

# A Comparative of Knee Joint Instability and Muscle Activity Due to Medial or Lateral Deviation of Knee while Lunge Exercise

Sijin Lee<sup>a</sup>, Byeong-Jo Min<sup>b</sup>, Jin-A Park<sup>a</sup>, Hyeong-Geun Kim<sup>b</sup>, Doochul Shin<sup>c\*</sup>

<sup>a</sup>Department of physical therapy, graduate school of Kyungnam University, Republic of Korea

<sup>b</sup>Department of Physical Therapy, Collage of Health Science, Kyungnam University, Republic of Korea

<sup>c</sup>Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University, Republic of Korea

**Objective:** The purpose of this study was to compare the muscle activity of the vastus lateralis, vastus medialis, rectus femoris, and gluteus medius muscles according to the medial/lateral bias of the knee during lunge exercise.

**Design:** Crossed-control group study

**Methods:** This study recruited 20 healthy men and women in their 20s who were capable of lunge exercise and had no musculoskeletal or neurological abnormalities. All three postures were performed three times each during lunge exercise. In each posture, surface electromyography (EMG) equipment was used to measure muscle activity of the vastus lateralis, vastus medialis, rectus femoris, and gluteus medius during lunge exercise.

**Results:** As a result of comparing lower extremity muscle activity in normal, medial and lateral knee-deviation postures according to lunge exercise, the muscle activity of the vastus medialis was  $107.09 \pm 13.90\%$  in the normal posture,  $79.24 \pm 5.26\%$  in the medial-deviation posture and  $125.73 \pm 14.30\%$  in the lateral-deviation posture, which was a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ). However, In the case of the vastus lateralis, rectus femoris and gluteus medius there was no statistically significant difference in muscle activity in the medial and lateral deviation positions ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** As a result, it was found that the muscle activity of the vastus medialis during lunge exercise significantly increased in the lateral deviation posture compared to the normal and medial deviation postures. In the case of the vastus lateralis, rectus femoris and gluteus medius there was no significant difference in muscle activity for medial and lateral knee deviation.

**Key Words:** Knee joint, Electromyography, Exercises, Movements

## Introduction

성인의 다리 근력은 일상생활시 매우 중요한 요소이며, 다리 근력의 약화는 보행의 불안정성과 같이 여러 기능적 체력 약화와 관련되어 낙상에도 큰 영향을 미친다고 보고하였다[1, 2]. 또한 Lord와 Castell [3]은 근력 약화가 균형이 흐트러질 때 근육이 반응하는 시간과 근육의 힘을 생성하는 속도의 지연이 나타날 수 있다고 보고하였다. 그리고 신체가 무게를 지탱하는 활동을 할 때, 무릎 관절에서 가장 많은 하중이 가해지며, 무릎의 부상 가능성을 동반한다고 보고하였다[4].

Neumann [5]은 무릎의 관절구조의 경우 뼈와 뼈가 직접적으로 연결되는 다른 관절과는 다르게 외부로 노출되어 있으며, 넙다리뼈와 정강뼈의 원활한 움직임을 위한 지렛대 역할을 한다고 보고하였다. 그렇기 때문에 보행시 운동 및 다리의 근력약화로 인해 무릎관절 손상이 빈번하게 야기되며, 해부학적인 구조로 인해 더욱 불안정한 관절이다[5]. 무릎넙다리통증증후군(patelloemoral pain syndrome, PFPS)은 반복적인 다리 부하가 있으며, 활동적이고 젊은 성인에게 발생하는 일반적인 다리 장애이다[6]. PFPS는 남성보다 여성의 비중이 더 많고, 무릎뼈의 탈구 비율 역시 남성보다 여성이 더 많다고 보

Received: Apr 2, 2024 Revised: May 19, 2024 Accepted: May 21, 2024

Corresponding author: Doochul Shin (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8873-9541>)

Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Sahmyook University, 815, Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul, 01795 Republic of Korea  
Tel: +82-2-3399-1632 Fax: +82-2-3399-1639 E-mail: icandox@syu.ac.kr

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

Copyright © 2024 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

고하였다[7]. 다양한 근육에 의하여 발생하는 힘의 균형은 적절한 무릎의 정렬로 이어져 무릎 부상을 예방한다고 하였다[8]. 무릎 관절에 흔하게 발생하는 질환으로는 골관절염, 넙다리네갈래근의 염좌, 관절 주변부 인대 손상, 무릎 반월판 손상 및 PFPS 등으로 다양하다고 하였다[9]. 이 중에서 PFPS는 대표적인 무릎관절 주변부 증상으로 최근에는 관절염과 함께 스포츠 분야 및 정형외과에서 가장 흔한 증상으로 나타난다고 보고하였다[10]. 이러한 PFPS는 다리의 부정렬과 근력 약화, 연부 조직의 뻣뻣함, 과한운동, 유연성 감소 등의 여러 복합적 요인들이 관절 및 연골에 부하를 증가시켜 무릎넙다리관절의 앞쪽에 불안정과 통증을 유발시킨다고 보고하였다[11]. PFPS의 예방을 위해서는 다리의 근력강화 운동이 필수적이다[12].

일반적으로 무릎의 관절과 그 주변 부위의 근육을 강화하기 위해 실시하는 운동은 스쿼트(squat), 런지(lunge), 스텝업(step-up)과 같은 닫힌사슬운동이다[13]. 닫힌사슬 운동에서 사지의 먼쪽은 고정되어 있으며 가까운쪽과 먼쪽에 저항을 동시 적용시 일어나는 운동으로, 동적 근육의 안정화를 위한 동시수축으로 원심성 수축이 우세하다[14]. 또한 관절의 압박력으로 인하여 전단력이 감소되어 관절의 안정성을 주고, 기계적 수용기는 관절낭의 압력변화에 민감하게 반응하여 고유수용성감각을 촉진하게 된다고 보고하였다[15]. 또한 닫힌사슬운동의 경우 근력 강화의 주요 프로그램으로 길항근이 서로 원심성으로 적용되어 손상된 관절의 안정성에 영향을 준다고 보고하였다[16]. 대표적 닫힌사슬운동 중 하나인 런지의 경우 스쿼트, 스텝업 및 케틀벨 스윙과 같은 운동에 비해 무릎 주변부 근육들의 높은 근활성을 보이는 특징이 있다[17]. Yeo [17]는 런지, 스쿼트, 케틀벨 스윙 중 런지에서 넙다리곧은근이 가장 높은 근활성화 보인다고 하였으며, 런지운동은 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성화를 높여 초기 재활시 다리의 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 균형조절에 효과적인 운동으로 알려져 있다[18]. 다리의 불균형적 움직임은 가쪽넓은근에 대하여 상대적으로 안쪽넓은근의 약화 또는 지연 발화로 인한 불균형이 중요한 역할을 하며, 안쪽넓은근의 기능적 회복이 치료과정의 주요 초점이 된다고 보고하였다[18]. 많은 선행연구들이 닫힌운동사슬과 열린운동사슬 중 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 활성화 또는 비율을 조사하였다[19]. 또한 앞십자인대 수술 뒤 재활 중 체중지지 운

동인 닫힌사슬운동이 필수적인 요인으로 포함되어 있다[20]. 닫힌사슬 운동은 넙다리네갈래근을 강화시키는 동시에 가쪽넓은근에 비해 약한 안쪽넓은근의 근력 불균형을 개선하기 위한 운동방법이며, 여러 재활운동 중 다른 동작들과 비교하여 런지운동이 안쪽넓은근의 근활성화가 가장 높게 나타나는 특징을 가지고 있다[20].

런지운동의 자세를 수행 시 각 개인별 근력 차이로 인하여 사람마다 무릎의 안·가쪽 방향으로의 치우침이 발생하는 경우가 빈번하다. 이를 위하여, 본 연구의 목적은 질병 및 특이사항이 없는 20대 대학생들을 대상으로 안·가쪽 각각의 치우침에 따른 근육의 활성도를 비교하여 효과적인 런지운동을 수행하기 위해 강화해야 하는 근육과 그 방법에 대한 정보를 제시하고자 한다. 또한, 본 연구에서는 런지운동시 정상, 안쪽, 가쪽 치우침 자세에 따른 다리근육 활성화의 차이를 알아보고자 하였다.

## Methods

### Participants

본 연구는 K 대학교에 재학중인 건강한 20대 성인 남·여를 대상으로 런지운동이 가능한자로 하였다. 본 연구의 대상자 수는 G-power 프로그램(버전 3.1)을 사용하여 효과크기(0.5), 유의 수준(0.05), 검정력(0.8)으로 설정하였으며 중도 탈락율을 고려해 최종 20명의 대상자를 대상으로 연구를 진행하였다[21]. 연구 참여 전 모든 연구대상자들에게 연구절차와 연구 안정성에 대해 설명을 하였으며, 모든 연구대상자들은 문서화된 연구동의서에 서명하였다. 대상자 모집은 SNS 및 교내 게시판을 통하여 본 연구에 실험참여를 동의한 자들로 진행하였다. 지원자의 선정기준으로는 1) 런지운동이 가능한 자, 2) 본 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의한 자, 제외기준으로는 1) 전극의 부착 부위에 개방성 상처가 있는 자 2) 신체의 통증 및 질환으로 인해 치료나 약물을 복용 중인 자 3) 최근 6개월간 다리에 정형외과적 수술을 받지 않은 자 로 하였다[22]. 총 20명의 지원자가 모집되었으며 선정 기준에 따라 제외인원 없이 최종 20명(남성: 10 명, 여성: 10 명)의 인원이 선별되었다. 연구대상자의 일반적인 특징은 다음과 같다(Table 1). 대상자들에게 연구목적과 방법에 대해 충분히 설명한 뒤 동

**Table 1.** The General characteristics of subjects

Subjects	Age(years)	Height(cm)	Weight(kg)
N = 20	22.90±1.05	168.25±7.12	64.35±11.53

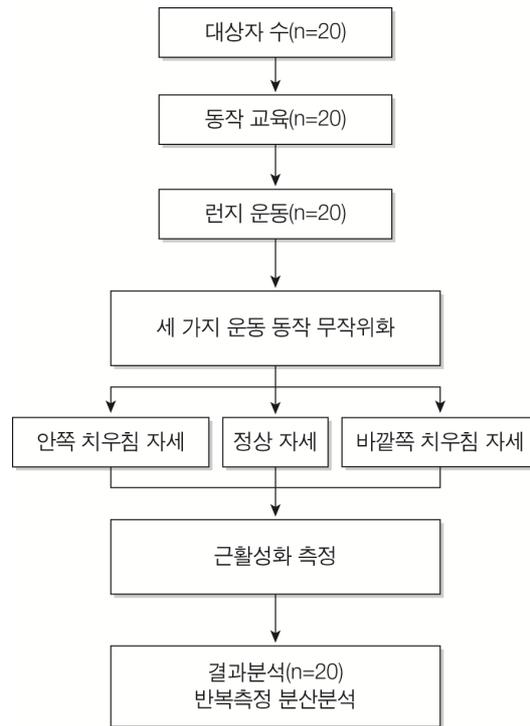


Figure 1. Flow chart

의서에 자발적인 서명 후 진행하였다.

## Procedure

본 실험에 앞서 선정된 대상자들에게 연구 절차에 대하여 충분히 설명한 뒤, 대상자들의 기본 정보(나이, 성별, 체중, 키 등)에 대해 간단한 인터뷰를 통해 수집하였다. 근활성화의 정규화 과정을 위해서 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리곧은근, 중간볼기근에 전극을 붙여 최대 수의적 등척성 수축(Maximum voluntary isometric contraction, MVIC)을 5초씩 각 3회씩 반복하여 최대값을 측정하였다.

실험을 위하여 무작위 배정을 실시하여 런지운동의 자세인 정상자세, 안쪽 치우침 자세, 가쪽 치우침 자세로 런지운동을 5초씩 각 3회씩 반복하여 측정하고 근활성화의 평균을 구하였다. 런지운동의 각 자세는 충분히 익숙해질 수 있도록 사전연습을 한 뒤 측정을 실시하였다. 실험 시 발생할 수 있는 근육의 피로를 최소화하기 위해 각 운동 간 2분간의 휴식을 취하도록 하였다 [23](Figure 1).

## Measure

### (1) 다리길이 측정

실험을 시작하기 전 대상자들의 우세 측 다리의 길이

측정을 위하여 바로 누운 자세에서 측정 부위가 몸통의 중심, 무릎관절 사이의 중심 및 발목관절 사이의 중심이 모두 일직선에 놓이도록 맞춘 후 측정하였다. 다리 길이는 줄자를 이용하여 우세 측 다리의 위앞엉덩뼈가시와 발목관절 안쪽 복사뼈까지의 길이를 측정하였다. 정확한 값을 위하여 3회 측정 후 측정치의 평균값을 사용하였다[24].

### (2) 표면근전도 장비(Electromyogram, EMG)

대상자들은 간단한 스트레칭 후, 측정하고자 하는 우세 측 다리의 안·가쪽넓은근, 넙다리곧은근, 큰볼기근, 중간볼기근에 표면 근전도를 부착하여 수의적 최대 등척성 수축을 측정하였다. 이는 런지운동시 자세 유지에 작용하는 주요 근육이며 측정을 위하여 표면 무선 근전도 측정장비(Trigno wireless EMG system, Delsys, Inc, USA)를 사용하였다[25].

근전도 측정 장비와 각각의 무선 패드는 피부에 닿는 면을 잘 정리하여 잡음(noise)을 최소화하였으며, 매 측정마다 동일한 방법으로 정리하였다. 측정은 표면 무선 근전도 측정장비로 진행하였으며, 근전도를 통해 획득한 신호는 EMG works 4.0 Analysis 소프트웨어(Delsys Inc, USA)를 통해 분석하였다.

표면 근전도 측정을 위해 전극을 대상자의 우세 측 다리의 안·가쪽넓은근, 넙다리곧은근, 큰볼기근, 중간볼

**Table 2.** Electrode attachment location

Muscle	Location
RF	Intermediate between the superior anterior iliac spine and the upper surface of the patella
VM	located 4 cm superior and 3 cm medial from the superior and medial surface of the patella and is at an angle of 55 degrees from the vertical.
VL	A point 10cm superior and 6~8cm lateral to the patella and angle of 15 degrees from the vertical.
GM	Point 3cm vertically below the intermediate of the iliac crest

RF: Rectus femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, GM: Gluteus Medius

기근에 근전도 패드를 부착하여 실시하였다. 근전도 장치의 전극 부착부위는 선행연구들을 참조하여 각 근육에 부착하였고 그 위치는 다음과 같다[26](Table 2). 표면전극의 부착 부위는 우세측 근육으로 하였으며, 정확한 위치에 전극을 부착하기 위하여 맨손 근력측정(manual muscle test; MMT)의 최대 근 수축 시 나타나는 근힘살(muscle belly)에 전극을 부착하였다. 피부저항으로 인해 생기는 근전도 신호에 대한 오차를 줄이기 위해 실험 전 면도기를 이용하여 피부 외피 층의 털을 제거하고, 알코올을 이용하여 피부표면을 소독 및 각질 제거를 실시하였다. 각각의 전극은 근섬유와 평행하게 부착하였으며, 한 채널 내 두 전극 간의 거리는 2.5cm 이하로 유지하였다. 모든 전극부착은 동일한 실험자에 의해 이루어졌다.

근전도 신호는 제곱근 평균 제곱(root mean square, RMS)으로 변환되었다. 근전도 활성도의 분석을 위하여, 각 근육의 도수근력검사 자세에서 5초 동안 MVIC을 수행하여 RMS 값을 구하였다. 또한, 각 근육들의 RMS 값을 MVIC 시 측정된 RMS에 대한 백분율(%MVIC)로 환산하여 결과 분석에 이용하였다.

### (3) 최대 등척성 수축 시 근 활성화 측정

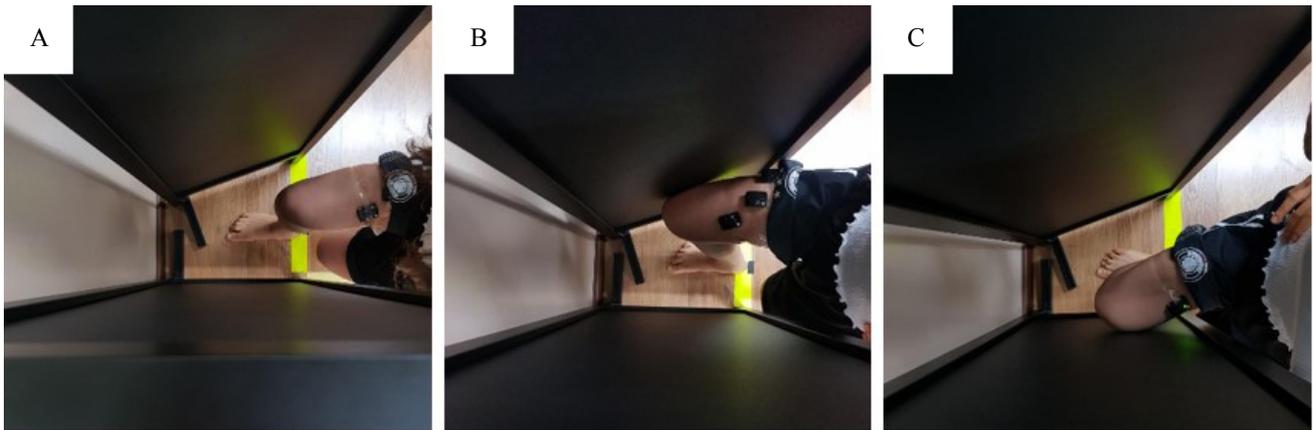
최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)의 측정을 위해 실험자들은 우선 1~3분 동안 저강도 유산소운동을 통해 가벼운 준비운동과 스트레칭을 시행한 후, 최대 등척성 수축을 측정하였다. 수의적 최대 등척성 수축은 선행연구의 방법을 따랐다[27, 28]. 수의적 최대 등척성 수축의 측정은 각 자세별로 3회씩 실시하여 평균값을 이용하였으며, 5초간 수집하여 처음과 마지막 1초씩을 제외한 3초 동안의 평균 근전도 신호량을 최대 등척성 수축시의 근활성화 값으로 사용하였다[29]. 수의적 최대 등척성 수축에 대한 각 동작에서의 근활동비율(%MVIC)은 해당 동작 간 측정된 근전도 값을 최대수의적 등척성 수축 간 측정된 근전도 값으로 나눈 값을 비율로 나타낸 것이다.

### (4) 런지운동 근활성화 측정

런지의 자세는 대상자의 다리길이 40% 간격에서 런지운동을 하는 것이 다리 근위부의 근활성화 증가에 가장 효과적이며, Park 등[30]은 선행연구에서 근거를 얻어 대상자의 다리길이의 40%로 발의 앞·뒤 간격을 정하였고 치우침의 기준 설정을 위하여 각 대상자들의 정상 런지 자세에서 최대한의 치우침 시 캔버스에 안쪽과 가쪽 무릎이 닿는 길이를 표시 및 고정된 뒤 측정하였다. 측정 간 런지운동을 수행할 때의 자세는 양손을 허리에 얹고 양쪽 다리를 본인의 어깨너비로 수평으로 벌린 뒤 발의 위치를 중립으로 한 상태에서 시선은 정면을 응시하며, 등과 허리가 최대한 일자를 유지한 채로 진행하도록 하였다. 런지운동을 실시할 때, 앞쪽 다리의 무릎을 90도로 굽히고 뒤쪽 무릎은 지면에 닿는 느낌으로 몸이 내려가도록 하고 앞쪽 다리의 뒤꿈치가 들리지 않게 주의하여 측정한다. 수행 간 자세의 흐트러짐을 방지하기 위해 연구원들의 구두지시와 확인을 지속하였다. 치우침 간 대상자가 파티션에 무릎을 기대어 파티션이 이동하는 것을 방지하기 위해 연구자들이 지속적으로 확인하였으며, 정상자세 3회, 안쪽 치우침 자세 3회, 가쪽 치우침 자세 3회를 측정하였다(Figure 2). 측정시간은 8초 간 실시하며 앞 3초, 뒤 2초를 제외한 3초를 측정한다. 런지의 자세 간 휴식시간은 5분으로 하며 결과 값에 영향을 미치지 않도록 주의한다.

### Data and statistical analysis

본 연구에서 통계적 분석은 SPSS 통계 프로그램(Ver. 25.0) 사용하였다. 측정 항목의 정규성 검정을 확인하기 위해 Shapiro-Wilk test를 실시하여 정규분포를 확인하였고, 정규성을 만족하였으므로 다리 위치에 따른 각 근육 부위별 활성화 비율의 비교를 위해 One-way ANOVA with repeated measures를 사용하였으며, 사후검정으로 Post-hoc test를 실시하였다. 모든 통계적 유의적 수준은  $\alpha < .05$ 로 설정하였다.



**Figure 2.** lunge posture. A: standard position, B: medial deviation, C: lateral deviation

**Results**

런지운동 간 무릎의 안쪽 및 가쪽 치우침 동작 시의 다리 근활성화 비교를 통하여, 다음과 같은 결과를 얻었다(Table 3).

안쪽넓은근의 근활성화는 정상자세에서 107.09±13.90%, 안쪽 치우침 자세에서 79.24±5.26%, 가쪽 치우침 자세에서 125.73±14.30% 으로 정상자세 및 안쪽 치우침 자세와 비교하여 가쪽치우침 자세에서 통계적으로 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ).

가쪽넓은근의 경우 정상자세에서 82.3±46.4%, 안쪽 치우침 자세에서 76.4±34.0%, 가쪽 치우침 자세에서 70.6±27.1% 으로 안쪽·가쪽 치우침 자세에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).

넙다리곧은근의 근활성화는 정상자세에서 66.7±40.5%, 안쪽 치우침 자세에서 60.5±38.0%, 가쪽 치우침 자세에서 66.0±45.3% 으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ).

중간볼기근의 근활성화는 정상자세에서 32.1±29.4%, 안쪽 치우침 자세에서 28.7±22.1%, 가쪽 치우침 자세에서 27.7±16.4% 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않

았다( $p > 0.05$ ).

**Discussion**

본 연구의 목적은 건장한 성인을 대상으로 런지운동을 시행하였을 때 무릎의 안쪽 및 가쪽 치우침에 따른 다리 근력의 활성화 차이를 알아보려고 하였다. PFPS를 가지고 있는 환자의 경우 넙다리내갈래근의 불균형과 안쪽넓은근의 약화가 PFPS의 주된 원인으로 알려져 있어, 본 연구에서는 런지운동시 무릎 치우침에 따른 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 넙다리곧은근, 중간볼기근의 근활성화의 변화를 분석하고자 하였다. 또한 런지운동의 경우 넙다리내갈래근의 근력강화를 위하여 시행되는 스쿼트 운동과 함께 대표적인 닫힌사슬운동으로 다리 근육의 움직임과 훈련에 유용하다[30].

본 연구의 결과에서는 런지운동시 안쪽넓은근의 근활성화에서 정상자세와 안쪽 치우침 자세를 비교하여 가쪽 치우침 자세의 근활성화가 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 Kim 등[31]은 무릎관절 등척성 운동시 각도에 따른 근활성화에서 안쪽넓은근이 가장 높았다고

**Table 3.** Muscle activity during lunge

	Standard position	Medial deviation	Lateral deviation	<i>p</i>
VM	107.09±13.90	79.24±5.26	125.73±14.30	0.024*
VL	82.34±46.42	76.40±34.02	70.68±27.13	0.601
RF	66.76±40.51	60.57±38.01	66.02±45.35	0.884
GM	32.13±29.44	28.75±22.14	27.77±16.40	0.617

Values are expressed as mean ± standard deviation.

\*  $p < 0.05$  indicate a significant difference between medial deviation and lateral deviation the vastus medialis.

RF: Rectus femoris, VM: Vastus Medialis, VL: Vastus Lateralis, GM: Gluteus Medius

보고한 내용과 유사하였으며, 이러한 결과는 가쪽 치우침 자세로 런지운동을 하는 방법이 안쪽넓은근의 근력 강화에 가장 효과적인 운동 방법임을 의미한다. 또한 Palmieri-Smith 등[32]은 무릎 정렬의 박굽이의 경우 넙다리 부위의 가쪽 근육들의 활성화가 잘 일어나며 무릎의 박굽이 각도가 감소할수록 넙다리 부위의 안쪽 근육들의 활성화가 잘 일어난다고 한 것과 유사하다.

임상적으로 런지운동은 다리 근력 강화와 함께 비의상성 PFPS의 주 원인인 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성화의 불균형을 개선하고, 생리학적 측면에서 근 약화가 먼저 일어나는 안쪽넓은근의 선택적 강화에 특히 효과적이라고 보고한 선행연구를 뒷받침한다[33]. 런지운동은 근지구력, 체력 및 민첩성 등의 다양한 다리의 신체적 능력이 필요하기 때문에 난이도가 높은 운동이며[34], 넙다리내갈래근의 원심성 수축과 가쪽넓은근에 대한 안쪽넓은근의 근활성화 비율을 높여, 무릎주위 근육의 안·가쪽 근력 및 균형 유지에 효과적이라고 보고하였다[33].

그러나 본 연구에서 런지운동 중 정상자세와 비교하여 가쪽 치우침 자세에서 안쪽넓은근의 활성화를 제외한 가쪽넓은근, 넙다리곧은근 및 중간볼기근의 근활성화 및 다른 자세에서의 다리 근육의 근활성화는 모두 유의하게 나타나지 않았다. 이러한 결과는 런지운동의 특성상 골반부위의 뒤틀림이 생기는 것에 일부 영향을 주었고 정강이뼈의 회전각과 같은 자세를 완전하게 통제하지 못하였기 때문으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 20대 건강한 성인을 대상으로만 연구하였으므로, 다양한 연령 및 환자들을 대상으로 적용하기에 제한점이 있다. 또한 무릎 치우침에 따른 런지운동의 지속적인 효과를 파악할 수 없었다. 하지만 본 연구에서는 개인별 신체적 특성을 고려하지 않은 막연한 자세로 실시하는 런지운동을 무릎의 치우침을 달리하여 다리 근육 활성화에 효과적인 무릎 치우침 자세를 자세하였다는 점에서 임상적으로 활용하는데 도움이 될 것으로 판단된다. 향후 연구에서는 다양한 연령대와 환자들을 대상으로한 장기간의 런지운동의 효과를 입증할 수 있는 연구가 이루어져야 한다고 생각한다.

## Conclusion

본 연구는 20대 건강한 성인을 대상으로 런지운동시 무릎의 안쪽 및 가쪽 치우침에 따른 근육의 활성화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 가쪽 치우침 자세에서 안쪽넓은근의 활성화가 유의하게 나타났다. 본 연구결과를 통하여 런지운동이 필요한 환자에게 안

쪽넓은근의 선택적 강화를 위한 목적으로 무릎의 가쪽 치우침 자세의 적용은 안쪽넓은근의 활성화로 무릎넙다리통증증후군과 같은 재활 훈련 및 손상 예방을 위한 훈련 프로그램을 시행하는데 도움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다.

## References

1. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Rouben R. Aging of skeletal muscle: A 12-yr longitudinal study. *J Applied Phys.* 2000;88(4):1321-1326.
2. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J App Physiol.* 2004;91(4):450-472.
3. Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75(6):648-652.
4. Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR, Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of running injuries. *British Journal of Sports Medicine.* 2002;36(2):95-101.
5. Neumann, DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation.* 1st edition. St. Louis: Mosby. 2002.
6. Zhai G, Cicuttini F, Ding C, Scott F, Garner P, Jones G. Correlates of knee pain in younger subjects. *Clinical Rheumatology.* 2007;26(1):75-80.
7. Wilson T. The Measurement of Patellar Alignment in Patellofemoral Pain Syndrome: Are We Confusing Assumptions With Evidence?. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2007;37(6):330-341.
8. Tang SF, Chen CK, Hsu R, Hsu R., Chou SW, Hong WH. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Archives of Physical Medicine.* 2001;82(10):1441-1445.
9. Choi JH. Effect of taping on a home program of hip abductor exercise on pain and quadriceps muscle strength in elderly women with knee osteoarthritis. *J Korean Soc Phys Med.* 2018;13(3):61-6.
10. Coburn SL, Barton CJ, Filbay SR, Hart F, Rathleff

- MS, Crossley KM. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: A systemic review including meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2018;33(9):33-96.
11. Dixit S, Difiori JP, Burton M, Mines B. Management of patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician*. 2007;75(2):194-202.
  12. Witvrouw E, Cambier D, Danneels L, Bellemans S, Almqvist WF, Verdink R. The effect of exercise regimens on reflex response time of the vasti muscles in patients with anterior knee pain: A prospective randomized intervention study. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13(4):251-8.
  13. Gryzlo SM, Patek RM, Pink M, Perry J. Electromyographic analysis of knee rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;20(1):36-43.
  14. Kwon SB, Yi YJ, Han HJ, Cho KS, Lim NY, Lee EH et al. Leg length inequality, habitual posture, and pain in women's college students. *J Muscle Joint Health*. 2012;19(1):27-36.
  15. Prentice WE. *Techniques in musculoskeletal rehabilitation*. New York, McGrawHill. 2005.
  16. Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H, Nago T, Umezu Y, Tagawa Y et al. Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction. *Tohoku J. Exp. Med*. 2006;209:33-40.
  17. Yeo SJ. *Analysis of lower-limb muscle by leg limb exercise for men in their 20s: kettle bell swing, squat, lunge*. Daegu: Kyungpook national university; 2015.
  18. Kulig K, Andrews JG, Hay JG. Human strength curves. *Exerc Sport Sci Rev*. 1984;12(1):417-66.
  19. Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG, Hosey RG. Outcome sofa weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(11):1428-35.
  20. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2007;37(12):754-62.
  21. Lee JW, Koo HM. Effects of Fatigue in the Non-paretic Plantarflexor on the Activities of the Lower Leg Muscles during Walking in Chronic Stroke Patients. *J Korean Soc Phys Med*, 2019; 14(3): 127-133.
  22. Park HY, Kim NH, Cha YJ. Comparison of Muscle Activity in Proximal Muscle of Lower Extremities during Lunge according to the Anterior-posterior Distance of Foot Position. *J Korean Soc Phys Med*, 2018; 13(4): 131-138.
  23. Hwang SJ, Lee, SY, Kim JW, Shim JH. Effects of Knee Joint Angle on EMG Activities and Ratio of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis During Lunge Exercise in Patellofemoral Pain Syndrome. *J Holistic Health Association*, 2012;2(2).
  24. Kwon SB, Yi YJ, Han HJ, Cho KS, Lim NY, Lee EH, et al.. Leg length inequality, habitual posture, and pain in women's college students. *J Muscle Joint Health*. 2012;19(1):27-36.
  25. Park SH. *Biomechanics and Motor control of Forward and Backward Lunge Movements*. Seoul: Seoul national university; 2019.
  26. Cheng PT, Chen CL, Wang CM, Hong WH. Leg Muscle Activation Patterns of Sit-to-Stand Movement in Stroke Patients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83(1):10-16.
  27. Kendall FP, McCreary EK, Provance G, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Muscles: testing and function with posture and pain*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
  28. Clarkson, H.M. *Musculoskeletal assessment: Joint range of motion and manual muscle strength*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2000
  29. Yoon JU, Yoo KT, Lee HS. Evaluation of Muscle Activity and Foot Pressure during Gait, and Balance Test in Patients with GenuValgum. *Korean Soc Phys Med*. 2022;17(1):127-137.
  30. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and techniques*. 4th ed. Philadelphia, F.A. Davis, 2002:477-494.
  31. Kim JW, Yu SH, Jang WS, Sung GS, Nam HJ, Choi HH. Dynamic electromyography analysis and comparison of the knee isometric exercise according to angles. *J Korea Walking Sci Assoc*. 2005;4.
  32. Palmieri-Smith RM, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. Association between preparatory muscle activation and peak valgus knee angle. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(6):973~9.
  33. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J*

Orthop Sports Phys Ther. 2007;37(12):754-62.

34. Kuntze G, Mansfield N, Sellers WA. Biomechanical analysis of commonlunge tasks in badminton. J Sports Sci. 2009;28(2):183-91.