

## 런지 동작 시 발 위치의 앞뒤 간격에 따른 하지 근위부 근육의 근 활성화도 비교

박훈영 · 김난향<sup>1</sup> · 차용준<sup>2†</sup>

대전대학교 보건의료대학원 물리치료학과, <sup>1</sup>대전대학교 대학원 물리치료학과,  
<sup>2</sup>대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

### Comparison of Muscle Activity in Proximal Muscle of Lower Extremities during Lunge according to the Anterior-posterior Distance of Foot Position

Hoon-Young Park, PT, BSc · Nan-Hyang Kim, PT, MSc<sup>1</sup> · Yong-Jun Cha, PT, Ph.D<sup>2†</sup>

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Daejeon University

Received: October 3, 2018 / Revised: October 8, 2018 / Accepted: November 4, 2018

© 2018 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** This study was conducted to compare the muscle activity of the proximal muscles of the lower limb according to the distance between the front and rear foot during lunge and to determine the most effective foot position for activation of the proximal muscle in the limb.

**METHODS:** A total of 49 young adults were enrolled in this study. All subjects performed lunge by positioning the big toe of the back foot and the heel of the front foot at intervals of 40%, 60%, and 80% of the subject's own leg length. Muscle activity of the vastus medialis oblique, rectus femoris (RF), vastus lateralis oblique (VLO), gluteus medius, biceps

femoris, and semitendinosus (ST) was then measured during three intervals of lunge operation. Each operation was measured three times for 10 seconds each, after which the average value was calculated and analyzed.

**RESULTS:** There were significant differences in muscle activities of RF, VLO, and ST among the three intervals of the foot ( $p < .05$ ). Post hoc, comparisons revealed lunge at 40% intervals resulted in higher RF and VLO activity than at 60% and 80% intervals ( $p < .05$ ). In the semitendinosus muscle, 80% leg length intervals showed higher muscle activity than 40% ( $p < .05$ ).

**CONCLUSION:** Strengthening of the proximal muscles of the lower extremities during lunge exercise is considered to be most effective when placing the fore- and rear foot at intervals corresponding to 40% of the leg length.

**Key Words:** Distance, Electromyography, Muscle strength, Lunge exercise

†Corresponding Author : Yong-Jun Cha  
cha0874@dju.kr, <https://orcid.org/0000-0002-8553-7098>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서론

무릎 관절의 구조는 엉덩 관절과 발목 관절보다 외부로 노출되어 있으며 하지의 넙다리뼈와 정강뼈를 연결하는 지렛대 역할을 한다(Bae et al., 2001). 이로 인해 무릎관절 손상이 빈번히 야기되며, 해부학적으로도 구조적으로 불안정한 관절이다(Han, 2004).

무릎 관절에서 흔하게 발생하는 질환에는 골관절염, 관절 주변부의 인대 손상, 점액낭염, 넙다리네갈래근의 염좌, 무릎 반월판 손상과 무릎넙다리통증증후군 등으로 다양하다(Choi, 2018; Jun and Park, 2015). 이 중에서 무릎넙다리통증증후군(patellofemoral pain syndrome; PFPS)은 대표적인 무릎관절 주변부의 증상으로서 요즈음에는 관절염과 함께 스포츠 분야나 정형외과에서 가장 흔한 증상이 되었다(Coburn et al., 2018). 이러한 무릎넙다리통증증후군은 하지의 부정렬과 연부 조직의 뻣뻣함, 근력 약화, 유연성 감소, 과한 운동 등의 여러 가지 복합적 요소들이 관절과 연골에 부하를 증가시켜 무릎넙다리관절 앞쪽에 통증과 불안정 등의 증상을 야기시키고 있다(Dixit et al., 2007; Fredericson and Yoon, 2006).

무릎넙다리통증증후군을 예방하기 위해서는 하지부 근육의 근력강화 운동이 필수적이다(Witvrouw et al., 2003). 일반적으로 무릎 관절 주변부 근육을 강화하기 위하여 실시되고 있는 운동에는 스쿼트(squat), 런지(lunge), 스텝업(step-up)과 같은 닫힌 사슬 운동이 있다.(Gryzlo et al., 1994; Kwon et al., 2012). 런지와 스텝업 운동의 경우, 넙다리네갈래근을 신장시키는데 효과적이기 때문에 스쿼트 운동에 비하여 안쪽넓은근 근력 강화에 더 효과적인 것으로 보고되고 있다(Ekstrom et al., 2007). 특히 런지 운동은 체력과 민첩성, 근지구력 등의 다양한 하지의 신체적인 능력이 필요하기 때문에 닫힌 사슬 운동 중에서 난이도가 비교적 높은 운동이며(Kuntze et al., 2010), 넙다리네갈래근의 원심성 수축 및 가쪽넓은근에 대한 안쪽넓은근의 근활성도 비율을 높여 무릎주위 근육의 좌, 우 근력 균형유지에 효과적이기 때문에 무릎주위 부 관절 손상 예방 및 손상으로 인한 초기 재활에 중요한 운동으로 자리매김하고 있다

(Ekstrom et al., 2007; Escamilla et al., 1998).

이와 같은 런지 운동의 효과를 극대화하기 위하여 발목관절의 각도 변화에 따른 근활성도를 비교한 연구와 무릎관절의 각도 변화에 따른 근활성도를 비교한 연구들이 이루어져 생체 역학적인 분석을 동반한 운동이 실시되고 있다(Dill et al., 2014; Krause et al., 2011; Tang et al., 2001). 일반적으로 실시되어지고 있는 스쿼트 운동의 경우는 발의 위치를 좌, 우 어깨 너비 간격으로 벌리고 시행하여 대상자 개개인의 신체적 특성에 크게 영향을 받지 않고 유사한 운동효과를 얻을 수 있다(McCaw and Melrose, 1999). 하지만 런지 운동은 운동 방법의 특성상 발의 앞, 뒤 위치에 따른 근육 활성도가 차이 날 수밖에 없다(Kim et al., 2013). 그럼에도 불구하고 지금까지 런지 동작 시 발의 앞, 뒤 위치에 따른 하지부 근육의 근활성도를 비교한 연구는 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 20대의 젊은 성인들을 대상으로 앞발과 뒷발의 간격에 따른 하지 근위부 근육의 근활성도 차이 유, 무를 파악하여 하지 근위부 근력 강화에 가장 효과적인 런지 운동 방법을 제시하기 위하여 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 D대학교에 재학 중인 20대의 젊은 성인들을 대상으로 실시하였다. 대상자의 선정기준은 본 연구의 측정 자세인 런지 동작이 가능한 자, 양하지의 관절이나 근육에 통증이나 정형외과적 신경학적 질환, 수술에 대한 과거 이력이 없는 자, 근력과 근 긴장도 및 보행에 이상이 없는 자로 하였다. 대상자의 제외 기준은 전극의 부착 부위에 개방성 상처가 있는 자, 신체의 통증이나 질환으로 인하여 통원치료나 약물을 복용 중인 자, 최근 6개월 간 근력 강화 운동을 한 자로 하였다. 모든 연구 참여 대상자들에게 실험 전에 실험에 대한 충분한 설명을 실시하였으며, 대상자들의 이해를 바탕으로 동의 하에 연구를 시행하였다.

본 실험의 목표 대상자 수는 50명이었다. 윈도우용 G\*Power 3.1.9.2 프로그램을 이용하여 효과크기는 .25, 검정력 .95, 앞발과 뒷발의 3가지 간격에 따른 통계적

Table 1. General Characteristics of all Subjects

Variable	M±SD	Range
Age (years)	22.10±1.78 <sup>a</sup>	19~26
Height (cm)	167.96±9.16 <sup>a</sup>	153~186
Weight (kg)	67.00±14.83 <sup>a</sup>	46~110
Sex (male/female)	25/24	

<sup>a</sup>Values are expressed as the means±standard deviations or numbers.

유의성 검정을 위하여 산출된 최소 표본 크기는 45명이었다. 탈락을 10%를 고려하여 49명으로 산출하였다. 대상자의 선정조건과 제외조건에 따라 본 연구에 최종적으로 49명이 선정되었으며, 연구대상자의 평균 연령은 22.10세였고, 평균 신장은 167.96 cm, 평균 체중은 67 kg이었다(Table 1). 모든 대상자들은 본 연구의 목적, 방법에 대한 충분한 설명을 들었으며, 본 연구에 자발적으로 참여하기로 동의하였다. 본 연구는 기관연구윤리심의위원회(IRB)의 승인을 득한 후 연구를 실시하였다(승인 번호 1040647-201806-HR-011-03).

## 2. 측정 방법 및 도구

본 연구는 런지 동작 시 앞발과 뒷발의 간격을 정량화 하고 대상자의 신체적 특성을 고려한 발의 위치 적용을 위하여 대상자 개인의 다리 길이를 측정하여 대상자 다리길이의 40%, 60%, 80%의 간격으로 앞발과 뒷발을 위치시켜 런지 동작을 실시하였다.

각 대상자들의 런지 동작(40%, 60%, 80%)을 무작위 순서로 배정하여 근활성도를 측정하기 위해 제비뽑기를 하여 뽑은 순서대로 측정을 하였다. 근활성도를 측정할 우세측 다리는 바닥에 있는 공을 차도록 한 후 공을 차는 발로 결정하였다. 각 런지 동작은 회 당 10초씩 등척성 수축으로 자세를 유지하도록 하였으며, 사전에 전극이 부착된 6개 근육으로부터 8초 동안 근전도 신호를 수집하였다. 3회 반복을 통하여 얻어진 근전도 신호의 평균값을 자료 분석에 사용하였다.

세 가지의 런지 동작을 실시하는 동안 정적인 자세의 유지를 위하여 양손을 양 옆구리에 얹고 양다리를 본인의 어깨 너비로 수평으로 벌린 뒤 발의 위치를 중립으로 한 상태에서 시작하였다. 등과 허리는 곧게 편 채 일직



Fig. 1. Lunge at a distance of 40% of the leg length (a: starting position, b: ending position)

선으로 뒤로 향하게 한 후 앞쪽 다리의 무릎을 90도 굽히고 뒤쪽 무릎을 땅에 닿는 느낌으로 몸이 내려가도록 하였다(Yeo et al., 2016)(Fig. 1). 측정을 시작하기 전 런지 동작에 대한 교육을 충분히 실시하였으며, 반복 측정으로 인한 피로를 최소화하기 위하여 각 동작 사이 3분간 휴식을 취하도록 하였다.

### 1) 다리길이 측정

다리 길이의 측정을 위해 대상자를 침대에 바로 누운 자세를 취하게 한 뒤 측정 부위가 몸통의 중심과 무릎관절 사이의 중심, 그리고 발목관절 사이의 중심이 일직 선상에 놓이도록 맞춘 후 측정하였다. 다리 길이는 위 앞엉덩뼈가시와 발목 관절 내측의 복사뼈까지의 길이를 센티미터용 줄자(Resultswa, Deli, China)를 이용하여 측정하였다. 위 앞엉덩뼈가시는 배꼽방향으로 위 앞엉덩뼈가시의 가장 튀어나온 부분이며, 발목관절 내측 복사뼈는 발 내측의 복사아뼈의 가장 튀어나온 부분이다(Kwon et al., 2012). 측정을 위하여 훈련된 측정자가 3회 측정하여 측정치의 평균값을 사용하였다.

## 2) 근활성도 측정

런지 동작 시 자세 유지에 작용하는 안쪽빗넓은근, 넓다리네갈래근, 가쪽빗넓은근, 중간볼기근, 넓다리두갈래근, 반힘줄근의 근활성도 측정을 위하여 8채널 표면근전도 측정장비(Noraxon Myosystem 1200 EMG, Noraxon Inc., USA)를 사용하였다. 표면근전도 도구인 Noraxon Myosystem 1200은  $\pm 100$  nV의 감도, 10 M $\Omega$  이상의 차동 입력 임피던스, 60 Hz에서 100 dB보다 큰 공통모드제거비(CMRR) 및 10-500 Hz의 주파수 응답을 제공한다(Ekstrom et al., 2003). 근전도 신호를 수집하기 위해 표본 추출률(sampling rate)은 1,000 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭(band width)은 40-250 Hz로 하였다. 수집된 신호는 완파정류(full wave rectification)로 한 뒤, 실효치값(root mean square)을 컴퓨터에 저장하였으며, 모든 데이터는 MyoReserach xp 2.02 소프트웨어(Noraxon Inc., USA)를 사용하여 처리하였다. 세 가지 런지 동작 각각의 동작 수행 시, 처음과 마지막의 각 2초를 제외한 6초간 측정된 근활성도 신호를 자료 분석하였다.

전극 부착 부위는 넓다리골은근의 경우 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine, ASIS)와 무릎뼈의 중앙을 이은 선의 1/2되는 지점에 부착하였고, 가쪽넓은근의 부착 부위는 위앞엉덩뼈가시와 무릎뼈의 가쪽을 이은 선의 2/3 지점에 부착하였다. 안쪽빗넓은근의 경우 위앞엉덩뼈가시와 무릎뼈 안쪽을 이은 선의 4/5 되는 지점에 부착하였다(Cram, 1998). 뒤넓다리근의 경우, 궁둥뼈 결절의 15 cm 아래쪽 넓다리두갈래근 중 내측에 위치한 중앙 부위에 부착하였다. 중간볼기근의 부착 부위는 위앞엉덩뼈가시와 엉덩뼈 능선 사이의 거리에 근위부 1/3 지점에 근섬유와 평행하게 부착하였다(Cram, 1998).

측정에 사용된 6가지 근육의 근전도 신호를 표준화하기 위하여 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 측정하여 %MVIC로 정량화하였다(Cram, 1998). 넓다리골은근, 안쪽빗넓은근, 가쪽빗넓은근의 최대 수의적 등척성 수축 시의 근전도 신호를 측정하기 위해 대상자를 발이 바닥에 닿지 않은 상태로 테이블에 걸터앉도록 하였다. 측정자는 대상자에게 무릎 관절을 90도 굽힘으로 유지하여 시작 자세를

취하도록 지시한 후, 대상자가 무릎관절을 최대의 힘으로 펴는 동작을 시도하는 동안 측정자는 발목 관절 위쪽에 저항을 주어 최대 수의적 등척성 수축이 일어나도록 하였다(Kwon and Shin, 2014). 중간볼기근은 대상자를 옆으로 누운 자세에서 다리를 곧게 편 상태로 엉덩 관절을 20도 벌림, 10도 바깥 돌림을 유지하도록 지시한 후, 측정자가 대상자의 발목 관절 위쪽을 잡고 아래로 저항을 가할 때 대상자가 최대의 힘으로 엉덩 관절을 벌림 할 때의 근전도 신호를 측정하였다(Kendall et al., 2005). 뒤넓다리근은 대상자가 엎드린 자세에서 무릎 관절을 펴도록 한 뒤 측정자가 대상자의 발목 관절 위쪽에서 아래쪽 방향으로 저항을 가하는 동안 대상자가 최대의 힘으로 무릎 관절을 굽힐 때의 최대 수의적 등척성 수축 시 근전도 신호를 측정하였다(Kendall et al., 2005). 모든 측정은 7초 동안 측정하였으며 처음과 마지막의 각 2초, 총 4초를 제외한 3초 동안 측정된 근전도 신호를 MVIC 값으로 사용하였으며, 충분히 훈련된 측정자가 측정하였다.

## 3. 자료 분석

대상자의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 기술통계를 실시하였고, 세 가지의 런지 동작에 따른 6가지의 하지 근위부 근육의 근활성도를 비교하기 위하여 일요인 반복측정 분산분석(one factor repeated measures of ANOVA)을 실시하였다. 각 근육별 사후 검정은 Bonferroni 검정을 실시하였다. 통계적 유의성 검정을 위하여 유의수준( $\alpha$ )은 .05로 하였고, 수집된 자료는 윈도우용 SPSS 25.0 (SPSS Inc., IBM, USA)을 사용하여 분석하였다.

## III. 연구결과

1. 세 가지 런지 동작에 따른 각 근육의 근활성도 비교  
세 가지 런지 동작에 따른 각 근육의 근활성도를 비교한 결과 넓다리골은근, 가쪽빗넓은근, 반힘줄모양근에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 안쪽빗넓은근과 중간볼기근, 넓다리두갈래근에서는 세 가지 런지 동작에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이지

Table 2. Comparison of EMG Activity of Each Muscle during Lunge

Muscle	40%	60%	80%	F (p)
VMO	151.87±38.69 <sup>a</sup>	148.14±39.79	144.46±35.171	2.805(.071)
RF	127.16±61.26	107.11±50.15	90.81±47.24	27.392(<.001)
VLO	208.86±89.57	187.82±83.24	171.94±83.72	24.608(<.001)
G-medius	35.39±19.95	34.80±19.41	33.67±17.45	.689(.507)
BF	40.95±24.52	41.09±24.29	45.40±30.75	1.185(.315)
ST	46.33±62.05	41.03±16.17	48.41±24.06	3.581(.036)

<sup>a</sup>Values are presented as the means (standard deviations)

VMO, vastus medialis oblique ; RF, rectus femoris ; VLO, vastus lateralis oblique ; G, gluteus ; BF, biceps femoris ; ST, semitendinosus.

Table 3. Pairwise Comparisons of EMG Activity Changes, as Determined by Paired t-test

Muscles	I group	J group	MD (I-J)	t
RF	40%	60%	20.1	4.850 <sup>a</sup>
		80%	36.4	6.917 <sup>b</sup>
		80%	16.3	6.618 <sup>c</sup>
VLO	40%	60%	21.0	6.225 <sup>a</sup>
		80%	36.9	6.953 <sup>b</sup>
		80%	15.9	4.573 <sup>c</sup>
ST	40%	60%	5.3	.621
		80%	-2.5	-.274
		80%	-7.8	-2.635 <sup>c</sup>

RF, rectus femoris ; VLO, vastus lateralis oblique ; ST, semitendinosus ; MD, mean difference.

<sup>a</sup>Significantly different in the 40% and 60% groups (P<.05).

<sup>b</sup>Significantly different in the 40% and 80% groups (P<.05).

<sup>c</sup>Significantly different in the 60% and 80% groups (P<.05).

않았다(p>.05)(Table 2).

넙다리곧은근은 다리 길이 40% 간격의 런지 동작 시 127.16%MVIC로 60% 간격의 런지 동작보다 15.8%, 80% 간격의 런지 동작보다 28.6% 더 높은 근활성도를 나타내었다(p<.05). 가쪽빗넓은근은 40%의 간격으로 런지 동작을 실시하였을 때 208.86%MVIC로 60% 간격보다 10.1%, 80% 간격보다 17.7% 더 높게 나타났(p<.05). 반힘줄모양근은 80%의 간격 시 48.8%MVIC로 60% 간격보다 16% 더 높은 근활성도를 보였다(Table 3).

#### IV. 고찰

본 연구는 정상 성인을 대상으로 무릎넙다리관절 주변 근육의 근력강화를 위하여 실시되고 있는 런지 운동에서 가장 효과적인 앞발과 뒷발의 위치를 제시하는데 궁극적인 목적이 있다. 세 가지의 런지 자세에 따른 하지 근위부 근육의 근활성도를 비교한 결과, 대상자 다리 길이의 40% 길이에 해당되는 거리를 앞발과 뒷발의 간격으로 적용한 런지 동작이 60%, 80% 간격에 비하여 넙다리곧은근과 가쪽빗넓은근 근활성도가 더

높게 나타났다. 반힘줄모양근은 경우 80% 간격에서 세 간격 중 가장 높은 근활성도를 보였지만 40% 간격과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 다리 길이의 40% 길이에 해당되는 거리를 런지 동작 시 앞발과 뒷발의 간격으로 적용하는 방법이 하지 근위부 근육의 근력 강화에 가장 효과적인 운동 방법임을 의미한다.

본 연구에서 넙다리곧은근은 다리길이의 40% 간격에서 127(%MVIC), 60% 간격에서 107(%MVIC), 80% 간격에서 91(%MVIC) 근활성도가 나타났다. 다리길이의 40% 간격에서 가장 높았고, 60% 간격과 80% 간격에 비하여 각각 20%, 36% 더 높은 근활성도가 나타났다. 이러한 결과는 40% 간격으로 유지한 런지 동작이 다른 두 동작 보다 체중지지면이 상대적으로 좁아져 이를 유지하기 위한 자세 전략으로 근육 수축이 더 유발되었기 때문으로 생각된다. 지지면의 특성에 따른 스쿼트 운동 시 몸통과 하지 근육의 근활성도를 분석한 선행연구에서는 지지면이 불안정해질수록 넙다리곧은근의 근 활성도가 확연히 높아진다고 한 결과는 지지면의 차이에 따른 넙다리곧은근의 근활성도에 차이를 보인 본 연구의 결과를 뒷받침하고 있다(Choi et al., 2015). Yeo 등(2016)의 연구에서는 런지 동작 시 앞쪽 다리가 신체의 중심을 유지하는 역할을 하기 때문에 넙다리곧은근에서 근활성도가 높게 나타난다고 하였다. 이는 40% 간격이 런지 동작 시 신체 중심 유지에 가장 효과적인 앞발과 뒷발의 간격이 될 수 있음을 의미한다.

본 연구에서 가쪽빗넓은근은 넙다리곧은근과 마찬가지로 다리길이의 40% 간격에서 209(%MVIC), 60% 간격에서 188(%MVIC), 80% 간격에서 172(%MVIC) 근활성도가 나타났다. 다리길이의 40% 간격에서 가장 높았고, 60% 간격과 80% 간격에 비하여 각각 21%, 37% 더 높은 근활성도가 나타났다. 외발스쿼트를 통해 지지면의 변화가 하지의 근 활성도에 미치는 영향을 확인한 선행연구에서는 지지면이 불안정해질수록 가쪽빗넓은근의 근 활성도가 증가한다고 하였다(Suk et al., 2014). 이는 지지면의 앞, 뒤 간격 감소가 지지면 불안정 요소로 작용하였음을 감안할 때 우세측 하지의 가쪽빗넓은근 근활성도가 40% 간격에서 가장 높게 나타난

본 연구 결과와 유사한 것으로 판단된다. Park 등(2008)의 연구에서는 무릎넙다리 통증 증후군을 가진 성인들은 스쿼트 동작을 실시할 때 정상인에 비하여 가쪽빗넓은근의 근활성도가 현저하게 낮게 나타났기 때문에 가쪽빗넓은근의 근력강화가 필요하다고 하였다. 런지 동작과 스쿼트 동작은 닫힌운동사슬에서 시행하는 하지 근력 강화 프로그램임을 고려해볼 때, 본 연구에서의 40% 간격의 런지 동작은 무릎넙다리통증증후군 환자의 가쪽빗넓은근 근력 강화 운동 프로그램에도 이용될 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구에서 반힘줄모양근은 80%의 간격에서 근활성도가 가장 높게 나타났지만 40% 간격과는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 반힘줄모양근을 선택적으로 활성화 하기 위해서는 80% 간격이 효과적일 수 있겠지만, 40%와는 유의한 차이가 없었으므로 40% 간격에서 런지 운동을 하는 것이 하지 근위부의 근활성도 증가에 가장 효과적인 것으로 판단된다.

본 연구에서는 앞발과 뒷발의 간격을 주요 변수로 설정하였다. 발목의 위치는 중립자세를 취하였다. 그 이유는 발목 각도가 바깥돌림 되었을 경우와 중립 위치로 되었을 경우에 런지 동작 시 활성화되는 근육이 차이를 보였으며, 중립의 위치가 바깥돌림 위치보다 하지 근위부 근육의 근활성도 증가에 더 효과적이었기 때문이다(Park et al., 2010).

본 연구 결과를 일반화하여 적용하기에는 제한점이 있다. 우선, 본 연구는 연구 대상자를 20대의 젊은 성인을 대상으로 하였기 때문에 임상적으로 적용하기에는 일부 무리가 따른다. 또한 런지 운동의 지속적인 효과를 파악할 수 없었다. 하지만 본 연구는 개인의 신체적 특성을 고려하지 않은 막연한 자세에서 실시되고 있는 런지 동작을 하지의 다리 길이를 계산하여 하지 근위부 근육 활성화에 가장 효과적인 앞발과 뒷발의 간격을 구체적으로 제시하였다는 점에서 임상적으로 이용될 가치가 충분할 것으로 판단된다. 향후 연구에서는 본 연구의 제한점을 보완한 증상이 있는 대상자 확보, 지속적인 운동 효과를 파악하는 등의 보다 일반화에 근접할 수 있는 런지 운동 방법을 제시할 수 있는 연구들이 활발히 이루어지길 기대한다.

## V. 결론

본 연구는 런지 동작 시 무릎넓다리 관절 주변부 근육 활성화에 가장 효과적인 앞발과 뒷발의 간격을 제시하기 위하여 실시하였다. 그 결과, 앞발과 뒷발의 간격을 다리길이의 40%에 해당되는 길이를 적용하였을 때 넓다리곧은근과 안쪽빗넓은근의 근활성도가 가장 높게 나타났다. 따라서 런지 운동 시 하지 근위부 근육의 근활성도를 가장 효과적으로 증가시키기 위해서는 다리 길이의 40%에 해당되는 간격으로 적용할 것을 제안한다.

## References

- Bae SS, Kim HB, Lee SY, et al. A review of patellofemoral angle. *J Korean Soc Phys Ther.* 2001;13(1):197-204.
- 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.
- Choi NY, Jang HS, Shin YA. The Effect on Muscle Activation in Trunk and Low-limbs during Squat Exercise on Various Instability Surface. *Korean J Sport Stud.* 2015;54(1):505-14.
- Coburn SL, Barton CJ, Filbay SR, et al. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: A systemic review including meta-analysis. *Phys Ther Sport.* 2018;33(9):33-96.
- Cram J. Introduction to surface electromyography. Aspen Publishers. 1998.
- Dill KE, Begalle RL, Frank BS, et al. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train.* 2014;49(6):723-32.
- Dixit S, Difiori JP, Burton M, et al. Management of patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician.* 2007;75(2):194-202.
- Earl JE, Vetter CS. Patellofemoral pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2007;18(3):439-58.
- 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.
- Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg GL. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(5):247-58.
- Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(4):556-69.
- Fredericson M, Yoon K. Physical examination and patellofemoral pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85(3):234-43.
- Gryzlo SM, Patek RM, Pink M, et al. Electromyographic analysis of knee rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(1):36-43.
- Han SW. Effect of rehabilitation exercise and neuromuscular electrical stimulation on visual analysis scale and on functional capacity performed for 8 weeks in a patient with patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther Kor.* 2004;11(3):33-42.
- Jun JH, Park MC. The effect of stair exercise with restriction blood flow on knee extensor muscle. *J Korean Soc Med.* 2015;10(4):9-14.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance G, et al. Muscles: testing and function with posture and pain. Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
- Kim HR, Song YJ, Moon SG, et al. The influence of electromyographic activation on gluteus medius and tensor fascia lata by functional leg length discrepancy in women's university students during lunge. *Korean Acad Orthop Man Ther.* 2013;19(2):39-46.
- Krause DA, Cloud BA, Forster LA, et al. Measurement of ankle dorsiflexion: A comparison of active and passive techniques in multiple positions. *J Sport Rehabil.*

- 2011;20(3):333-44.
- Kuntze G, Mansfield N, Sellers W. A biomechanical analysis of common lunge tasks in badminton. *J Sports Sci.* 2010;28(2):183-91.
- Kwon OK, Shin SW. Effects of closed and open kinetic chain exercises on knee extensor strength and balance in patients with early stroke. *J Korean Soc Phys Med.* 2014;9(2):223-31.
- Kwon SB, Yi YJ, Han HI, et al. Leg length inequality, habitual posture, and pain in women's college students. *J Muscle Joint Health.* 2012;19(1):27-36.
- Kwon YJ, Park SJ, Kim K. The effect of open and closed chain exercise on lower extremity muscle activity in adults. *J Korean Soc Phys Med.* 2012;7(2):173-82.
- McCaw ST, Melrose DR. Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(3):428-36.
- Park SR, Lee MG, Choi SM. Comparison of electromyographic activity of quadriceps during Lunge according to ankle positions in ssireum players with patellofemoral pain syndrome. *Exer Sci.* 2010;19(3):219-30.
- Park SY, Kim JW, Nho HS. Vastus medialis oblique and vastus lateralis electromyographic activities during closed kinetic chain exercises in male athletes with and without patellofemoral pain syndrome. *Korea J Sport Sci.* 2008;17(1):487-95.
- Suk MH, Wang SY, Shin YA. Effect of electromyographic lower-limb muscle activity in single leg squat motion with loading and various unstable surface. *J Coach Devel.* 2014;16(3):133-42.
- Tang SF, Chen CK, Hsu R, et al. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(10):1441-5.
- Witvrouw E, Cambier D, Danneels L, et al. 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.
- Yeo SJ, Yoon SD, Park GD. A comparison muscle activity of lower limb muscle for men in their 20s during lunge motion and kettlebell swing. *Korean J Sport Sci.* 2016;25(5):1219-6.