각 t=2.583, p=.052, Z=-0.459, p=.646, t=-1.558, p=.150).

표 6. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이

단위:deg

Group	Apply Exercise Program		Within group
	Pre	Post	
CL[a] (n=10)	12.91±9.28	16.99±10.95	t=2.583 p=.052
SB[b] (n=11)	13.69±6.63	14.45±5.22	Z=-0.459 p=.646
HA[c] (n=11)	19.27±10.53	16.33±6.25	t=-1.558 p=.150
Between group	Z=1.910 p=.385	F=0.308 p=.737	
Post-hoc	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

4) 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이

<표 7> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 동안 동측 Dynamic Q-angle 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단 간 Dynamic Q-angle 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전후 모두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(각각 F=0.027, p=.973과 F=0.073, p=.964).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 왼쪽 Dynamic Q-angle 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA)을 실시한 결과, 세 집단 모두 운동프로그램 적용 전과 후의 유의한 차이를 나타내지 않았으며(각각 t=0.230, p=.823, t=-0.719, p=.489, t=-0.158, p=.878), 운동프로그램 적용에 따른 집단 간 상호작용 효과도 확인되지 않았다(F=0.343, p=.712; 그림 13).

표 7. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이

단위:deg

Group	Apply Exercise Program		Within group	Time*Gpoup
	Pre	Post		
CL[a] (*n*=10)	17.32±8.97	17.56±9.20	*t*=0.230 *p*=.823	
SB[b] (*n*=11)	17.89±4.24	16.65±5.07	*t*=-0.719 *p*=.489	*F*=0.343 *p*=.712
HA[c] (*n*=11)	17.15±9.20	17.00±8.46	*t*=-0.158 *p*=.878	
Between group	*F*=0.027 *p*=.973	*F*=0.073 *p*=.964		
Post-hoc	-	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

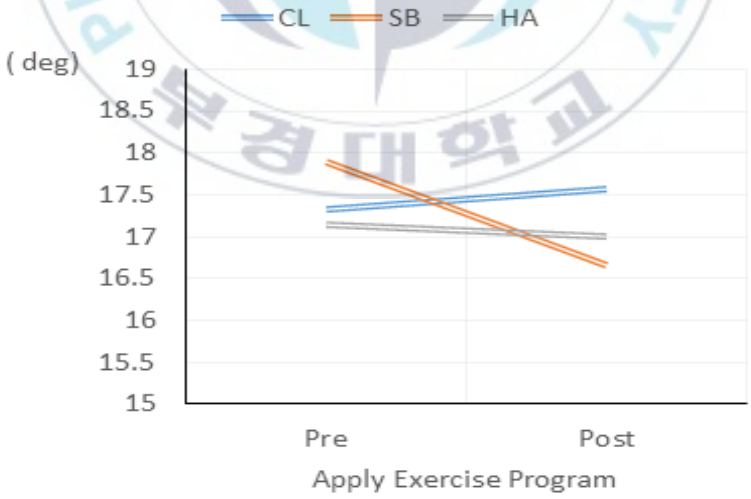

그림 13. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 Dynamic Q-angle 차이

5) 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이

<표 8> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 동안 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단 간 왼쪽 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전후 모두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(각각 F=0.652, p=.529과 Z=1.956, p=.160).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 왼쪽 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, side lying hip abduction 집단의 프로그램 적용 후 엉덩관절 벌림 각도(76.93±7.04°)가 운동프로그램 적용 전(73.76±5.91°) 보다 증가하였고 통계적으로 유의한 차이를 보였으나(t=-2.285, p=.045), clamshell exercise 집단(Z=0.500, p=.480)과 side lying bridging 집단(t=-0.118, p=.908)은 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 8. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이

단위:deg

Group	Apply Exercise Program		Within group
	Pre	Post	
CL[a] (*n*=10)	75.2±8.40	66.27±24.22	*Z*=0.500 *p*=.480
SB[b] (*n*=11)	76.94±5.07	77.12±3.46	*t*=-0.118 *p*=.908
HA[c] (*n*=11)	73.76±5.91	76.93±7.04	*t*=-2.285 *p*=.045
Between group	*F*=0.652 *p*=.529	*Z*=1.956 *p*=.160	
Post-hoc	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

6) 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이

<표 9> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 동한 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단 간 오른쪽 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test 를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전후 모두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(각각 F=0.737, p=.487과 Z=1.796, p=.407).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 오른쪽 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이

를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 세 집단 모두 프로그램 적용 전과 후의 유의한 차이를 나타내지 않았다(각각 Z=-0.886, p=.386와 t=-0.215, p=.834와 t=-0.592, p=.567).

표 9. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 한 다리 스쿼트 시 동측 다리 엉덩관절 벌림 각도 차이

단위:deg

Group	Apply Exercise Program		Within group
	Pre	Post	
CL[a] (n=10)	76.95±9.09	66.73±24.10	Z=-0.886 p=.386
SB[b] (n=11)	75.71±3.70	76.11±4.88	t=-0.215 p=.834
HA[c] (n=11)	73.43±6.69	74.38±7.30	t=-0.592 p=.567
Between group	F=0.737 p=.487	Z=1.796 p=.407	
Post-hoc	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

2. 중간볼기근 근력 차이

1) 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 중간볼기근 근력 차이

<표 10> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 중간볼기근 근력 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단 간 왼쪽 중간볼기근 근력 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전후 모두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(각각 Z=2.500, p=.287 과 F=1.016, p=.375).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 왼쪽 중간볼기근 근력 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA)또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, clamshell exercise 집단의 운동프로그램 적용 후 중간볼기근 근력(1.06± 0.10N/kg)이 운동프로그램 적용 전(0.86±0.09N/kg)보다 증가하였고 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Z=-2.701, p=.007). side lying bridging 집단에서도 운동프로그램 적용 후 중간볼기근 근력이(0.99±0.10N/kg) 운동프로그램 적용 전(0.87±0.19N/kg)보다 증가하였고(t=-2.636, p=.025), side lying hip abduction 또한 운동프로그램 적용 후(1.07±0.18N/kg)가 적용 전(0.99±0.20N/kg)보다 증가하였다(t=-3.027 p=.013).

표 10. 운동프로그램 적용에 따른 왼쪽 중간볼기근 근력 차이

단위: N/kg

Group	Apply Exercise Program		Within group
	Pre	Post	
CL[a] (*n*=10)	0.86±0.09	1.06±0.10	*Z*=-2.701 *p*=.007
SB[b] (*n*=11)	0.87±0.19	0.99±0.10	*t*=-2.636 *p*=.025
HA[c] (*n*=11)	0.99±0.20	1.07±0.18	*t*=-3.027 *p*=.013
Between group	*Z*=2.500 *p*=.287	*F*=1.016 *p*=.375	
Post-hoc	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

2) 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 중간볼기근 근력 차이

<표 11> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 중간볼기근 근력 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 집단간 오른쪽 중간볼기근 근력 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전후 모두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(각각 F=2.286, p=.120과 Z=3.982, p=.137).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 오른쪽 중간볼기근 근력 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA)또는 Kruskal-Wallis test를 실

시한 결과, clamshell exercise 집단의 운동프로그램 적용 후 중간볼기근 근력(1.07 ±0.13N/kg)이 운동프로그램 적용 전(0.87±0.12N/kg)보다 증가하였고 통계적으로 유의한 차이를 보였다(t=-5.247, p=.001). side lying bridging 집단에서도 운동프로그램 적용 후 중간볼기근 근력(0.99±0.17N/kg)이 운동프로그램 적용 전(0.76±0.32N/kg)보다 증가하였고(Z=-2.401, p=.016), side lying hip abduction 또한 운동프로그램 적용 후(1.11±0.17N/kg)가 적용 전(0.98±0.21N/kg)보다 증가하였다(t=-5.484, p=.001).

표 11. 운동프로그램 적용에 따른 오른쪽 중간볼기근 근력 차이

단위: N/kg

Group	Apply Exercise Program		Within group
	Pre	Post	
CL[a] (n=10)	0.87±0.12	1.07±0.13	t=-5.247 p=.001
SB[b] (n=11)	0.76±0.32	0.99±0.17	Z=-2.401 p=.016
HA[c] (n=11)	0.98±0.21	1.11±0.17	t=-5.484 p=.001
Between group	F=2.286 p=.120	Z=3.982 p=.137	
Post-hoc	-	-	-

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction

3. 보행 시 중간볼기근 근활성도 차이

1) 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 왼쪽 디딤발 시점에서 집단내 동측 중간볼기근 근활성도 차이

<표 12> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 왼쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 보행 중 집단 간 왼쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전후 모두 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(각각 Z=0.446, p=.800 Z=0.147, p=.929, Z=3.882, p=.144, Z=0.192, p=.826).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 보행 중 왼쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전보다 후에 clamhell exercise 집단의 왼쪽 MT 구간, side lying bridging 집단의 왼쪽 HM과 MT 구간, side lying hip abduction 집단의 왼쪽 HM 구간 에서 유의하게 감소하였고(각각 Z=-2.347, p=.043, Z=-1.778, p=.045, Z=-2.934, p=.003, Z=-2.134, p=.033), 운동프로그램 적용에 따른 집단 간 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

표 12. 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 왼쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이

단위:%MVIC

Phase	Group	Apply Exercise Program		Within group	Time * Group
		Pre	Post		
HM	CL[a] (*n*=10)	25.67±9.15	19.98±19.46	*t*=-1.091 *p*=.304	-
	SB[b] (*n*=11)	30.77±9.34	20.70±13.41	*Z*=-1.778 *p*=.045	
	HA[c] (*n*=11)	24.33±15.62	18.91±9.37	*Z*=-2.134 *p*=.033	
	Between group	*Z*=0.446 *p*=.800	*Z*=0.147 *p*=.929		
	Post-hoc	-	-		
MT	CL[a] (*n*=10)	14.84±6.18	8.74±6.52	*Z*=-2.347 *p*=.043	-
	SB[b] (*n*=11)	15.24±7.18	7.65±5.57	*Z*=-2.934 *p*=.003	
	HA[c] (*n*=11)	10.10±6.49	7.32±4.00	*t*=1.788 *p*=.104	
	Between group	*Z*=3.882 *p*=.144	*F*=0.192 *p*=.826		
	Post-hoc	-	-		

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction
HM : heel strike ~ midstance
MT : midstance ~ toe off

2) 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이

<표 13> 은 6주간 중간볼기근 강화 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이를 확인한 결과이다. 운동프로그램 적용 전후 보행 중 집단 간 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이 검증을 위해 일원 분산분석(one-way ANOVA) 또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 후에는 집단 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았으나(각각 F=1.858, p=.174, F=1.645, p=.210), 운동프로그램 적용 전 중간볼기근 근활성도가 오른쪽 HM 구간에서 clamshell exercise 집단(15.73±5.04%MVIC)과 side ying bridging 집단(15.35±8.90%MVIC)이 side lying hip abduction 집단(8.50±4.34%MVIC)보다 큰 것으로 확인되었다(Z=8.820, p=.012).

운동프로그램 적용 전후 집단 내 보행 중 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이를 확인하기 위해 반복측정 분산분석(RMANOVA)또는 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과, 운동프로그램 적용 전보다 후에 clamhell exercise 집단의 오른쪽 HM 구간과 오른쪽 MT 구간, side lying bridging 집단의 오른쪽 HM과 MT 구간에서 유의하게 감소하였고(각각 t=-3.288, p=.009, t=5.974, p=.001, Z=-2.490, p=.013, t=2.829, p=.018), 운동프로그램 적용에 따른 집단 간 상호작용 효과는 오른쪽 MT 구간에서 확인되었다(F=5.096, p=.013).

표 13. 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이

단위:%MVIC

Phase	Group	Apply Exercise Program		Within group	Time * Group
		Pre	Post		
HM	CL[a] (*n*=10)	32.17±15.94	12.91±9.28	*t*=3.288 *p*=.009	-
	SB[b] (*n*=11)	32.06±19.37	18.19±11.13	*Z*=-2.490 *p*=.013	
	HA[c] (*n*=11)	21.46±12.31	20.98±8.42	*t*=0.115 *p*=.910	
	Between group	*Z*=3.593 *p*=.166	*F*=1.858 *p*=.174		
	Post-hoc	-	-		
MT	CL[a] (*n*=10)	15.73±5.04	6.41±4.68	*t*=-5.974 *p*=.001	
	SB[b] (*n*=11)	15.35±8.90	7.51±4.57	*t*=2.829 *p*=.018	*F*=5.096 *p*=.013
	HA[c] (*n*=11)	8.50±4.34	8.39±4.53	*t*=0.057 *p*=.956	
	Between group	*F*=8.820 *p*=.012	*F*=1.645 *p*=.210		
	Post-hoc	c<a,b	-		

CL:Clamshell exercise, SB:Side lying bridging, HA:Side lying hip abduction
HM : heel strike ~ midstance
MT : midstance ~ toe off

그림 14. 보행 중 MT구간 오른쪽 디딤발 시점에서 동측 중간볼기근 근활성도 차이

V.논의

본 연구는 건강한 20대 성인남녀 32명을 대상으로 중간볼기근 강화를 위한 대표적인 운동인 side lying hip abduction, clamshell exercise, side lying bridging운동을 포함한 운동프로그램을 6주간 적용하여, 프로그램 적용 전후의 동적 하지정렬과 중간볼기근 근력 및 보행 중 중간볼기근 근활성도에 차이가 있는지 알아보고자 하였다. 그 결과, 한 다리 스쿼트 동안 side lying hip abduction 집단에서만 디딤발 동측 하지의 엉덩관절에서 운동프로그램 적용 전보다 적용 후의 폄각도가 유의하게 증가하였고, 엉덩관절 벌림각도 또한 side lying hip abduction 집단에서만 왼쪽을 디딤발로 하였을 때 동측의 벌림각도가 운동프로그램 적용 전보다 유의하게 증가하였으며, 중간볼기근 근력은 side lying hip abduction, clamshell exercise, side lying bridging 집단 모두 운동프로그램 적용 전보다 후에 유의하게 증가하였다. 중간볼기근 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 디딤는 발의 동측 중간볼기근의 근활성도 차이는 중간볼기근 운동프로그램 적용 후에 중간볼기근 근활성도가 clamhell exercise 집단의 오른쪽 HM 구간과 양쪽 MT 구간, side lying bridging 집단의 양쪽 HM과 MT 구간, side lying hip abduction 집단의 왼쪽 MT 구간에서 유의하게 감소하였다.

한 다리 스쿼트 검사는 신경근을 조절하는 평가로 양측의 대칭 그리고 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 안정성과 기능적인 가동성을 평가하는데 사용되며(Butler et al., 2010), 골반 비대칭이나 밖굽이무릎 등을 포함한 운동 사슬과 관련한 움직임 평가의 지표로 적용될 수 있다고 하였다(Livengood et al., 2004). 청소년 야구선수를 대상으로 한 다리 스쿼트 동안 엉덩관절의 굽힘을 확인한 선행연구에서 엉덩이 근육 복합체의 안정성

을 가진 대상자가 안정성이 약한 대상자들 보다 한 다리 스쿼트 동안 엉덩관절 폄이 크게 나타난다고 보고하였으며(Friesen, Shaw, Shannon, Dugas, andrews & Oliver, 2021), 본 연구 결과 또한 중간볼기근 강화 운동 중 side lying hip abduction 운동을 적용한 집단이 다른 두 집단에 비해 운동프로그램 적용 전보다 후에서 엉덩관절 폄이 유의하게 증가하는 결과를 확인할 수 있었다. 이는 표면 근전도 검사를 통해 12개의 중간볼기근 운동 중 side lying hip abduction 운동이 중간볼기근을 강화하는데 가장 효과적이라는 선행연구와 관련이 있다고 생각되며(Distefano et al., 2009), 한 다리 스쿼트 동안 골반의 후방경사와 엉덩관절 폄 운동 패턴을 수행하는 중간볼기근이 포함된 후방 사슬 근육인 엉덩이 근육 무리의 강화가 몸통 굽힘의 보상작용을 줄인 것으로 보여진다(Friesen et al., 2021).

Q-각의 증가는 하지의 과도한 움직임에 기여할 수 있다고 언급하며, 엉덩관절 모음과 정강뼈 안쪽 돌림을 증가시켜 무릎뼈의 활주를 변경시키고 무릎 통증을 유발할 수 있다고 하였고(Heiderscheit, Hamill & Emmerik, 1999), 중간볼기근 강화는 Dynamic Q-angle에 긍정적 영향을 미친다고 하였다(Huberti & Hayes, 1984). 반대로 일반 대학생을 대상으로 중간볼기근 약화를 가진 내재적 PFPS 집단과 건강한 대조집단을 나누어 Dynamic Q-angle을 평가한 선행연구에서는 두 집단 간 Dynamic Q-angle의 유의한 차이를 나타내지 않았다고 보고하였고(Kwon & Lee, 2014), 본 연구 결과 또한 3가지 중간볼기근 운동프로그램 모두 적용 전과 후에 Dynamic Q-angle에 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이러한 결과는 한 다리 스쿼트 동안 Dynamic Q-angle 측정 시 영향을 미치는 골반의 움직임과 넙다리뼈 그리고 정강뼈의 회전 정렬의 영향으로 인해 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 생각된다(Shultz, Carcia, Gansneder & Perrin, 2006).

PFPS를 가진 대상자들 사이에서 가장 일관되게 발표되는 결과 중 하나는 중간볼기근 약화이며(Prins & Van, 2009), 엉덩관절 모음은 PFPS의 원인과 악화에 기여하는 것으로 보고되었고, PFPS를 가진 대상자는 건강한 대조집단보다 더 큰 엉덩관절 모음을 나타낸다고 하였다(Mascal, Landel & Powers, 2003). PFPS를 가진 대상자와 건강한 대상자의 한 다리 스쿼트 동안 엉덩관절 벌림을 확인한 선행연구에서 건강한 대상자가 PFPS를 가진 대상자 보다 더 큰 엉덩관절 벌림을 보였으며(Nakagawa, Moriya, Maciel & Srrao, 2012), 본 연구 결과 또한 왼쪽 한 다리 스쿼트 동안 side lying hip abduction 집단의 동측 다리에서 운동프로그램 적용 전보다 후에서 엉덩관절 벌림이 유의하게 증가하고, 오른쪽 한 다리 스쿼트 동안 side lying hip abduction 집단의 동측 다리 또한 유의하지 않지만 엉덩관절 벌림이 증가하는 양상을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 원거리 달리기 선수를 대상으로 표면 근전도 검사를 통해 엉덩관절 벌림 운동 중 side lying hip abduction 운동이 중간볼기근을 강화하는데 가장 효과적이라는 선행연구와 관련이 있다고 생각되며(Beth et al., 2012), 중간볼기근 강화가 한 다리 스쿼트 동안 엉덩관절이 안쪽 방향으로 무너지는 보상작용을 줄인 것으로 보여진다(Graci., 2012).

엉덩관절 벌림근 근력은 골반과 몸통 및 하지의 균형을 유지하는데 중요한 요인이며, 엉덩관절 벌림근 근력의 약화는 무릎관절의 밖굽이와 정강뼈의 가쪽 돌림을 증가시켜 무릎 부상의 위험도를 증가시킨다고 보고되고 있다(Distefano et al., 2009). 건강한 대상자에게 중간볼기근 근력강화 프로그램을 6주간 적용하여 동력계로 중간볼기근 근력을 평가한 선행연구에서 중간볼기근 근력이 운동프로그램 적용 전보다 후에 증가하였다고 보고하였고(Leavey, 2006), 본 연구 결과 또한 3가지 운동프로그램 모두 적용 전보다 후에서 유의하게 증가한 중간볼기근의 강도를 확인할 수 있었는데, 이

러한 결과는 Fukuda 등(2010), Selkowitz 등(2013), Park 등(2019)연구 결과와 같이 세 가지 운동 모두 중간볼기근 근력을 강화하는 데에 도움을 주었다고 판단할 수 있다.

인간의 엉덩관절은 정상적인 보행 시 체중의 최대 4 ~ 5 배의 힘을 견디며(Bergmann et al., 1993), 그중 중간볼기근은 주요 엉덩관절 벌림근으로 근육의 상당 부분은 보행 중에 골반과 다리를 안정시키기 위해 작용한다(Gottschalk et al., 1989). 그러나 시간이 지남에 따라 부상과 구조적 약화에 민감하게 작용하며, 이를 예방하기 위한 보행 중 엉덩관절 부하에 대한 중간볼기근의 기여는 중요하다고 하였다(Bergmann et al., 1993). 선행연구에서 넙다리뼈큰돌기통증증후군을 가진 대상자는 중간볼기근 약화가 나타난다고 하였고, 건강한 대상자와 넙다리뼈큰돌기통증증후군을 가진 대상자의 중간볼기근 근력과 보행 동안 중간볼기근 표면 근활성도를 비교한 결과 건강한 대상자에서 중간볼기근 근력이 높게 나타났고, 중간볼기근 근활성도는 낮게 나타났다고 보고하였다(Ganderton et al., 2017). 본 연구에서는 운동프로그램 적용 전보다 후에 중간볼기근 근활성도가 clamhell exercise 집단의 오른쪽 HM 구간과 양쪽 MT 구간, side lying bridging 집단의 양쪽 HM과 MT 구간, side lying hip abduction 집단의 왼쪽 MT 구간에서 유의하게 감소하였고, clamhell exercise 집단의 왼쪽 HM 구간과, side lying hip abduction 집단의 오른쪽 HM 구간, 양쪽 MT 구간에서는 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 중간볼기근 강화가 근육의 근전도 진폭이 낮은 보행에서 더 작은 운동단위 모집으로 더 큰 기능작업이 가능하게 하고, 이로 인해 중간볼기근의 근력이 증가 함에 따라 보행 중 신경근이 과도한 활동을 할 필요성이 줄어들어 중간볼기근의 근활성도가 낮게 나타난다는 Ganderton 등(2017)의 연구와 관련 있을 것으로 생각된다. 또한 3가지 운동 중 side lying bridging 집단은 운동프로그램 적용 후 모든 구간

의 보행동안 중간볼기근 근활성도가 유의하게 감소하였고, 반면에 clam-shell exercise 집단 과 side lying hip abduction 집단은 유의하게 감소하거나 감소하는 경향을 나타내어 3가지 운동 모두 중간볼기근 강화에 효과가 있으나, side lying bridging 운동이 중간볼기근 강화에 보다 효과적이라는 Park 등(2019)의 연구 결과와 관련 있을 것으로 생각된다.

중간볼기근의 약화는 엉덩관절 안쪽돌림과 모음, 밖굽이무릎, 목말밑관절의 엎침을 유발한다. 이는 ITBFS, PFPS, 엉덩관절 통증, 앞십자인대손상, 그리고 무릎뼈관절염, 만성발목불안정성으로 이어질 수 있다. 이를 예방하고 컨디셔닝 할 수 있는 중간볼기근 강화를 위한 대표적인 세 가지 운동을 비교한 연구는 계속해서 이루어지고 있으나, 이러한 연구들은 횡단적 연구로만 진행되고 있고, 평가 또한 열린사슬운동 평가로만 이루어져 3가지 운동을 평가하는데 한계점이 있었다. 따라서 본연구는 중간볼기근 강화 운동을 6주간 적용하여 닫힌사슬과 열린사슬 모두에서 평가하고, 이를 토대로 종단적으로 중간볼기근 운동을 적용했을 때 효과적인 운동에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다. 하지만 본 연구는 대상을 건강한 20대로 국한하여 실제로 엉덩관절에 기능 이상을 가진 환자에게 적용하기에는 제한적이고, 운동 시간 외에 일상생활을 통제하지 못하였다. 추후 연구에서 이러한 한계점을 보완한 추가 연구가 진행된다면 보다 명확한 결과가 도출될 것이라 생각되며, 중간볼기근 강화를 위한 효과적인 정보로 제공될 것으로 생각된다.

Ⅵ. 결론 및 제언

본 연구는 건강한 20대를 대상으로 중간볼기근 운동인 Side lying hip abduction, Clamshell exercise, Sidelying bridging이 포함된 운동프로그램을 6주간 적용하여 동적 하지정렬과 중간볼기근 근력 및 보행 중 중간볼기근의 근활성도 변화를 확인함으로써 3가지 운동의 효과를 비교하고자 하였다. 이와 같은 목적을 달성하기 위해 B광역시에 거주 중인 건강한 20대 성인 32명(남자 21명, 여자 11명)을 선정하여 집단을 Side lying hip abduction 11명, Clamshell exercise 11명, Sidelying bridging 10명으로 무작위로 나누어 운동프로그램을 적용하였다. 운동프로그램 적용 전후 동적 하지정렬과 중간볼기근 근력 및 보행 중 중간볼기근의 근활성도 변화를 확인하였다. 동적하지정렬은 2차원 동작분석을 통해 디딤발의 동측엉덩관절에 대해 엉덩관절 벌림각도와 폄각도, Dynamic Q-angle 및 무릎관절 굽힘각도를 확인하였고, 중간볼기근의 근력은 디지털근력측정계를 사용하여 도수검사로 확인하였으며, 보행 중 중간볼기근의 근활성도는 EMG를 사용하여 디딤기 시 Heel strike부터 Mid-stance시점까지(HM구간)와 Mid-stance부터 Toe-off시점까지(MT 구간)의 근활성도를 확인하였다. 그 결론은 다음과 같다.

첫째, 운동프로그램 적용에 따른 한 다리 스쿼트 동안 하지정렬의 변화를 확인한 결과, side lying hip abduction 집단에서만 디딤발 동측하지의 엉덩관절에서 운동프로그램 적용 전보다 적용 후의 폄각도가 유의하게 증가하였고, 엉덩관절 벌림각도 또한 side lying hip abduction 집단에서만 왼

쪽을 디딤발로 하였을 때 동측의 벌림각도가 운동프로그램 적용 전보다 유의하게 증가하였다.

둘째, 운동프로그램 적용에 따른 중간볼기근 근력은 side lying hip abduction, clamshell exercise, side lying bridging 집단 모두 프로그램 적용 전보다 후에 유의하게 증가하였다.

셋째, 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 디딤는 다리의 동측 중간볼기근 근활성도 차이는 중간볼기근 운동프로그램 적용 후에 중간볼기근 근활성도가 clamhell exercise 집단의 오른쪽 HM 구간과 양쪽 MT 구간, side lying bridging 집단의 양쪽 HM과 MT 구간, side lying hip abduction 집단의 왼쪽 MT 구간에서 유의하게 감소하였다.

본 연구를 종합해 볼 때, 중간볼기근 근력강화에는 clamshell exercise, sidel ying bridging, side lying hip abduction운동 모두 효과적인 운동임을 확인할 수 있었으나, side lying hip abduction운동이 clamshell exercise와 side lying bridging운동에 비해 동적하지정렬에 대해 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각되며, side lying bridging운동은 보행을 위한 중간볼기근 강화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보여진다. 이러한 결과는 중간볼기근 강화에있어 clamshell exercise보다 side lying bridging, side lying hip abduction 운동이 효과적으로 보여진다.

본 연구에서는 엉덩관절을 둘러싸고 있는 여러 근육 중 중간볼기근의 작용만을 고려하여 넙다리근막긴장근, 허리네모근, 대둔근 등 다른 엉덩관절 근육들의 작용과 근육 동원순서를 고려하지 못하였고, 집단 간 동질성을 확보하기

위해 무작위 추출방법을 사용하여 인구통계학적 특성의 동질성은 확보하였지만, 운동 기능의 차이를 선별하는데 어려움이 있다. 향후 이러한 문제점들을 고려하여 추가적인 연구가 진행된다면, 하지 부상 예방 및 재활에서 중간볼기근 강화에 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

참고문헌

김대건, 강현주. (2017). 여대생과 노인여성의 족저압중심과 보행각도 및 보행시간의 차이 분석. **운동학 학술지, 19**(2), 61-67.

김태완, 공세진, 길세기. (2013). **근전도 분석: 이론 및 적용,** 서울: 한미의학.

임길병, 이홍재, 주성주, 채지원. (2004). 동적 근전도를 통한 퇴행성 슬관절염 환자의 보행 분석. **대한근전도전기진단의학회지, 6**(1), 45-51.

신승환 (2020). **중둔근 강화 운동 시 하지 분절의 수평 정렬 유무가 고관절 외전근의 근 활성도 및 근 동원 순서에 미치는 영향.** 고려대학교 석사 학위 논문

장필호, 신윤아, 홍상민. (2016). 건강한 성인남성의 큰볼기근 및 중간볼기근 강화운동에 대한 근전도 분석. **한국생활환경학회지, 23**(1), 130-140.

Park, S. J., Park, J. W., & Kwon, Y. (2019). Consideration of the Exercise position for Facilitating Gluteus Medius Maximally in Normal Adults. *The Journal of Korean Physical Therapy, 31*(1), 62-66.

Al-Hayani, A. (2009). *The functional anatomy of hip abductors. Folia morphologica, 68*(2), 98-103.

Almeida, S. A., Williams, K. M., Shaffer, R. A., & Brodine, S. K. (1999). *Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries and physical training. Medicine and Science in sports and Exercise, 31*(8), 1176-1182.

Anderson, G. S. (1991). *Iliotibial band friction syndrome. Aust J Sci*

Med Sport, 23(3), 81-3.

Bergmann, G., Graichen, F., & Rohlmann, A. (1993). *Hip joint loading during walking and running, measured in two patients. Journal of biomechanics, 26*(8), 969-990.

Bewyer, D. C., & Bewyer, K. J. (2003). Rationale for treatment of hip abductor pain syndrome. *The Iowa orthopaedic journal, 23*, 57.

Biedert, R. M., & Warnke, K. (2001). *Correlation between the Q angle and the patella position: a clinical and axial computed tomography evaluation. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 121*(6), 346-349.

Bolgla, L. A., & Boling, M. C. (2011). *An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: a systematic review of the literature from 2000 to 2010. International journal of sports physical therapy, 6*(2), 112.

Bolgla, L. A., Malone, T. R., Umberger, B. R., & Uhl, T. L. (2008). *Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. journal of orthopaedic & sports physical therapy, 38*(1), 12-18.

Bolgla, L. A., Malone, T. R., Umberger, B. R., & Uhl, T. L. (2011). *Comparison of hip and knee strength and neuromuscular activity in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. International journal of sports physical therapy, 6*(4), 285.

Boling, M., Padua, D., Marshall, S., Guskiewicz, K., Pyne, S., & Beutler, A. (2010). *Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. Scandinavian journal of medicine &*

science in sports, 20(5), 725-730.

Brosseau, L., Casimiro, L., Milne, S., Welch, V., Shea, B., Tugwell, P., & Wells, G. A. (2002). Deep transverse friction massage for treating tendinitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews,* (4).

Butler, R. J., Plisky, P. J., Southers, C., Scoma, C., & Kiesel, K. B. (2010). Biomechanical analysis of the different classifications of the Functional Movement Screen deep squat test. *Sports Biomechanics, 9*(4), 270-279.

Caviglia, H., Cambiaggi, G., Vattani, N., Landro, M. E., & Galatro, G. (2016). Lesion of the hip abductor mechanism. *SICOT-J*, 2.

Cichanowski, H. R., Schmitt, J. S., Johnson, R. J., & Neimuth, P. E. (2007). Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. *Medicine and science in sports and exercise, 39*(8), 1227.

Clark, J. M., & Haynor, D. R. (1987). Anatomy of the abductor muscles of the hip as studied by computed tomography. *The Journal of bone and joint surgery. American volume, 69*(7), 1021-1031.

Clark, M., & Lucett, S. (Eds.). (2010). NASM *essentials of corrective exercise training*. Lippincott Williams & Wilkins.

Crossley, K. M., Zhang, W. J., Schache, A. G., Bryant, A., & Cowan, S. M. (2011). Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function. *The American journal of sports medicine, 39*(4), 866-873.

DiMattia, M. A., Livengood, A. L., Uhl, T. L., Mattacola, C. G., & Malone, T. R. (2005). What are the validity of the sin-

gle-leg-squat test and its relationship to hip-abduction strength?. *Journal of Sport Rehabilitation, 14*(2), 108-123.

Dingenen, B., Malfait, B., Vanrenterghem, J., Verschueren, S. M., & Staes, F. F. (2014). The reliability and validity of the measurement of lateral trunk motion in two-dimensional video analysis during unipodal functional screening tests in elite female athletes. *Physical Therapy in Sport, 15*(2), 117-123.

Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., & Padua, D. A. (2009). Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *journal of orthopaedic & sports physical therapy, 39*(7), 532-540.

Dixit, S., Difiori, J. P., Burton, M., & Mines, B. (2007). Management of patellofemoral pain syndrome. *American family physician, 75*(2), 194-202.

Donohue, M. R., Ellis, S. M., Heinbaugh, E. M., Stephenson, M. L., Zhu, Q., & Dai, B. (2015). Differences and correlations in knee and hip mechanics during single-leg landing, single-leg squat, double-leg landing, and double-leg squat tasks. *Research in Sports Medicine, 23*(4), 394-411.

Dye, S. F. (2005). The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 436, 100-110.

Earl, J. E., & Hoch, A. Z. (2011). A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patello-femoral pain syndrome. *The American journal of sports medicine,*

39(1), 154-163.

Earl, J. E., Schmitz, R. J., & Arnold, B. L. (2001). Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *Journal of electromyography and kinesiology, 11*(6), 381-386.

Fairbank, J. C., Pynsent, P. B., van Poortvliet, J. A., & Phillips, H. (1984). Mechanical factors in the incidence of knee pain in adolescents and young adults. *British volume, 66*(5), 685-693.

Farrell, K. C., Reisinger, K. D., & Tillman, M. D. (2003). Force and repetition in cycling: possible implications for iliotibial band friction syndrome. *The Knee, 10*(1), 103-109.

Farrell, K. C., Reisinger, K. D., & Tillman, M. D. (2003). Force and repetition in cycling: possible implications for iliotibial band friction syndrome. *The Knee, 10*(1), 103-109.

Fearon, A. M., Scarvell, J. M., Neeman, T., Cook, J. L., Cormick, W., & Smith, P. N. (2013). Greater trochanteric pain syndrome: defining the clinical syndrome. *British journal of sports medicine, 47*(10), 649-653.

Ford, K. R., Myer, G. D., Toms, H. E., & Hewett, T. E. (2005). Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Med Sci Sports Exerc, 37*(1), 124-129.

Fredericson, M., Cookingham, C. L., Chaudhari, A. M., Dowdell, B. C., Oestreicher, N., & Sahrmann, S. A. (2000). Hip abductor weakness in distance runners with iliotibial band syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine, 10*(3), 169-175.

Fredericson, M., White, J. J., MacMahon, J. M., & Andriacchi, T. P. (2002). Quantitative analysis of the relative effectiveness of 3 iliotibial band stretches. *Archives of physical medicine and rehabilitation, 83*(5), 589-592.

Freedman, B. R., Brindle, T. J., & Sheehan, F. T. (2014). Re-evaluating the functional implications of the Q-angle and its relationship to in-vivo patellofemoral kinematics. *Clinical biomechanics, 29*(10), 1139-1145.

Friel, K., McLean, N., Myers, C., & Caceres, M. (2006). Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *Journal of athletic training, 41*(1), 74.

Friesen, K. B., Shaw, R. E., Shannon, D. M., Dugas, J. R., Andrews, J. R., & Oliver, G. D. (2021). Single-Leg Squat Compensations Are Associated With Softball Pitching Pathomechanics in Adolescent Softball Pitchers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 9*(3), 2325967121990920.

Fukuda, T. Y., Rossetto, F. M., Magalhães, E., Bryk, F. F., Garcia Lucareli, P. R., & de Almeida Carvalho, N. A. (2010). Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *journal of orthopaedic & sports physical therapy, 40*(11), 736-742.

Fulkerson, J. P., & Arendt, E. A. (2000). Anterior knee pain in females. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 372, 69-73.

Ganderton, C., Pizzari, T., Harle, T., Cook, J., & Semciw, A. (2017). A

comparison of gluteus medius, gluteus minimus and tensor facia latae muscle activation during gait in post-menopausal women with and without greater trochanteric pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 33*, 39-47.

Gogu, S., & Gandbhir, V. N. (2020). Trendelenburg Sign. *StatPearls* [Internet].

Gottschalk, F. R. A. N. K., Kourosh, S. O. H. R. A. B., & Leveau, B. (1989). The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *Journal of anatomy*, 166, 179.

Graci, V., Van Dillen, L. R., & Salsich, G. B. (2012). Gender differences in trunk, pelvis and lower limb kinematics during a single leg squat. *Gait & posture, 36*(3), 461-466.

Granat, M. H., Maxwell, D. J., Ferguson, A. C., Lees, K. R., & Barbenet, J. C. (1996). Peroneal stimulator: evaluation for the correction of spastic drop foot in hemiplegia. *Archives of physical medicine and rehabilitation, 77*(1), 19-24.

Heiderscheit, B. C., Hamill, J., & Van Emmerik, R. E. (1999). Q-angle influences on the variability of lower extremity coordination during running. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 31*(9), 1313-1319.

Herrington, L. (2014). Knee valgus angle during single leg squat and landing in patellofemoral pain patients and controls. *The Knee, 21*(2), 514-517.

Herrington, L. (2014). Knee valgus angle during single leg squat and landing in patellofemoral pain patients and controls. *The Knee,*

21(2), 514-517.

Hinman, R. S., Hunt, M. A., Creaby, M. W., Wrigley, T. V., McManus, F. J., & Bennell, K. L. (2010). Hip muscle weakness in individuals with medial knee osteoarthritis. *Arthritis care & research, 62*(8), 1190-1193.

Hollman, J. H., Ginos, B. E., Kozuchowski, J., Vaughn, A. S., Krause, D. A., & Youdas, J. W. (2009). Relationships between knee valgus, hip-muscle strength, and hip-muscle recruitment during a single-limb step-down. *Journal of sport rehabilitation, 18*(1), 104-117.

Holmes, J. C., Pruitt, A. L., & Whalen, N. J. (1993). Iliotibial band syndrome in cyclists. *The American journal of sports medicine, 21*(3), 419-424.

Huberti, H. H., & Hayes, W. C. (1984). Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. The Journal of bone and joint surgery. *American volume, 66*(5), 715-724.

Ireland, M. L., Bolgla, L. A., & Noehren, B. (2018). *Gender differences in core strength and lower extremity function during static and dynamic single-leg squat tests. In ACL Injuries in the Female Athlete* (pp. 239-257). Springer, Berlin, Heidelberg

Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., & Davis, I. M. (2003). Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 33*(11), 671-676.

Jefferson, R. J., & Whittle, M. W. (1990). Performance of three walking orthoses for the paralysed: a case study using gait analysis. *Prosthetics and orthotics international, 14*(3), 103-110.

Kirk, K. L., Kuklo, T., & Klemme, W. (2000). Iliotibial band friction *syndrome. Orthopedics, 23*(11), 1209-1215.

Kwon, O., Yun, M., & Lee, W. (2014). Correlation between intrinsic patellofemoral pain syndrome in young adults and lower extremity biomechanics. *Journal of physical therapy science, 26*(7), 961-964.

Leavey, V. J. (2006). *The comparative effects of a six-week balance training program, gluteus medius strength training program, and combined balance training/gluteus medius strength training program on dynamic postural control.* Unpublished Doctoral Dissertation. University of West Virginia. USA.

Lee, J. H., Cynn, H. S., Kwon, O. Y., Yi, C. H., Yoon, T. L., Choi, W. J., & Choi, S. A. (2014). Different hip rotations influence hip abductor muscles activity during isometric side-lying hip abduction in subjects with gluteus medius weakness. *Journal of electromyography and kinesiology, 24*(2), 318-324.

Lee, J. W., Kim, Y. J., & Koo, H. M. (2015). Activation of the gluteus medius according to load during horizontal hip abduction in a one-leg stance. *Journal of physical therapy science, 27*(8), 2601-2603.

Lee, S. P., Souza, R. B., & Powers, C. M. (2012). The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. *Gait & posture, 36*(3), 425-429.

Levin, J. (2003). Run down: battling IT band syndrome in long distance runners. *Biomechanics, 1*, 22-5.

Liikavainio, T., Bragge, T., Hakkarainen, M., Karjalainen, P. A., &

Arokoski, J. P. (2010). Gait and muscle activation changes in men with knee osteoarthritis. *The Knee, 17*(1), 69-76.

Livengood, A. L., DiMattia, M. A., & Uhl, T. L. (2004). "Dynamic trendelenburg": Single-leg-squat test for gluteus medius strength. *International journal of athletic therapy and training, 9*(1), 24-25.

Marche Baldon, R., Nakagawa, T. H., Muniz, T. B., Amorim, C. F., Maciel, C. D., & Serrão, F. V. (2009). Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of athletic training, 44*(5), 490-496.

Marshall, G. (2004). Stance and gait. *Patient Care, 15*, 55-61.

Mascal, C. L., Landel, R., & Powers, C. (2003). Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 33*(11), 647-660.

McBeth, J. M., Earl-Boehm, J. E., Cobb, S. C., & Huddleston, W. E. (2012). Hip muscle activity during 3 side-lying hip-strengthening exercises in distance runners. *Journal of athletic training, 47*(1), 15-23.

McGill, S. (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength & Conditioning Journal, 32*(3), 33-46.

McNicol, K., Taunton, J. E., & Clement, D. B. (1981). Iliotibial tract friction syndrome in athletes. Canadian journal of applied sport sciences. *Journal canadien des sciences appliquees au sport, 6*(2), 76-80.

Mickelborough, J., Van Der Linden, M. L., Tallis, R. C., & Ennos, A. R. (2004). Muscle activity during gait initiation in normal elderly people. *Gait & posture, 19*(1), 50-57.

Nadeau, S., Gravel, D., Arsenault, A. B., & Bourbonnais, D. (1999). Plantarflexor weakness as a limiting factor of gait speed in stroke subjects and the compensating role of hip flexors. *Clinical biomechanics, 14*(2), 125-135.

Nakagawa, T. H., Moriya, É. T., Maciel, C. D., & Serrão, F. V. (2012). Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 42*(6), 491-501.

Nakagawa, T. H., Muniz, T. B., Baldon, R. D. M., Dias Maciel, C., de Menezes Reiff, R. B., & Serrão, F. V. (2008). The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clinical rehabilitation, 22*(12), 1051-1060.

Neumann, D. A., & Cook, T. M. (1985). Effect of load and carrying position on the electromyographic activity of the gluteus medius muscle during walking. *Physical therapy, 65*(3), 305-311.

Nguyen, A. D., Boling, M. C., Levine, B., & Shultz, S. J. (2009). Relationships between lower extremity alignment and the quadriceps angle. Clinical journal of sport medicine: *official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine, 19*(3), 201.

Orava, S. (1978). Iliotibial tract friction syndrome in athletes--an un-

common exertion syndrome on the lateral side of the knee. *British Journal of Sports Medicine, 12*(2), 69-73.

Padua, D. A., Marshall, S. W., Beutler, A. I., DeMaio, M., Boden, B. P., Yu, B., & Garrett, W. E. (2005). Predictors Of Knee Valgus Angle During A Jump-landing Task: 2049 Board# 188 3: 30 PM - 5: 00 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37*(5), S398.

Park, E. C., Kim, S. G., & Lee, C. W. (2015). The effects of virtual reality game exercise on balance and gait of the elderly. *Journal of physical therapy science, 27*(4), 1157-1159.

Perrott, M. A., Pizzari, T., Opar, M. S., & Cook, J. (2019). Athletes with a clinical rating of good and poor lumbopelvic stability have different kinematic variables during single leg squat and dip test. *Physiotherapy theory and practice, 1*-10.

Petrofsky, J. S. (2001). Microprocessor-based gait analysis system to retrain Trendelenburg gait. *Medical and Biological Engineering and Computing, 39*(1), 140-143.

Presswood, L., Cronin, J., Keogh, J. W., & Whatman, C. (2008). Gluteus medius: Applied anatomy, dysfunction, assessment, and progressive strengthening. *Strength & Conditioning Journal, 30*(5), 41-53.

Prins, M. R., & Van der Wurff, P. (2009). Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Australian journal of physiotherapy, 55*(1), 9-15.

Puniello, M. S. (1993). Iliotibial band tightness and medial patellar glide in patients with patellofemoral dysfunction. *Journal of Orthopaedic*

& Sports Physical Therapy, 17(3), 144-148.

Räisänen, A., Pasanen, K., Krosshaug, T., Avela, J., Perttunen, J., & Parkkari, J. (2016). Single-Leg squat as a tool to evaluate young athletes' frontal plane knee control. *Clinical Journal of Sport Medicine, 26*(6), 478-482.

Selkowitz, D. M., Beneck, G. J., & Powers, C. M. (2013). Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. *journal of orthopaedic & sports physical therapy, 43*(2), 54-64.

Semciw, A. I., Green, R. A., Murley, G. S., & Pizzari, T. (2014). Gluteus minimus: an intramuscular EMG investigation of anterior and posterior segments during gait. *Gait & posture, 39*(2), 822-826.

Shultz, S. J., Carcia, C. R., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2006). The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight-bearing perturbation. *Journal of athletic training, 41*(3), 251.

Souza, R. B., & Powers, C. M. (2009). Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy, 39*(1), 12-19.

Stastny, P., Tufano, J. J., Golas, A., & Petr, M. (2016). Strengthening the gluteus medius using various bodyweight and resistance exercises. *Strength and conditioning journal, 38*(3), 91.

Stergiou, P., Nigg, B. M., Wiley, P. J., & Mohtadi, N. G. (1996). Tibial

rotation, Q-angle and its association to PFPS in runners. In Proceedings, Ninth Biennial conference, Canadian Society for Biomechanics, Vancouver, BC. *Vancouver, British Columbia*: Burnaby (pp. 138-139).

Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R., & Zumbo, B. D. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British journal of sports medicine, 36*(2), 95-101.

Tevald, M. A., Murray, A., Luc, B. A., Lai, K., Sohn, D., & Pietrosimone, B. (2016). Hip abductor strength in people with knee osteoarthritis: a cross-sectional study of reliability and association with function. *The Knee, 23*(1), 57-62.

Thomee, R., Renström, P., Karlsson, J., & Grimby, G. (1995). Patellofemoral pain syndrome in young women: I. A clinical analysis of alignment, pain parameters, common symptoms and functional activity level. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 5*(4), 237-244.

Tomas, S., Karim, C., Carlo, C., & Ulrik, W. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Med, 35*(6), 501-36.

Waryasz, G. R., & McDermott, A. Y. (2008). Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dynamic medicine, 7*(1), 1-14.

Widler, K. S., Glatthorn, J. F., Bizzini, M., Impellizzeri, F. M., Munzinger, U., Leunig, M., & Maffiuletti, N. A. (2009). Assessment of hip abductor muscle strength. A validity and reli-

ability study. *JBJS, 91*(11), 2666-2672.

Wu, C. C., & Shih, C. H. (2004). The influence of iliotibial tract on patellar tracking.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

국문 초록

중간볼기근 근력강화 운동프로그램이 한 다리 스쿼트와 보행 시 근활성도에 미치는 영향

체육학전공 임 나 단
지도교수 김 태 규

본 연구의 목적은 건강한 20대 성인을 대상으로 3가지 각자 다른 중간볼기근 운동인 clamshell exercise, side lying bridging, side lying hip abduction이 포함된 운동프로그램을 적용하여 동적 하지정렬과 중간볼기근 근력 및 보행 중 중간볼기근의 근활성도 변화를 확인함으로써 3가지 운동의 효과를 비교하고자 하였다. B광역시에 거주 중인 건강한 20대 성인 32명(남자 21명, 여자 11명)을 대상으로, clamshell exercise 집단(n=11)과 side lying bridging 집단(n=11) 및 side lying hip abduction 집단(n=10)으로 무작위로 나누었다. 각 운동프로그램을 6주 동안 적용하여 운동프로그램 적용 전후 동적 하지정렬과 중간볼기근 근력 및 보행 중 중간볼기근의 근활성도 변화를 확인하였다. 동적하지정렬은 2차원 동작분석을 통해 디딤발의 동측엉덩관절에 대해 엉덩관절 벌림각도와 폄각도, Dynamic Q-angle 및 무릎관절 굽힘각도를 확인하였고, 중간볼기근의 근력은 디지털근력측정계를 사용하여 도수검사로 확인하였으며, 보행 중 중간볼기근의 근활성도는 EMG를 사용하여 디딤기 시 Heel strike부터 Mid-stance시점까지(HM구간)와 Mid-stance부터 Toe-off시점까지(MT 구간)의 근활성도를 확인하였다.

그 결과는 다음과 같다.

1. 운동프로그램 적용에 따른 한 다리 스쿼트 동안 하지정렬의 변화를 확인한 결과, side lying hip abduction 집단에서만 디딤발 동측하지의 엉덩관절에서 운동프로그램 적용 전보다 적용 후의 폄각도가 유의하게 증가하였고, 엉덩관절 벌림각도 또한 side lying hip abduction 집단에서만 왼쪽을 디딤발로 하였을 때 동측의 벌림각도가 운동프로그램 적용 전보다 유의하게 증가하였다.

2. 운동프로그램 적용에 따른 중간볼기근 근력은 clamshell exercise, side lying bridging, side lying hip abduction 집단 모두 운동프로그램 적용 전보다 후에 중간볼기근 근력이 유의하게 증가하였다.

3. 운동프로그램 적용에 따른 보행 중 디디는 다리의 동측 중간볼기근 근활성도 차이는 중간볼기근 운동프로그램 적용 전보다 후에 중간볼기근 근활성도가 clamhell exercise 집단의 오른쪽 HM 구간과 양쪽 MT 구간, side lying bridging 집단의 양쪽 HM과 MT 구간, side lying hip abduction 집단의 왼쪽 MT 구간에서 유의하게 감소하였다.

위와 같은 연구결과를 통해 side lying hip abduction운동이 clamshell exercise와 side lying bridging운동에 비해 동적하지정렬에 대해 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각되고, side lying bridging운동은 보행을 위한 중간볼기근 강화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보여진다. 이러한 결과는 하지의 재활 또는 부상예방을 위한 중간볼기근 강화 운동프로그램 설계에 유용한 정보로 제공될 수 있을 것으로 생각된다.

주요어: 중간볼기근, 한 다리 스쿼트, 보행, 근활성도, 하지정렬