



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

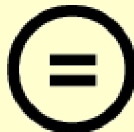
다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



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](#)

교육학석사 학위논문

스텝업 운동시 무릎넙다리 통증
증후군이 근활성도에 미치는 영향



체육교육전공

황일균

교육학석사 학위논문

스텝업 운동시 무릎넙다리 통증 증후군이 근활성도에 미치는 영향

지도교수 김 용 재

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함.

2013년 8월

부경대학교 교육대학원

체 육 교 육 전 공

황 일 균

황일균의 교육학석사 학위논문을 인준함.

2013년 8월 23 일

주 심 이 학 박 사 신 군 수 (인)

위 원 이 학 박 사 김 용 운 (인)

위 원 이 학 박 사 김 용 재 (인)

The effect of the patellofemoral pain syndrome on EMG activity during step up exercise

Il Gyun Hwang

*Graduate School of Education
Pukyong National University*

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to examine EMG activities and VMO/VL ratio of the vastus medialis oblique, and vastus lateralis during step up exercise according to ankle and knee positions in soccer players with patellofemoral pain syndrome.

Methods: Ten subject(patellofemoral pain syndrome, PFPS: n=8 and without PFPS, non PFPS; NPFPS: n=8)performed step up exercise at each knee and ankle position(knee flexion 30°, 60°, and 90°, ankle internal rotation 30°, neutral, and external rotation 30°) while EMG activity was collected. The EMG signals were expressed by the % maximal voluntary isometric contraction(%MVIC) values. Statistical analysis consisted of two way repeated measures analysis of variance with post hoc analysis.

Results: Main results were as follows: 1) EMG of VMO, and VL was tend to be lower in PFPS compared to NPFPS. 2) EMG of VMO and VL with knee flexion 60° was significantly higher the results with knee flexion 30°, and 90°. VMO and VL with ankle external rotation 30° was significantly higher the results with internal rotation 30° and neutral position.

conclusion: Considering the EMG activity was reduced due to the PFPS and that performing step up with knee flexion 60° with ankle external rotation 30° position may provide the most effective condition for patients with patellofemoral pain syndrome.

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구의 문제	3
4. 연구의 제한점	3
5. 용어의 정의	4
II. 이론적 배경	5
1. 무릎넘다리 통증증후군의 특성	5
2. 무릎넘다리 통증증후군의 치료	6
3. 스텝업 운동과 무릎넘다리 통증증후군	8
III. 연구방법	10
1. 연구대상	10
2. 실험참여자의 신체적 특장의 동질성 검증	11
3. 측정기구	12
4. 측정항목	12
5. 측정방법	13
6. 실험방법	15
7. 통계처리방법	17
IV. 연구결과	18

1. 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차	18
2. 스텝업시 무릎각도와 발목위치에 따른 근활성도 변화	19
3. 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비율	24
V. 논의	27
1. 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차	28
2. 스텝업시 무릎각도와 발목위치에 따른 근활성도 변화	29
3. 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비율	32
VI. 결론	35
참고문헌	36



표 목 차

표 1. 연구 대상자들의 신체적 특징	10
표 2. 조사대상자의 신체적 특징의 동질성 검증	11
표 3. 측정도구 및 용도	12
표 4. 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차	18
표 5. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 변화	20
표 6. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 변화의 세부검정 ..	21
표 7. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 비율(세부검정)	25



그 립 목 차

그림 1. 발목위치 확인 표시	16
그림 2. 무릎관절 측정자세	16
그림 3. 발목위치 측정자세	16
그림 4. 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차	19
그림 5. 안쪽빗넓은근의 근활성도	22
그림 6. 가쪽넓은근의 근활성도	23
그림 7. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 비율	25



I. 서 론

1. 연구의 필요성

무릎관절은 보행시 지면에 발생하는 충격에 항상 많은 압력을 받고 있기 때문에 일상생활이나 운동 중 손상의 위험이 높다. 무릎관절 손상은 스포츠, 여가 활동과 건강유지 목적으로 장거리 달리기, 등산 등을 하는 사람들에게 많이 발생한다(변용현, 이현희, 한상완, 2007). 무릎관절의 손상에는 많은 경우가 있으나 그중 가장 흔한 질환인 무릎넙다리 통증증후군은 일반적으로 무릎을 꿇을 때, 무릎이 구부러진 상태에서 오랫동안 앉아 있을 경우, 계단을 올라가는 동작시 무릎관절의 전방부에서 나타나는 통증으로 구분되는 상태를 총칭한다(Doucette, & Goble, 1992).

무릎넙다리 통증증후군(patellofemoral pain syndrome; PFPS)은 무릎뼈 안쪽과 무릎관절의 전방부에 통증을 유발시키는 가장 흔한 무릎관절 문제로 무릎넙다리 관절의 생역학적(biomechanics) 변화로 발생되며(Blond, & Hansen, 1998), 일상에서 흔히 볼 수 있는 질환으로 스포츠 클리닉을 방문한 무릎관절 환자의 33%가 무릎넙다리 통증증후군으로 진단 받았으며, 운동선수의 10-19%가 가지고 있는 일반적인 질환이다.(Taunton, Ryan, Clement, McKenzie 외 2명, 2002).

스포츠에 대한 대중들의 관심이 높아지면서 운동선수들에 대한 스포츠 경기력에 관한 연구와 더불어 운동선수들에게 가장 흔히 발생하는 손상에 관한 연구가 많이 진행되었다. 가장 많은 손상 부위는 무릎관절로 42.1%이며, 하지에서 발생하는 26개의 손상 가운데 무릎넙다리 통증증후군은 약

1000명중 331명으로 보고되었다(Taunton, Ryan, Clement, McKenzie 외 2명, 2002). 이처럼 국외에서는 다양한 연구가 보고 되었으나 국내에서는 무릎넓다리 통증증후군에 대한 근력과 근전도에 관련된 연구(변용현, 이현희, 한상완, 2007)가 있었고, 유원규(2004)등은 일반인을 대상으로 다양한 자세 변화를 통해 하지 근력에 대한 연구를 진행했으나 운동 선수들을 대상으로 한 연구는 거의 없다.

선행연구들을 보면 무릎넓다리 통증증후군은 여성이 남성에 비해 더 자주 발생하며 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 패턴의 차이가 나타난다.(Souza, & Gross, 1991). 이에 여성 또는 일반인을 대상으로 하는 연구들은 많이 있지만 남성, 특히 운동선수에 대한 연구는 부족한 실정이며 현재 단힌사슬운동에 초점이 맞추어져서 운동을 많이 하고 있으나 무릎넓다리 통증증후군이 있는 선수와 무릎넓다리 통증증후군이 없는 선수에 있어서 그 근활성도가 어떻게 나타나는지, 또한 단힌사슬운동 중에서도 운동 종류에 따른 세부적인 연구가 부족하다(박서이, 김정원, 노호성, 2008).

따라서, 본 연구에서는 무릎넓다리 통증증후군이 있는 남자 운동선수와 무릎넓다리 통증증후군이 없는 남자 운동선수를 대상으로 무릎넓다리 통증증후군 환자에게서 가장 통증을 많이 유발시키는 일상생활동작 중 하나이며 체중지지운동의 대표적인 운동 방법인 스텝업 운동을 김현희와 송창호(2010)가 스쿼트 운동시 정강뼈 돌림과 무릎각도에 변화를 주어 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 및 근활성비에 미치는 효과를 연구한 것을 참고하여 다양한 무릎관절 각도와 발목 위치의 변화를 통해 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도에 대해서 분석하고, 무릎넓다리 통증증후군의 효과적인 운동방법에 대한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다.

2. 연구의 목적

본 연구는 축구선수들을 대상으로 무릎넙다리 통증증후군이 스텝업 운동시 근활성도 변화에 관한 데이터자료를 수집하고, 무릎각도와 발목위치의 변화에 따른 근활성도 분석을 통해 운동선수들에게 올바른 스텝업 운동에 대한 기초적인 자료를 제공하고 무릎넙다리 통증증후군을 효과적으로 치료하는 프로그램을 개발하는데 중요한 자료를 제공하는데 있다.

3. 연구의 문제

본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 스텝업 운동시 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근 활성도의 차이를 밝힌다.
- 2) 스텝업 운동시 무릎관절각도와 발목위치의 변화에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도의 차이를 밝힌다.
- 3) 스텝업 운동시 무릎관절각도와 발목위치의 변화에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비율의 차이를 밝힌다.

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어서 다음과 같은 제한점을 두었다.

- 1) 연구에 참여한 대상자는 부산 P대학교 축구부 선수들로 제한한다.
- 2) 무릎넙다리 통증증후군의 판정은 이학적 검사로 제한한다.

5. 용어의 정의

- 1) 스텝업(step - up): 넓다리뒤근을 강하게 발달시키며 엉덩이 근육과 넓다리네갈래근도 함께 강화시키는 체중지지운동이다.(Ekstrom, Donatelli, & Carp, 2007).
- 2) 넓다리네갈래근 각(quadriceps angle; Q angle): 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)와 무릎뼈 중앙, 정강이 결절을 연결하는 각이다(한상완, 2003).
- 3) 무릎넓다리관절(patellofemoral joint): 무릎뼈(patella)와 넓다리뼈(femur)가 이루는 관절이다(한상완, 2003).
- 4) 넓다리네갈래근(Quadriceps): 무릎관절의 펴는근으로 작용하는 근육으로 넓다리곧은근(rectus femoris), 가쪽넓은근(vastus lateralis, VL), 안쪽넓은근(vastus medialis), 중간넓은근(vastus intermedius)으로 구성된 크고, 강한 근육이다(김현희, 송창호, 2010).
- 5) 안쪽빗넓은근(vastus medialis oblique, VMO): 안쪽넓은근 중 넓다리뼈와 50~55도의 각도를 이루며 무릎뼈에 부착되는 근육이다(김현희, 송창호, 2010).

II. 이론적 배경

1. 무릎넙다리 통증증후군의 특성

무릎넙다리관절은 근육에 의해 자유롭게 움직일 수 있는 윤활관절이며, 무릎뼈는 안정성을 유지하기 위해 주위의 결합조직에 의해 둘러싸여 있으며(LaBella, 2004), 무릎관절의 펌근으로 작용하는 넙다리네갈래근은 넙다리곧은근(rectus femoris), 안쪽넓은근(vastus medialis), 가쪽넓은근(vastus lateralis; VL), 중간넓은근(vastus intermedius)으로 구성된 크고, 강한 근육이다. 이 중 안쪽넓은근은 넙다리뼈와 50~55도의 각도를 이루며, 무릎뼈에 부착되는 안쪽빗넓은근(vastus medialis oblique; VMO)과 15~18도의 각도로 부착되는 안쪽긴넓은근(vastus medialis longus)으로 구성된다(김현희, 2011).

무릎넙다리 통증증후군의 원인으로는 구조적인 문제와 근육의 기능 장애에 인한 문제로 크게 두 가지로 나누어 질 수 있다. 구조적인 문제로는 하지 길이의 차이, 증가된 넙다리네갈래근 각(Q-angle), 목발밑 관절(subtalar joint)의 과도한 회외(supination), 넙다리뼈의 전경(anteversion), 정강뼈의 외회전(external rotation) 등이 있다(McGinth, Irrgang, & Pezzoulo, 2000). 근육의 기능 장애로는 무릎뼈를 안정화시키는 연부조직의 불균형, 특히 무릎뼈의 내측에서 작용하는 안쪽빗넓은근(vastus medialis oblique: VMO)과 내측지지띠(medial retinaculum)의 약화 또는 외측에서 작용하는 가쪽넓은근(vastus lateralis: VL)과 장경인대(iliotibial band: IT band), 외측지지띠(lateral retinaculum)의 뻣뻣함으로 인한 좌우

불균형 등이 있다. 이러한 불균형은 무릎뼈의 비정상적인 움직임을 일으키고 결국 무릎넙다리 통증증후군이 나타나게 되는 것이다(박서이, 김정원, 노호성, 2008).

2. 무릎넙다리 통증증후군의 치료

무릎넙다리 통증증후군은 무릎관절을 많이 사용하거나 무릎넙다리 관절의 신체역학적 변화로 인한 무릎뼈의 정상적인 위치의 변화된 움직임에 의해 발생하며, 가쪽넓은근(vastus lateralis, VL)과 안쪽빗넓은근(vastus medialis obliquus, VMO) 사이의 협응 감소가 기여요인으로 작용한다고 하였다(LaBella, 2004). 특히, 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근은 상호길항적인 작용을 통해 무릎뼈의 위치를 조절하는데 이는 무릎관절 기능의 역학적인 효율성 측면에서 매우 중요하게 고려되고 있다(Tang, Chen, Hsu, Chou 외 2명, 2001).

안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 불균형으로 인한 무릎뼈의 과도한 외측밀림이 무릎넙다리 통증증후군의 주요원인이라고 제시되었고, 많은 연구를 통해 무릎넙다리 통증증후군 환자들의 무릎뼈가 과도하게 외측으로 밀려나는 것이 증명되었다(Blond, & Hansen, 1998).

무릎넙다리 통증증후군을 가지고 있는 운동선수는 무릎넙다리 통증을 가지고 있지 않은 선수에 비해 전체적으로 낮은 근활성도(82.9~94.8%)를 나타낸다고 보고하였고(박사라, 이만균, 최순미, 2010), 정상인에서 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 비율은 일반적으로 약 1:1로 보고되고 있지만(Souza, & Gross, 1991), 무릎넙다리 통증증후군 환자에 대해서는 다양한 결과로 보고되어지고 있다. Powers(2000)는 무릎넙다리 통증증후군 환자

군과 정상군의 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 비율(VMO/VL)에 대한 연구에서 0.54와 0.85라고 보고하였다. 또한, 무릎넙다리 통증증후군 환자는 등척성 무릎 펴기 가쪽넓은근에 대한 안쪽넓은근의 표면근전도 진폭비가 정상인과 비교하여 낮았다고 보고하였다(Makhsous, Lin, Koh, Nuber, & Zhang, 2004).

일반성인과 무릎넙다리 통증증후군이 있는 환자를 대상으로 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 근활성 비를 조사한 결과 무릎넙다리 통증증후군이 있는 환자가 정상인보다 낮게 나타났다(Souza, & Gross, 1991; Tang, Chen, Hsu, Chou 외 2명, 2001). 그러므로 무릎넙다리 통증증후군을 위한 운동은 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화에 초점을 맞추어야 하며(유원규, 이충휘, 이현주, 2004), 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화는 무릎관절의 내측 안정성을 제고하여 무릎넙다리 관절의 정상적인 정렬을 유지시키므로 무릎뼈의 외측 이동으로 인해 통증이 있는 환자들의 물리치료에 필수적으로 적용되고 있다(Lam, & Ng, 2001).

무릎넙다리 통증증후군 환자의 치료를 위해 넙다리네갈래근의 등척성운동, 하지 직거상 운동, 특정 각도에서의 넙다리네갈래근의 등척성운동, 열린사슬운동(Open Kinetic Chain; OKC), 닫힌사슬운동(Closed Kinetic Chain; CKC) 등으로 치료를 하고 있다(박사라, 이만균, 최순미, 2010). 이중 열린사슬운동에서는 넙다리네갈래근의 힘이 증가함에 따라 무릎뼈와 넙다리뼈의 접촉면이 적어지기 때문에 전단력을 증가시키고, 전십자인대의 과긴장과 비기능적인 근동원 패턴(nonfunctional muscle recruitment patterns)을 유발시킨다고 하였다(유원규, 이충휘, 권오윤, 전해선, 2005). 이와 대조적으로 닫힌사슬운동은 무릎넙다리 관절의 압박력 증가와 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근의 협력수축으로 인해 전단력 발생이 적으며, 다관절 움직임에 의한 기능적인 근동원 패턴(functional recruitment

patterns)을 제공할 수 있다고 하였다(de Looze, Toussaint, van Dieen, & Kemper, 1993).

효과적인 안쪽빗넓은근의 선택적 강화방법에 대한 연구에서 Hanten과 Schulthies(1990)는 엉덩관절 모음시 안쪽빗넓은근의 근활성도가 증가한다고 보고하였다. 그들은 강한 엉덩관절 모음은 안쪽빗넓은근의 기시점을 안정스럽게 유지하여 주기 때문에 효과적인 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화를 위해서는 엉덩관절 모음과 함께 훈련시켜야 한다고 주장하였다.

3. 스텝업 운동과 무릎넓다리 통증증후군

계단보행은 삶의 질을 고려했을 때 매우 중요한 일상생활동작이며, 평지보행보다 어려운 움직임이다. 평지보행 시 신체는 중력 중심의 이동이 적으나 계단오르는 중력에 대항하여 신체를 들어올리는 것으로 관절가동범위, 근활성 패턴과 관절 모멘트에 변화를 일으킨다. 평지보행은 60도 정도의 무릎관절 굽힘으로 가능하지만, 계단보행은 90도 이상 굽힘이 요구되므로, 관절가동범위 증가에 따른 근활성 불균형이나 관절모멘트의 변화를 확인할 수 있는 유용한 일상생활동작이다(김현희, 2011).

무릎관절에 이상이 있는 환자가 정상인의 관절가동범위에서 높은 강도로 운동을 하게되면 견딜 수 없는 정도의 과도한 부하가 관절에 발생되어 부상이 악화될 우려가 있으며, 특히 하지 관절의 배열 상태가 올바르지 못한 상태에서 계단 오르기 운동을 지속하게 되면 하지관절에 과도한 부하가 발생되어지기 때문에 예상치 못한 결과가 나타날 수 있다(채원식, 2005)

하지 재활 운동으로 닫힌사슬운동(closed kinetic chain: CKC)이 많이 사용되어지고 있다. 닫힌사슬운동은 사지가 바닥에 고정되어서 움직이는 형

태를 말하는 것으로 주로 체중이 지지 되어서 움직이는 형태가 대부분이다. 예를 들면 leg press, squat, lunge, step up 등이 있다. 특히, 운동선수에게 있어서 몇 가지 특정 종목을 제외하고는 닫힌사슬운동적인 활동이 많기 때문에, 좀 더 기능적인 운동을 위해서는 닫힌사슬운동에 중점을 주어 실시하고 있다(박서이, 김정원, 노호성, 2008).

닫힌사슬운동은 무릎넙다리 통증증후군의 재활은 물론, 전방십자 인대의 강화 또는 수술 후 재활에서도 넙다리네갈래근을 강화시키고 근력의 불균형을 줄이기 위한 운동방법으로도 사용되고 있으며(Westfall, & Worrell, 1992), 닫힌사슬운동 중 런지(lunge)와 스텝 업(step-up)은 넙다리네갈래근의 신장성 운동방법의 하나로서 다른 운동 방법에 비하여 안쪽빗넓은근의 근활성도가 각각 77%와 85%로 높은 비율을 나타내고 있다(Ekstrom, Donatelli, & Carp, 2007).

박서이 등(2008)은 운동선수들을 대상으로 무릎넙다리 통증증후군이 있는 그룹과 일반그룹으로 나누어 스쿼트와 스텝 업/다운 동안 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도를 측정한 결과 무릎넙다리 통증증후군이 있는 그룹에서 안쪽빗넓은근의 근활성도는 스쿼트시 일반그룹에 비하여 낮은 경향을 보였고, 가쪽넓은근의 근활성도는 일반그룹에 비하여 높은 경향을 나타냈다. 스텝 업/다운시 무릎넙다리 통증증후군이 있는 그룹에서 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 모두 일반그룹보다 낮은 경향을 보였다. 그리고 스텝 업/다운이 스쿼트 보다 높은 근활성도를 나타내었다고 보고하였다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 B광역시에 소재하고 P대학교 축구부에 소속된 남자 축구선수 20명을 대상으로 이학적 검사를 통하여 무릎넙다리 통증증후군을 가진 운동선수 집단 8명과 무릎관절에 이상이 없는 집단 8명으로 선정하였다. 연구대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자들의 신체적 특징

대상(N)	나이(yrs)	신장(cm)	체중(kg)
무릎넙다리통증유(8)	21.00±1.07	180.56±3.84	72.99±3.89
무릎넙다리통증무(8)	21.38±1.41	178.83±4.80	64.68±19.36

2. 실험참여자의 신체적 특징의 동질성 검증

본 연구에서는 무릎넙다리 통증증후군 여부에 따른 근활성도를 알아보기 위한 것으로 참여대상자를 크게 통증증후군의 여부에 따라 구성하였다. 신체적 특징이 통증증후군에 영향을 주는지 알아보기 위해 대상자들의 신체적 특징에 대한 동질성 검증을 확인하였다. 따라서 실험에 참여하기 이전 두 집단의 신체적 특징에 대한 동질성을 독립표본 t-검정을 실시하여 확인하였으며 그 결과 <표 2>와 같이 연령, 신장, 체중 모두 유의수준 .05 이상으로 나타나 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉 두 집단의 연령, 신장, 체중의 특징은 거의 같은 수준인 것을 확인하였다.

따라서 본 연구의 조사대상자는 평균연령 약 21세로 약 180cm에 70kg의 체중을 갖는 것을 알 수 있다.

표 2. 조사대상자의 신체적 특징의 동질성 검증

	특성	N	평균	표준편차	t	p
연령	무릎넙다리 통증유	8	21.00	1.07	-.600	.558
	무릎넙다리 통증무	8	21.38	1.41		
	전체	16	21.19	1.22		
신장	무릎넙다리 통증유	8	180.56	3.84	.800	.437
	무릎넙다리 통증무	8	178.83	4.80		
	전체	16	179.69	4.29		
체중	무릎넙다리 통증유	8	72.99	3.89	1.190	.254
	무릎넙다리 통증무	8	64.68	19.36		
	전체	16	69.83	14.16		

3. 측정기구

본 연구에서 사용된 측정기구 및 용도는 <표 3>와 같다.

표 3. 측정도구 및 용도

측정기구	모델	제작회사	측정용도
EMG	Telenito 2400	noraxon USA, Inc.	근전도 분석
각도계	PVC	KaWe	각도 측정
컴퓨터	펜티엄IV	Dell	데이터 분석
신장계	BSM370	바이오스페이스	신장 측정

4. 측정 항목

본 연구에서는 스텝업 운동시 무릎넓다리 통증증후군 유·무에 따른 안쪽 빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도의 변화와 스텝업 운동시 무릎 각도와 발목 위치에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도의 변화를 알아보기 위하여 다음과 같이 측정항목을 선정하였다.

- 1) 무릎넓다리 통증증후군의 유·무에 따른 근활성도
- 2) 스텝업 운동시 무릎 각도와 발목 위치에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 변화

5. 측정 방법

1) 근전도 신호를 표준화 하는 방법

본 연구는 무릎넙다리 통증증후군을 이학적 검사를 통하여 판정하였고 대상자는 실험 전 연구의 목적과 실험 방법에 대하여 충분히 설명을 듣고 사전 동의를 얻어 실시하였다. 스텝업 운동시 무릎관절의 각도를 30°, 60°, 90°로 발목의 위치를 내전 30°, 중립, 외전 30°로 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도를 근전도로 측정하였다(박사라, 이만균, 최순미, 2010). 근전도 신호를 표준화하는 방법으로는 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)을 사용하여 표준화하는 %MVIC 방법과 특정 동작의 근수축을 기준 수축으로 표준화하는 %RVC(reference voluntary contraction, RVC) 방법이 있다(김현희, 송창호, 2010). 본 연구에서는 %MVIC 방법을 사용하여 스텝업 운동시 무릎관절 각도와 발목 위치에 따른 근전도 신호를 표준화하였다.

2) 무릎넙다리 통증증후군의 이학적 검사

안쪽빗넓은근(vastus medialis obliquus; VMO), 넙다리네갈래근(Quadriceps)의 위축을 확인하고, 발의 위치를 뒤쪽에서 보아 뒤꿈치의 외반(heel valgus)정도를 확인하였다. 목말밑관절의 외반은 정강뼈의 내회전을 유발시켜 넙다리네갈래근 각을 증가시키므로 무릎넙다리관절에 부담을 준다. 그리고 능동적 신전을 시켜 무릎뼈 마찰음(patellar crepitus) 및 잠김, 비정상적인 무릎뼈 주행(patellar tracking)을 조사하였다. 정상적인 무

릎뼈 주행은 무릎뼈가 대퇴구에 부드럽게 미끄러져 들어간다. 그리고 무릎 관절 마지막 신전시 대퇴구에서 무릎뼈가 빠져 나올 때 약간 외측으로 전위된다(minimal lateral displacement, J-sign). 마지막으로 피검사자 중 계단보행, 스쿼트, 무릎 꿇기 중에서 적어도 2개 이상 무릎 앞쪽에 통증이 있는 경우에 클라크검사(Clark's test, patellofemoral grinding test)와 원심성 스텝검사(Eccentric step test)를 실시하였다. 두 검사에서 적어도 한 개 이상 양성인 경우 무릎넙다리통증증후군으로 규정하였고(Nijs, Van, Van, 2006), 본 연구에서는 우측 하지가 우성인 경우만을 포함하였다.

클라크 검사는 피검사자는 바로 누운 자세에서, 검사자가 손을 무릎뼈 위에서 아래쪽으로 밀면서 고정하고 피검자에게 넙다리네갈래근을 수축하라고 시킨다. 이 동작을 실행할 때 통증을 느끼면 양성으로 판정한다(이제훈, 이완희, 2010). 원심성 스텝 검사 (Eccentric step test)는 피검사자는 맨발로 20cm높이의 계단에 서서 한 쪽 다리를 아주 천천히 바닥에 내려놓도록 한다. 이 동작을 수행할 때 원심성 수축을 하는 다리에 통증을 느끼면 양성으로 판정한다(Nijs, Van, & Van, 2006).

3) 근전도 측정

근전도 측정장비(Telemto 2400, USA)를 이용하여 스텝업을 하는 동안 VMO와 VL의 근전도를 측정하였다. 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 오류를 피하기 위해 전극을 부착하기 전에 전극을 부착할 부위에 제모를 한 후 알콜솜으로 깨끗이 닦아내었다. Ag/AgCl 전극을 사용했으며 전극은 VMO와 VL에 부착하였다. 전극은 변용현 등(2007)이 제시한 위치에 부착하였는데, 각 근육에 등척성 수축을 유도하여 가장 볼록한 부분에 전극을 부착하였다. VMO는 무릎뼈의 내측상부 가장자리(superomedial patellar

border)에서 약 상부 4 cm, 내측 3 cm, 무릎뼈 장축(long axis)에서 55° 위치에 부착하였다. VL 전극은 무릎뼈의 상부 가장자리(patellar superior border)에서 약 상부 10~15 cm, 외측 6 cm, 무릎뼈의 장축에서 15° 위치에 부착하였다. 근전도의 잡음을 최소화시키기 위해 전극의 채널 연결선을 테이프로 고정해 동작을 실시하는 동안 최대한 움직이지 않도록 고정시켰다.

6. 실험방법

측정 자세는 일반적으로 실시되어지는 넙다리 근육의 보강운동인 스텝업으로서, 측정에 앞서 모든 대상자는 스텝업 자세에 관하여 설명을 듣고 피로가 유발되지 않는 범위 내에서 2~3회 자세 연습을 하였다. 스텝업 운동 수행시 대상자의 상체 흔들림을 방지하기 위하여 시선은 정면에 고정하고 양손은 허리에 고정시킨 뒤 무릎의 관절 각도를 굴곡 30°, 60°, 90°에 놓고 발목위치의 변화를 주어 중립, 내전 30° 그리고 외전 30°에서 각각 3회씩 실시하도록 하면서 근전도를 측정하였다. 이 때 발목의 위치를 정확하게 하고 각 대상자 간의 오차를 줄이기 위하여 각도기로 각을 측정한 뒤 바닥 표면에 테이프를 부착하여 발가락의 중지가 테이프의 가운데 오도록 지시하였다. 스텝업 운동시 속도를 일정하게 유지하였으며, 스텝업 운동을 각 조건별로 3회 실시하였고, 각 측정마다 2분간의 휴식시간을 취하도록 하여 근피로를 최소화하였다. 각 조건별 3개의 자료는 그 평균값을 자료값으로 이용하였다.

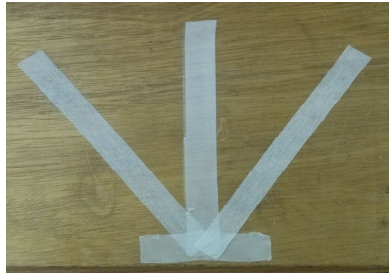


그림 1. 발목위치 확인 표시

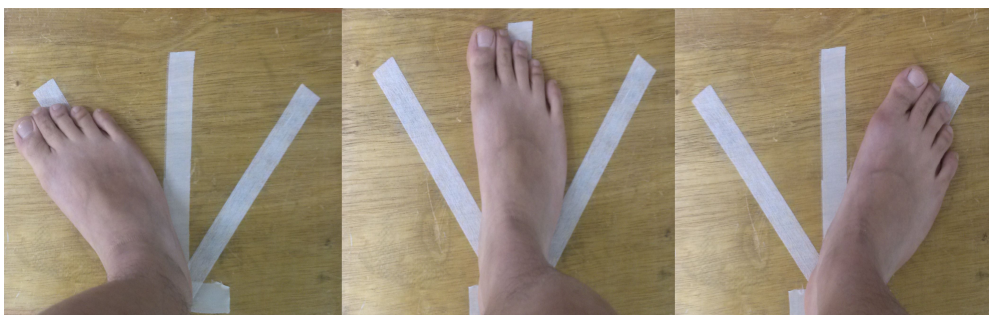


굴곡30°

굴곡60°

굴곡90°

그림 2. 무릎관절 측정자세



내전30°

중립

외전30°

그림 3. 발목위치 측정자세

7. 통계처리방법

참여자의 신체적 특징의 동질성을 확인하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 무릎관절 굴곡에 따라 무릎넓다리 통증증후군 여부와 발목의 위치가 안쪽넓은근(VMO)과 가쪽넓은근(VL)의 근활성도에 미치는 영향을 알아보기 위해 반복측정분산분석을 실시하였다. 그 결과 주효과 및 상호작용효과가 유의할 경우 좀 더 자세한 결과를 알아보기 위해 발목의 위치 내 집단(통증여부)간의 차이를 분석하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 집단(통증여부) 내 발목위치의 차이는 일원배치분산분석을 실시하여 Duncan 사후검정하였다.

본 연구의 분석은 모두 유의수준 $p < .05$ 에서 정하였으며, 통계처리는 SPSSWIN 18.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

IV. 연구결과

1. 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차

안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따라 근 활성도의 차이를 알아보기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였고 그 결과는 <표 4>, <그림 4>와 같다.

표 4. 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차 단위(%)

특성	무릎넓다리 통증유	무릎넓다리 통증무	평균차	t (p)
VMO	63.10±3.11	69.32±3.90	-6.21	-3.521**(.003)
VL	65.30±3.91	68.19±5.14	-2.90	-1.268(.225)
평균차	-2.19	1.13		
t(p)	-1.240(.235)	.494(.629)		

^{**}p< .01

VMO=Vastus Medialis Oblique(안쪽넓은근); VL=Vastus Lateralis(가쪽넓은근)

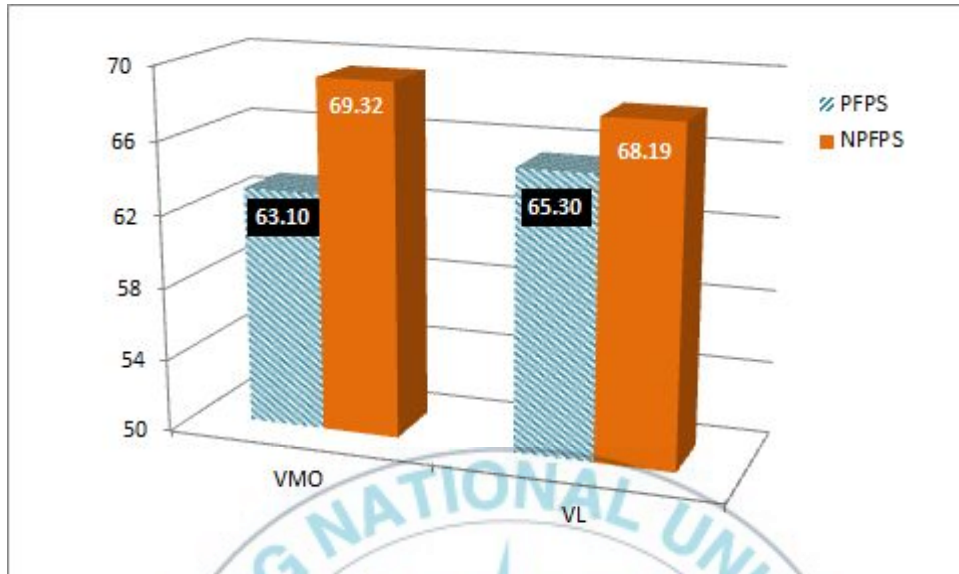


그림 4. 무릎넓다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차

안쪽빗넓은근에서 통증유무에 따른 근활성도의 차이를 보였다. 즉 안쪽빗넓은근은 무릎넓다리 통증증후군이 없는 집단이 69.32%로 통증이 있는 집단의 63.10%보다 6.21% 근활성도가 높게 나타나 집단 간 유의한 차이를 보였다($t=-3.521$, $p<.01$). 가쪽넓은근에서는 무릎넓다리 통증증후군이 없는 집단이 68.19%로 통증이 있는 집단의 65.30%보다 2.90% 근활성도가 높게 나타났으나, 집단 간 유의한 차이는 없었다.

2. 스텝업시 무릎각도와 발목위치에 따른 근활성도 변화

무릎각도 별 발목위치와 무릎넓다리 통증증후군 유무가 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근에 미치는 영향을 알아보기 위해 반복측정분산분석을 실시하였

으며, 그 결과 <표 5>와 같이 나타났다. 또한 유의한 결과를 보인 주효과와 상호작용에서는 좀 더 자세한 결과를 위해 독립표본 t-검정과, 일원배치분산분석의 Duncan사후검정은 <표 6>과 같다.

표 5. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 변화 단위(%)

근육	무릎각도	집단	내전	중립	외전	주효과 및 상호작용(p)	
VMO	30°	PFPS	59.84±5.61	64.12±7.25	73.97±1.99	통증유무	.076
						발목위치	.000***
		NPFPS	65.18±2.99	71.94±4.34	72.02±4.70	발목위치*	.026*
						통증유무	
	60°	PFPS	57.97±5.35	67.29±3.64	79.06±6.59	통증유무	.025*
						발목위치	.000***
VL	60°	NPFPS	67.57±6.23	75.18±3.41	75.41±4.93	발목위치*	.016*
						통증유무	
	90°	PFPS	49.51±4.16	53.68±4.98	62.50±7.37	통증유무	.013*
						발목위치	.000***
	90°	NPFPS	62.73±9.11	65.89±9.56	67.95±8.87	발목위치*	.002**
						통증유무	
VL	30°	PFPS	61.42±3.69	68.09±4.91	71.57±4.15	통증유무	.206
						발목위치	.000***
	30°	NPFPS	63.86±1.75	68.77±1.23	73.77±3.71	발목위치*	.626
						통증유무	
	60°	PFPS	60.59±5.30	67.74±3.95	79.33±7.66	통증유무	.862
						발목위치	.000***
VL	60°	NPFPS	63.56±5.14	72.59±4.77	72.71±5.05	발목위치*	.012*
						통증유무	
	90°	PFPS	54.80±7.25	57.36±7.49	66.75±9.97	통증유무	.203
						발목위치	.000***
	90°	NPFPS	62.82±10.94	67.74±13.69	67.89±10.87	발목위치*	.008**
						통증유무	

*p< .05, **p< .01, ***p< .001

VMO=Vastus Medialis Oblique(안쪽빗넓은근); VL=Vastus Lateralis(가쪽넓은근)

표 6. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 변화의 세부검정 단위(%)

근육	무릎각도	집단	내전	중립	외전
VMO	30°	PFPS	59.84±5.61 ^b	64.12±7.25 ^b	73.97±1.99 ^a
		NPFPS	65.18±2.99 ^b	71.94±4.34 ^a	72.02±4.70 ^a
		p ¹	.032*	.020*	.297
	60°	PFPS	57.97±5.35 ^c	67.29±3.64 ^b	79.06±6.59 ^a
		NPFPS	67.57±6.23 ^b	75.18±3.41 ^a	75.41±4.93 ^a
		p	.005**	.001**	.229
	90°	PFPS	49.51±4.16 ^b	53.68±4.98 ^b	62.50±7.37 ^a
		NPFPS	62.73±9.11	65.89±9.56	67.95±8.87
		p	.004**	.006**	.202
VL	30°	PFPS	61.42±3.69 ^b	68.09±4.91 ^a	71.57±4.15 ^a
		NPFPS	63.86±1.75 ^c	68.77±1.23 ^b	73.77±3.71 ^a
		p	.122	.712	.283
	60°	PFPS	60.59±5.30 ^c	67.74±3.95 ^b	79.33±7.66 ^a
		NPFPS	63.56±5.14 ^b	72.59±4.77 ^a	72.71±5.05 ^a
		p	.275	.044*	.060
	90°	PFPS	54.80±7.25 ^b	57.36±7.49 ^b	66.75±9.97 ^a
		NPFPS	62.82±10.94	67.74±13.69	67.89±10.87
		p	.106	.081	.830

*p< .05, **p< .01

a,b,c: 사후검정결과로 집단 내 발목위치에 따른 차이를 의미함

VMO=Vastus Medialis Oblique(안쪽빗넓은근); VL=Vastus Lateralis(가쪽넓은근)

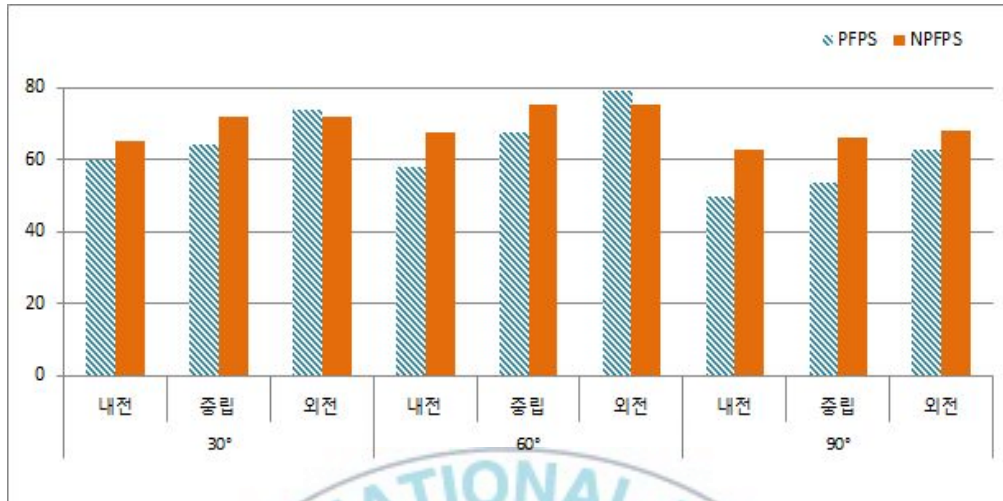


그림 5. 안쪽빗넓은근의 근활성도

안쪽빗넓은근의 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 무릎각도별 발목 위치를 측정 한 결과는 <그림 5>와 같다.

무릎각도가 30°일 때 발목위치에 따른 주효과($p < .001$)와 발목위치와 통증유무 집단 간 상호작용($p < .05$)에서 유의한 차이를 보였다. 따라서 좀 더 자세한 결과를 살펴보면 <표 6>와 같이 각 발목의 위치 중 내전 30°와 중립에서 각각 유의수준 .05미만으로 나타나 통증 여부에 따른 차이를 보였다. 즉 무릎각도 30°에서 발목이 내전 30°, 중립일 경우 통증이 없는 집단이 각각 65.18%, 71.84%로 통증이 있는 집단의 59.84%와 64.12% 보다 근활성도가 높게 나타났음을 알 수 있다.

무릎각도가 60°일 때 통증유무($p < .05$), 발목위치($p < .001$)에 따른 주효과 모두와 발목위치와 통증유무의 상호작용($p < .05$)에서 유의한 차이를 보였다. 따라서 좀 더 자세한 결과를 살펴보면 <표 6>와 같이 각 발목의 위치 별 집단의 차이에서는 내전 30°와 중립에서 각각 유의수준 .01미만으로 나타나 통증 여부에 따른 차이를 보였다.

무릎각도가 90°일 때 통증유무($p < .05$), 발목위치($p < .001$)에 따른 주효과와 발목위치와 통증유무의 상호작용($p < .01$) 모두에서 유의한 차이를 보여 <표 6>와 같이 좀 더 자세한 결과를 살펴보았다. 각 발목의 위치 별 집단의 차이에서는 무릎의 각도가 30°, 60°에서와 같이 내전 30°와 중립에서 각각 유의수준 .01미만으로 나타나 통증 여부에 따른 차이를 보였다.

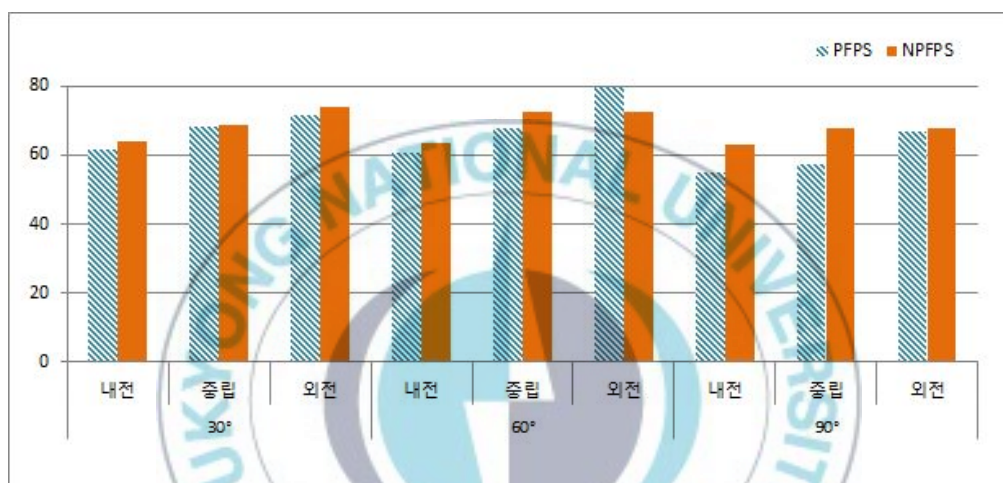


그림 6. 가쪽넓은근의 근활성도

가쪽넓은근의 무릎넓다리 통증증후군 유·무에 따른 무릎각도별 발목 위치를 측정 한 결과는 <그림 6>와 같다.

무릎각도가 30°일 때 발목위치에 따른 주효과($p < .001$)에서만 유의한 차이를 보였다. 좀 더 자세한 결과를 살펴보면 <표 6>와 같이 발목의 위치 각각에서는 통증여부에 따른 차이가 없었으며, 각 집단 내에서는 통증이 있는 경우 중립과 외전 30°에서 근활성도가 동일하게 높게 나타났고, 내전 30°에서 근활성도가 낮은 것으로 나타났다. 반면 통증이 없는 집단의 경우 외전 30°, 중립, 내전 30°의 순으로 발목의 위치에 따라 근활성도 수준이 뚜렷하게 다른 것으로 나타나 각 집단 내에서의 근활성도 차이를 보인 것

을 알 수 있었다.

무릎각도가 60°일 때 통증유무에 따른 주효과는 나타나지 않았고, 발목위치($p < .001$)의 주효과와 발목위치와 통증유무의 상호작용($p < .05$)에서 유의한 차이를 보였다. 좀 더 자세한 결과를 살펴보면 <표 6>와 같이 각 발목의 위치 별 집단의 차이에서는 중립에서만 집단 간 유의수준 .05미만으로 나타나 통증 여부에 따른 차이를 보였다.

무릎각도가 90°일 때 가쪽넓은근에서도 통증유무에 따른 주효과는 나타나지 않았고, 발목위치($p < .001$)의 주효과와 발목위치와 통증유무의 상호작용($p < .01$)에서 유의한 차이를 보였다. 좀 더 자세한 결과를 살펴보면 <표 6>와 같이 발목의 위치 각각에서는 통증여부에 따른 차이가 없었으며, 각 집단 내에서는 통증이 있는 경우 외전 30°가 근활성도가 가장 높게 나타났고, 중립과 내전 30°는 근활성도가 동일하게 낮은 것으로 나타났다. 반면 통증이 없는 집단은 모든 위치에서의 근활성도가 동일하게 나타나 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비율

무릎각도 별 발목위치와 통증증후군에 따른 안쪽넓은근/가쪽넓은근의 근활성비를 알아보기 위해 반복측정분산분석을 실시하였으며, 그 결과 <표7>과 같이 나타났다. 또한 유의한 결과를 보인 주효과와 상호작용에서는 좀 더 자세한 결과를 위해 독립표본 t-검정과, 일원배치분산분석의 Duncan사후검정을 실시하였다.

표 7. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 비율(세부검정)

근육	무릎 각도	집단	내전	중립	외전	주효과 및 상호작용(p)	
VMO/V _L	30°	PFPS	0.98±.09 ^{ab}	0.94±.09 ^b	1.04±.07 ^a	통증유무	0.313
						발목위치	0.790
		NPFPS	1.02±.06	1.05±.06	0.98±.09	발목위치*	0.002**
						통증유무	
		p ¹	0.228	0.016*	0.156		
	60°	PFPS	0.96±.10	0.99±.06	1.00±.08	통증유무	0.098
						발목위치	0.961
		NPFPS	1.07±.12	1.04±.06	1.04±.06	발목위치*	0.170
						통증유무	
		p	0.074	0.178	0.305		
	90°	PFPS	0.91±.12	0.94±.08	0.95±.11	통증유무	0.135
						발목위치	0.556
		NPFPS	1.01±.07	.99±.08	1.01±.06	발목위치*	0.300
						통증유무	
		p	0.080	0.316	0.198		

*p< .05, **p< .01

a,b,c: 사후검정결과로 집단 내 발목위치에 따른 차이를 의미함

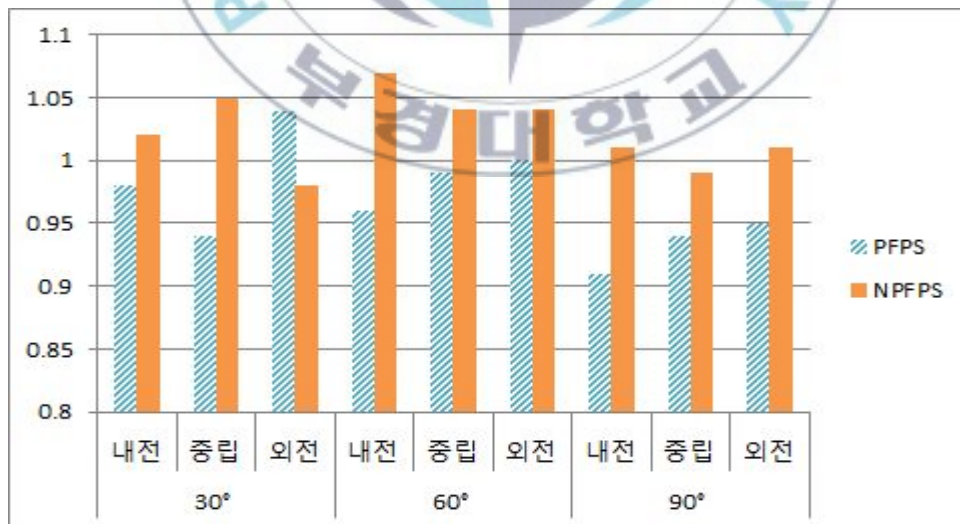


그림 7. 발목위치와 통증증후군에 따른 근활성도 비율

전반적으로 무릎넓다리 통증증후군이 없는 집단이 통증이 있는 집단 보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 가쪽넓은근 보다 높은 것으로 나타나 무릎 각도 30°에서의 상호작용효과를 제외하고 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 근활성비는 집단에 따른 차이는 나타나지 않았다.

무릎각도 30°에서는 발목위치와 통증유무와의 상호작용에서 유의수준 .01미만으로 나타나 유의한 효과를 보인 것으로 나타나 이를 자세히 살펴보면 발목의 위치 중 중립에서 통증유무 집단에 따른 차이를 보였다. 즉, 근활성비가 통증이 없는 경우에 1.05로 통증이 있는 집단의 .94 보다 높게 나타나 무릎이 30°일 경우 무릎넓다리의 통증이 없는 집단이 통증이 있는 집단 보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 가쪽넓은근에 비해 높은 것을 알 수 있다. 또한 각각의 통증유무에 따른 집단의 차이를 살펴보면 무릎넓다리 통증증후군이 있는 경우에 외전 30°의 발목위치에서 1.04로 다른 위치 보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 높게 나타났고, 다음 내전 30°, 중립의 순으로 나타나 발목 위치에 따른 근활성비의 차이를 보였다.

마지막으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 무릎의 각도가 60°와 90°를 살펴보면 두 각도 모두 무릎넓다리 통증증후군이 없는 집단이 통증이 있는 집단 보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 가쪽넓은근보다 높게 나타났고, 통증이 있는 집단은 발목 위치가 외전 30°에서 안쪽빗넓은근의 근활성비가 높은 반면, 통증이 없는 집단은 내전 30°가 안쪽빗넓은근의 근활성비가 약간 높은 것을 알 수 있다.

V. 논의

본 연구는 무릎넙다리 통증증후군 환자들의 넙다리네갈래근의 근력강화를 위하여 이용되는 스텝업 운동이 무릎관절 각도와 발목위치에 따라 근활성도와 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성비에 미치는 효과를 알아보고자 실시하였다.

스텝업 운동은 넙다리네갈래근의 근력강화를 위해 실시하는 체중지지운동인 단힌사슬운동의 대표적인 운동으로 안쪽빗넓은근의 선택적 근력강화 훈련에 유익하다(Ekstrom, Donatelli, Carp, 2007).

운동선수들에게 가장 많은 손상부위인 무릎관절 부상은 운동경기나 훈련시 반복되는 스트레스로 인해 일반인에 비해 발생빈도가 높다(Taunton, Ryan, Clement, McKenzie 외 2명, 2002).

운동선수에게서 많이 나타나는 PFPS의 원인이 아직 명확하게 밝혀지지지는 않았지만, 선천적이거나 해부학적인 원인 보다 운동시 반복되는 동작과 과사용으로 인한 후천적인 요소가 무릎넙다리 통증증후군의 주원인인 것으로 보인다. 그러나 무릎넙다리 통증증후군의 원인을 분석하고 예방하기 위한 많은 연구에도 불구하고 예방 및 치료를 위한 가장 효과적인 재활운동에 대한 의견은 일치하지 않고 있다(박사라, 이만균, 최순미, 2010).

이에 본 연구는 무릎관절의 부상이 많은 축구선수를 대상으로 하지의 대표적인 단힌사슬운동인 스텝업 운동을 실시하였고, 무릎넙다리 통증증후군을 예방하고 치료하기 위한 효과적인 운동방법을 찾기 위하여 무릎각도를 굴곡 30도, 60도, 90도에서 발목위치를 내전 30도, 중립, 외전 30도로 다르게 하여 각 위치에 따라 나타나는 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도를 비교하고자 하였다.

1. 무릎넙다리 통증증후군 유·무에 따른 근활성도 차

박사라 등(2010)은 무릎넙다리 통증증후군이 있는 씨름선수와 통증이 없는 씨름선수를 대상으로 런지 시 발목위치에 따른 넙다리내갈래근의 근활성도를 비교한 결과 무릎넙다리 통증증후군이 있는 씨름선수의 넙다리내갈래근의 근활성도가 통증이 없는 씨름선수에 비해 낮은 경향을 보였다고 보고하였다. Tang 등(2001)도 무릎넙다리 통증증후군 집단과 일반 집단의 무릎각도 변화에 따른 등속성 운동 시 대퇴사두근의 근활성도를 비교한 결과 일반 집단의 근활성도가 더 높은 것으로 보고되었다. 박서이 등(2008)은 무릎넙다리 통증증후군이 있는 운동선수 집단과 통증이 없는 일반 운동선수 집단의 내측광근의 근활성도를 비교하여 무릎넙다리 통증증후군 집단이 근활성도가 더 낮다고 보고하였다.

본 연구에서도 무릎넙다리 통증증후군 집단과 통증이 없는 집단의 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 값은 무릎넙다리 통증증후군 집단이 통증이 없는 집단에 비하여 더 낮은 것으로 나타났으며, 안쪽빗넓은근의 근활성도 또한 무릎넙다리 통증증후군 집단의 수치가 통증이 없는 집단에 비하여 낮은 경향을 보여 선행연구의 결과와 유사 하게 나타났다. 이와 같이 무릎넙다리 통증증후군은 무릎관절의 안쪽빗넓은근의 근활성도의 감소와 밀접한 관련이 있다는 것을 알 수 있다.

또한 가쪽넓은근의 경우 무릎넙다리 통증증후군 집단과 통증이 없는 집단간의 차이가 안쪽빗넓은근에서 나타난 차이 보다 적었다. 이는 Coqueiro 등(2005)은 세미스쿼트(semisquat)시 엉덩관절의 내전의 유·무에 따른 무릎넙다리 통증증후군 집단과 일반 집단의 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도를 비교하였을 때 무릎넙다리 통증증후군 집단의 안쪽빗넓은근의

근활성도가 일반 집단보다 낮게 나타났지만 가쪽넓은근의 근활성도의 차이는 적었다는 결과가 간접 확인되었다고 할 수 있다.

본 연구의 결과에서 안쪽빗넓은근의 근활성도는 무릎넙다리관절에 통증이 없는 집단이 69.32%로 통증이 있는 집단의 63.10%보다 6.21% 근활성도가 높게 나타나 집단 간 유의한 차이를 보였다. 가쪽넓은근의 근활성도는 무릎넙다리관절에 통증이 없는 집단이 68.19%로 통증이 있는 집단의 65.30%보다 2.90% 근활성도가 높게 나타났으나 집단 간 유의한 차이는 없었다.

이러한 결과는 가쪽넓은근 보다 안쪽빗넓은근의 약화가 무릎넙다리 통증증후군의 주요 원인이라는 점을 확인할 수 있으며, 무릎넙다리 통증증후군 환자의 경우 안쪽빗넓은근의 약화에 따라 이를 보상하기 위하여 상대적으로 가쪽넓은근이 발달될 가능성이 있는 것으로 해석할 수 있다.

따라서 무릎넙다리 통증증후군의 원인을 규명하는 것은 각 근육별로 특수하게 이루어져야 하며 무릎넙다리 통증증후군의 재활에 있어서 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화에 초점을 맞추어야 할 것이다.

2. 스텝업시 무릎각도와 발목위치에 따른 근활성도 변화

무릎넙다리 통증증후군의 원인 중 하나인 안쪽빗넓은근의 선택적 강화를 위한 연구 중 엉덩관절 모음시 안쪽빗넓은근의 근활성도가 증가한다는 연구가 있었고(Hanten& Schulthies, 1990), Lam과 Ng(2001)는 엉덩관절과 무릎관절의 위치에 따른 넙다리내갈래근의 근활성도를 알아보는 실험에서 효과적인 안쪽빗넓은근의 선택적 강화를 위해서는 엉덩관절 내회전과 무

무릎관절 굽힘 상태에서 근력운동을 실시하여야 한다고 보고하였다.

발목위치에 따른 넙다리네갈래근의 근활성도 비료연구에서는 발목위치를 외전으로 운동하였을 때 안쪽빗넓은근의 근활성도가 높다는 연구가 있었고(박사라, 이만균, 최순미, 2010), 김현희, 송창호(2010)는 스쿼트를 이용하여 무릎관절 굽힘 각도와 넙다리뼈에 대한 정강뼈 돌림을 통한 안쪽빗넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리곧은근의 근활성도에 대한 연구에서 관절각도가 60도 일 때 정강뼈를 중립에서 근력운동을 실시하여야 한다고 보고하였다. Sousa & Macedo(2010)는 무릎관절 90도 굽힘상태에서 정강뼈 위치에 따라 정강뼈 안쪽돌림근에 저항을 주었을 때 안쪽빗넓은근의 근활성도는 유의한 영향이 없었다고 보고하였으나, 스쿼트 운동시 엉덩관절 모음과 toe-out의 복합적인 자세가 안쪽빗넓은근의 근활성도에 도움이 된다는 연구도 있었다(유원규, 이충휘, 이현주, 2004). 채원식(2005)은 스텝 운동시 하지신전일 경우 발목의 외측회전시 넙다리네갈래근의 근활성도가 높았고 하지굴곡일 경우 발목이 중립 위치일 때 넙다리네갈래근의 근활성도가 가장 높으며, 무릎관절 굴곡 시 넙다리뼈와의 접촉 면적의 변화에 따라 관절에 미치는 압력이 변하게 되며, 발목위치를 내전 또는 외전시켰을 때 정강뼈의 회전이 일어나 무릎관절의 안정성에 변화를 준다고 주장하였다.

본 연구에서는 안쪽빗넓은근은 무릎각도 30°일 때 각각의 집단에 따라 발목 위치에 따른 근활성도를 살펴보면 두 집단 모두 외전 30°에서 근활성도가 가장 높게 나타났고, 내전 30°가 가장 근활성도가 가장 낮게 나타났음을 알 수 있다. 그러나 발목의 위치가 중립일 경우에는 통증을 경험하지 않은 집단이 외전 30°의 위치와 같은 근활성도를 보인 것으로 나타나 두 집단 간 차이를 보인 것을 알 수 있었다.

무릎각도 60°일 때 발목이 내전 30°, 중립일 경우 통증이 없는 집단이 각각 67.57%, 75.18%로 통증이 있는 집단의 57.97%와 67.29% 보다 근활성

도가 높게 나타났음을 알 수 있었다. 또한 각각의 집단에 따라 발목 위치에 따른 근활성도를 살펴보면 통증이 있는 집단은 외전 30°가 가장 높은 근활성도를 보이고 중립, 내전 30°의 순으로 각각 서로 다른 근활성도를 보인 것으로 나타났으며, 통증이 없는 집단은 중립과 외전 30°에서 동일하게 근활성도가 높은 것으로 나타났고 내전 30°가 낮은 것으로 나타나 통증 유·무에 따라 차이를 보인 것을 알 수 있었다.

무릎각도 90°일 때 발목이 내전 30°, 중립일 경우 통증이 없는 집단이 각각 62.73%, 65.89%로 통증이 있는 집단의 49.51%와 53.68% 보다 근활성도가 높게 나타났음을 알 수 있었다. 또한 각각의 집단에 따라 발목 위치에 따른 근활성도를 살펴보면 통증이 있는 집단은 외전 30°가 가장 높은 근활성도를 보이고 중립, 내전 30°은 동일하게 낮은 근활성도를 보인 것으로 나타났으며, 통증이 없는 집단은 모든 위치에서의 근활성도가 동일하게 나타나 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 바탕으로 안쪽넓은근은 무릎의 각도가 60°, 발목의 위치가 외전 30°일 경우 가장 높은 근활성도를 보였고, 외전 30°를 제외한 내전 30°와 중립의 발목위치에서는 무릎넓다리 통증증후군 집단이 통증이 없는 집단 보다 유의하게 낮은 근활성도를 보인 것을 알 수 있다.

가쪽넓은근의 경우 무릎의 각도가 30°일 때 발목위치에 따른 주효과에서만 유의한 차이를 보였으며 통증 유·무에 따른 차이가 없었다.

무릎각도 60°일 때 발목이 중립일 경우 통증이 없는 집단이 72.59%로 통증이 있는 집단의 67.74% 보다 근활성도가 높게 나타났음을 알 수 있었다. 또한 각각의 집단에 따라 발목 위치에 따른 근활성도를 살펴보면 통증이 있는 집단은 외전 30°가 가장 높은 근활성도를 보이고 중립, 내전 30°의 순으로 각각 서로 다른 근활성도를 보인 것으로 나타났으며, 통증이 없는 집단은 중립과 외전 30°에서 동일하게 근활성도가 높은 것으로 나타났

고 내전 30°가 낮은 것으로 나타나 통증 유·무에 따라 차이를 보인 것을 알 수 있었다.

무릎각도 90°일 때 통증 유·무에 따른 주효과는 나타나지 않았으며, 특히 통증이 없는 집단은 모든 위치에서의 근활성도가 동일하게 나타나 집단간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 바탕으로 가쪽넓은근에서도 무릎의 각도가 60°, 발목의 위치가 외전 30°일 경우 가장 높은 근활성도를 보였고, 무릎각도 60°, 발목위치 중립일 경우에는 무릎넓다리 통증증후군 집단이 통증이 없는 집단보다 유의하게 낮은 근활성도를 보인 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 선행연구와 같은 결과를 보였다고 할 수 있다.

따라서, 본 실험에서는 무릎각도에 따른 근활성도를 살펴보면 무릎관절 굴곡 60°에서 가장 높은 근활성도를 보인 반면 굴곡 90°에서 가장 낮은 근활성도를 나타내는 결과를 보였다. 이와 같은 결과는 무릎넓다리 통증증후군 환자의 운동시 무릎각도를 60° 이상 증가시켰을 때 넓다리뼈에 대한 무릎뼈의 압박이 급격히 증가하여 통증이 증가되어 오히려 근활성도를 떨어뜨린 것으로 사료된다.

3. 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비율

안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근은 무릎뼈의 안정성에 기여하는 주요근육으로서, 무릎넓다리 통증증후군의 원인으로 이 두 근육의 근활성도의 불균형에 대한 연구가 수행되어 왔다(김현희, 송창호, 2010). 안쪽빗넓은근의 근활성도 감소는 가쪽넓은근의 외측당김을 유발하고, 무릎뼈의 외측이동과

무릎넓다리관절의 압력 증가와 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Blond & Hansen, 1998). 또한 PFPS의 재활운동으로 하지의 불균형적 정렬을 교정하고, 통증을 감소시키기 위해서는 안쪽빗넓은근의 근력강화 운동이 중점적으로 필요하다고 보고되었다(한상완, 윤재량, 2008). 또한 변용현 등(2007)은 무릎넓다리 통증증후군을 가진 운동선수를 대상으로 등속성 운동시 각속도에 따른 넓다리네갈래근의 근활성도에 대한 연구를 통해 안쪽빗넓은근이 다른 근육보다 활동성이 떨어지게 되어 무릎뼈가 외측으로 편향된다고 보고하였다. 정상인에서 가쪽넓은근과 안쪽빗넓은근의 비율은 일반적으로 약 1:1로 보고되고 있지만(Souza & Gross, 1991), 무릎넓다리 통증증후군 환자군과 정상군의 가쪽넓은근에 대한 안쪽빗넓은근의 비율(VMO/VL)에 대한 연구에서 0.54와 0.85라고 보고하였다(Powers, 2000). Lam과 Ng(2001)는 엉덩관절의 굽힘과 내회전 자세에서 등척성운동시 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 비에서 안쪽빗넓은근의 비가 크다고 하였다. 이와 같이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 균형적 발달에 대한 중요성은 많은 연구를 통해 제기되어 왔으며, 본 연구에서도 전반적으로 무릎넓다리의 통증이 없는 집단이 통증이 있는 집단 보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 가쪽넓은근 보다 높은 것으로 나타나 선행연구와 같은 결과를 확인 할 수 있다.

본 연구에서 안쪽빗넓은근의 근활성도를 분석한 결과, 근활성비가 통증이 없는 경우에 1.05로 통증이 있는 집단의 .94 보다 높게 나타나 무릎이 30° 일 경우 무릎넓다리의 통증증후군이 없는 집단이 통증이 있는 집단 보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 가쪽넓은근에 비해 높은 것을 알 수 있다. 또한 각각의 통증 유·무에 따른 집단의 차이를 살펴보면 무릎넓다리 통증증후군이 있는 경우에 외전 30°의 발목위치에서 1.04로 다른 위치보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 높게 나타났고, 다음 내전 30°, 중립의 순으로

나타나 발목 위치에 따른 근활성비율의 차이를 보였다.

이러한 결과는 무릎관절 굴곡 30°에서 가쪽넓은근의 근활성도가 낮아지며 상대적으로 안쪽빗넓은근의 활성도가 높아져 가장 높은 수치를 보인 것으로 사료되며, 이에 스텝업 운동시 무릎의 각도와 발목 위치를 무릎관절 굴곡 60° 발목 위치를 외전 30°로 하면 약화된 안쪽빗넓은근을 발달시키고 무릎넓다리관절의 정상적인 움직임과 무릎관절에 전해지는 부하를 줄여 통증을 감소시켜 운동수행능력에 크게 기여할 것으로 기대된다. 향후에 보다 다양한 대상의 선수와 변인을 포함하여 무릎넓다리 통증증후군의 예방 및 재활과 운동수행능력의 향상에 도움이 되는 운동 프로그램을 개발하는데 필요한 연구의 수행이 요청된다.

이상의 기술한 결과를 종합해 보면 스텝업 운동시 무릎관절은 굴곡 60°에서 발목 위치를 외전으로 운동하는 것이 안쪽빗넓은근 전반의 근활성도를 높이는데 가장 큰 도움이 되다고 결론지을 수 있다. 본 연구결과는 운동선수들의 무릎관절 부상의 위험을 줄이고, 무릎넓다리 통증증후군에 의하여 근활성도가 낮아지고 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근이 불균형적으로 발달된 선수들의 재활과정에서 안쪽빗넓은근의 선택적인 발달을 위한 효과적인 운동 프로그램을 구성하는데 큰 도움을 줄 수 있는 현장 적용 측면의 가치가 있다고 판단된다.

VI. 결론

본 연구의 목적은 무릎넙다리 통증증후군이 있는 운동선수와 통증이 없는 운동선수를 대상으로 스텝업 운동시 무릎관절의 각도와 발목위치에 따른 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도와 비율을 비교하는 것이었다.

본 연구에서 얻은 결과를 요약하여 제시하면 다음과 같다.

1. 통계적으로는 유의하지는 않았지만, 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 수치가 모든 무릎관절의 각도별 발목위치에서 무릎넙다리 통증증후군 집단이 통증이 없는 집단에 비하여 더 낮은 경향을 보였고, 특히 안쪽빗넓은근은 무릎넙다리 통증증후군이 없는 집단이 69.32%로 통증이 있는 집단의 63.10%보다 6.21% 근활성도가 높게 나타나 집단 간 유의한 차이를 보였다.

2. 안쪽빗넓은근은 무릎의 각도가 60°, 발목의 위치가 외전 30°일 경우 가장 높은 근활성도를 보였고, 외전 30°를 제외한 내전 30°와 중립의 발목위치에서는 무릎넙다리 통증이 있는 집단이 그렇지 않은 집단 보다 유의하게 낮은 근활성도를 보인 것을 알 수 있다.

3. 안쪽빗넓은근/가쪽넓은근의 근활성비 비교 결과, 두 집단에서 각각의 통증유무에 따른 집단의 차이를 살펴보면 무릎넙다리의 통증이 있는 경우에 외전 30°의 발목위치에서 1.04로 다른 위치보다 안쪽빗넓은근의 근활성비가 높게 나타났고, 다음 내전 30°, 중립의 순으로 나타나 발목 위치에 따른 근활성비율의 차이를 보였다.

참 고 문 헌

- 김현희(2011). 무릎뼈 테이핑이 계단보행시 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성에 미치는 효과. 근관절건강학회지. 18(2), 250.
- 김현희, 송창호(2010). 스쿼트 운동시 자세가 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 및 근활성비에 미치는 효과. 근관절건강학회지. 17(2), 146-147.
- 박사라, 이만균, 최순미(2010). 슬개대퇴 통증 증후군이 있는 씨름선수의 런지 시 발목위치에 따른 대퇴사두근의 근활성도 비교. 운동과학학회지. 19(3), 220, 227.
- 박서이, 김정원, 노호성(2008). 슬개대퇴 통증 증후군이 있는 남자 운동선수와 일반선수의 CKC 운동시 대퇴사두근 활성도 비교. 한국체육과학회지, 17(1), 488-489.
- 변용현, 이현희, 한상완(2007). 슬개대퇴통증증후군 환자의 저속, 고속부하에서 등속성 운동시 대퇴사두근의 근력과 표면근전도 분석. 코칭능력개발지, 9(1), 157-158.
- 유원규, 이충휘, 이현주(2004). 정적인 스쿼트 운동시 복합적인 하지의 자세가 가쪽넓은근과 안쪽빗넓은근의 근활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 11(3), 6-7.
- 유원규, 이충휘, 권오윤, 전해선(2005). 내림 경사대에서 한 다리 스쿼트 운동시 경사면과 자세변화에 따른 무릎주변근의 근활성도. 한국전문물리치료학회지, 12(3), 25, 28.
- 이제훈, 이완희(2010). 엘리트 선수의 슬개대퇴통증증후군과 정상선수의 하지 생체역학적 비교, 코칭능력개발지, 12(4), 120.
- 채원식(2005). 스텝 운동 기구를 사용한 운동 시 발의 위치가 하지 근육

- 활동에 미치는 영향 분석, 한국운동역학회지, 15(1), 218.
- 한상완(2003). 슬개대퇴동통증후군 환자의 후방보행과 신경근전기자극치료가 근기능, 기능 수행능력과 동통에 미치는 영향. 고려대학교 대학원. 미간행 박사학위논문. 3, 469-470.
- Blond, L., & Hansen, L.(1998). Patellofemoral pain syndrome in athletes; A 5.7 year retrospective follow up study of 250 athletes. *Acta Orthop Belg.* 64(4), 393-394.
- Coqueiro, K. R., Grossi, D. B., Berzin, F., Soares, A. B., & Candolo, C. (2005). Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 15, 600-601.
- De Looze, M. P., Toussaint, H. M., va Dieen, J. H., & Kemper, H. C. (1993). Joint moments and muscle activity in the lower extremities and lower back in lifting and lowering tasks. *Journal of Biomechanics*, 26(9), 1074-1075.
- Douchette, S. A., & Goble, E. M.(1992). The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *Am J Sports Med*, 20, 434
- Ekstrom, R. A., Donatelli, R. A., & Carp, K. C.(2007). Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 37(12), 759.
- LaBella, C.(2004) patellofemoral pain syndrome evaluation and treatment. *Primary Care. Clinics in Office Practice.* 32(4),

977-978, 982.

- Hanten, W. P., & Schulthies, S. S.(1990). Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Physical Therapy*, 70(9), 564-565.
- Lam, P. L., & Ng, G. Y.(2001) Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. *AM J Phys Med Rehabil*. 80(11), 807.
- Makhsous, M., Lin, F., Koh, J. L., Nuber, G. W., & Zhang, L. Q.(2004) In vivo and noninvasive load sharing among the vasti in patellar misalignment. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 36(10). 1772.
- McGinth, G., Irrgang, J. J. & Pezzoullo, D.(2000). Biomechanical considerations for rehabilitation of the knee. *Clin. Biomech.*, 15, 160, 163.
- Nijs, J., Van Geel, C., & Van der auwera, C.(2006). Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Physical Therapy* ,11(1), 72-73.
- Powers, C. M.(2000). Patellar kinematics. Part I: The influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. *Physical Therapy*, 80(10), 962.
- Sousa, A., & Macedo R.(2010). Effect of the contraction of medial rotators of the tibia on the electromyographic activity of vastus medialis and vastus lateralis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 970 - 971.

- Souza, D. R., & Gross, M. T.(1991). Comparison of Vastus Medialis Obliquus:Vastus laterdis Muscle Integrated Electromyographic Ratios Between Healthy Subjects and Patients with Patellofemoral Pain. *Physical Therapy*, 71(4), 310-316; discussion 313-315.
- Tang, S. F., Chen, C. K., Hsu, R., Chou, S., Hong, W., & Lew, H.(2001) Vastus Medialis Obliquus and Vastus Lateralis Activity in open and closed kinetic chain exercise in patients with patellofemoral pain syndrome: An electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil*. 82(10), 1444.
- Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R., & Zumbo, B. D.(2002). A restropctive case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36(2), 97.
- Westfall, D. C., & Worrell, T. W.(1992). Anterior knee pain syndrome: role of the vastus medialis oblique. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1(4), 323.