

Original Article

Open Access

정상인에 적용한 PNF 하지 패턴이 반대측 하지의 선택적 근수축에 미치는 영향

강태욱 · 정주현†

위크재활의학과병원 물리치료실, ¹김해대학교 물리치료과

Effect of PNF Lower Extremity Pattern on Selective Muscle Contraction of the Contralateral Lower Extremity in Healthy Subjects

Tae-Wook Kang, P.T., Ph.D. · Ju-Hyeon Jung, P.T., Ph.D.[†]

Department of Physical Therapy, Walk Rehabilitation Hospital

¹Department of Physical Therapy, Gimhae College

Received: April 13, 2020 / Revised: May 1, 2020 / Accepted: May 7, 2020

© 2020 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) lower extremity pattern on the dominant leg on muscle activity of the lower extremity supported by the ground.

Methods: The subjects were 20 healthy males living in Busan. All subjects performed four direction PNF lower extremity patterns, and data were collected by surface electromyography from the gluteus medius (GM), tensor fascia latae (TFL), vastus medialis oblique (VMO), vastus lateralis oblique (VLO), and semitendinosus (STD) muscles of the opposite lower extremity during PNF lower extremity pattern. The PNF lower extremity pattern applied to the dominant leg was (1) flexion/adduction/external rotation with knee flexion; (2) extension/abduction/internal rotation with knee extension; (3) flexion/abduction/internal rotation with knee flexion; and (4) extension/adduction/external rotation with knee extension pattern, repeated 3 times per pattern and using the average value of the collected results. Collected muscle activity values were analyzed by one-way ANOVA, and post-hoc Tukey testing was performed to check between-group differences. The statistical significance level was set at $\alpha = 0.05$.

Results: GM and TFL flexion/abduction/internal rotation pattern with knee flexion was significantly higher than other patterns. VMO and VLO extension/adduction/external rotation pattern with knee extension was significantly higher than other patterns. STD flexion/adduction/external rotation pattern with knee flexion was significantly higher than other patterns.

Conclusion: The study confirms differences in lower extremity muscle activity for the PNF lower extremity pattern, indicating that selective muscle contraction induction is possible using a pattern appropriate to the purpose of treatment.

Key Words: PNF, Lower extremity pattern, Contralateral effect, Electromyography

†Corresponding Author : Ju-Hyeon Jung (hyuni610@naver.com)

I. 서론

하지 근육은 신체의 균형과 안정성에 중요한 역할을 하고 있으며 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절에서의 효율적인 움직임 만든다(Nam, 2011). 하지 근육의 약화는 신체의 움직임 제한과 보행, 균형감각 등의 기능저하로 이어지므로(Fukagawa et al., 1995), 하지 근력 운동은 신체의 손상예방 및 기능증진의 중요한 요소라고 할 수 있다(Barton et al., 2014).

하지 근력을 향상시키기 위해 선행연구에서는 NK 테이블을 이용하여 하지근육에 대한 단축성 수축, 신장성 수축, 정적 수축 훈련을 통해 근력강화를 할 수 있다고 하였으며(Kim et al., 2013), 자전거를 이용한 하지 근력 강화운동은 체중 부하 능력 및 협응능력을 향상시켜 준다고 하였다(Kim, 2008). 이러한 하지 근력 운동방법은 운동기구가 필요하며, 공간을 마련해야 하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 선행연구에서는 도구와 장비를 배치할 공간이 필요 없고 대상자의 능력에 따라 운동강도를 조절할 수 있는 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)을 이용한 근력강화운동을 대안으로 제시하였다(Adler et al., 2014).

PNF는 고유수용기를 자극하여 근력, 지구력, 협응력 등을 향상시켜 신체의 기능을 증진시키는 효과적인 중재방법이다(Klein et al., 2002). PNF의 치료적인 접근방법은 신체의 특정 부분에 대한 접근보다는 신체 전반적인 접근을 통해 말초신경계, 중추신경계, 스포츠재활 등에서 널리 이용되고 있다(Bae, 1993). 또한, 대각선과 나선형의 움직임으로 구성되어 있어 근육의 해부학적인 배열 방향과 일치하여 근수행력을 증진시키는데 효과적이다(Kofotolis et al., 2002). PNF 패턴을 이용한 움직임은 근력 및 지구력, 안정성을 증진시키며, 대단위 운동(mass movement)으로 이루어진 기능적 활동에서 나타나는 움직임과 유사하다(Shanker, 1999). 신체에서 일어나는 대단위 운동은 하지의 움직임에서 많이 나타나며, 하지의 근력 및 지구력 등을 증진시키기 위해 PNF 하지패턴을 많이 적용하고 있다(Koo et

al., 2013).

신체적인 손상을 당하였을 때 근력강화는 필수적이지만, 임상에서는 어떠한 이유로 신체 분절에 대한 직접적인 중재가 불가능한 경우가 많으며, PNF에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 방산(Irradiation)이라는 촉진방법으로 건강한 측에 중재를 가하여 반대측 분절에 영향을 미치는 방법을 사용하고 있다(Kofotolis & Kellis, 2007). 이러한 운동방법을 반대측 훈련(contralateral training) 또는 교차훈련(cross-training)이라고 말한다(Farthing et al., 2007).

반대측 훈련은 손상 받지 않은 신체 분절을 이용하여 손상 받은 신체 분절의 기능을 향상시키는 방법으로 임상에서 많이 적용되고 있다(Hortobagyi et al., 1999). 편측에 실시한 운동이 반대측 근력에 미치는 영향을 알아보기 위한 선행연구에서는 편측 운동이 반대측 및 동측의 감각, 운동 피질영역을 활성화시켜 반대측 사지에 영향을 미친다고 하였다(Munn et al., 2005). 상지의 펌/별립/안쪽돌림 패턴과 하지의 굽힘/모음/가쪽돌림 패턴 적용 시 반대측 하지의 근활성도를 확인한 연구에서는 패턴의 적용이 반대측 하지의 근활성도를 증가시켰고, 상지 패턴 보다는 하지 패턴 적용 시 하지의 근활성도에 더 큰 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다(Kim, 2017). 또 다른 선행연구에서는 정상 성인에게 적용한 4방향의 하지 패턴이 반대측 중간볼기근의 전부, 중부, 후부 섬유에 근활성도에 미치는 영향을 확인한 결과, 펌/별립/안쪽돌림 패턴 시 반대측 중간볼기근의 전부 섬유의 근활성도가 가장 높았고, 굽힘/별립/안쪽돌림 패턴 시 중간볼기근의 후부 섬유의 근활성도가 가장 높았다고 하였다(Park & Lee, 2016).

이처럼 과거에서부터 편측에 PNF 패턴을 적용하여 반대측의 근활성도 변화를 확인한 연구는 많이 시도되어 왔다(Kim, 2017; Kim et al., 2018; Munn et al., 2004). 그러나 지금까지 진행된 선행연구는 제한적인 패턴적용과 일부 근육의 근활성도를 확인한 연구가 대부분이었으며, 패턴적용에 따른 근육의 선택적 근활성도를 확인한 연구는 미흡하였다. 따라서, 본 연구

에서는 우세측 하지에 4방향의 PNF 하지 패턴을 적용하여 반대측 하지의 엉덩관절과 넙다리부위 근육의 근활성도를 확인하고, 선택적 근수축을 유도하는 PNF 하지 패턴을 확인하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 부산시 소재 ○○재활병원에서 근무중인 정상성인 남성 20명을 대상으로 하였다. 해당기관의 게시판에 연구의 목적과 취지에 대한 내용을 공고 하였으며, 자발적으로 연구에 참여하기로 동의한 자 중 신경계 질환이 없는 자, 근육뼈대계 질환이 없는 자, 오른쪽 하지가 우세측인 자를 대상으로 선정하였다.

2. 측정도구 및 방법

본 연구에 참여한 대상자의 하지 근활성도를 측정하기 위해 표면근전도(4D-MT & EMD-11, Relive, Korea)를 사용하였다. 근전도 신호의 표본추출률(sampling rate)은 1,000Hz로 설정하였으며, 주파수 대역폭(digital band-pass filter)은 20~500Hz, 노치 필터는 60Hz를 사용하였다. 전극은 피부의 저항을 최소화하기 위해 부착지점에 소독용 알코올로 깨끗이 닦은 후 부착하였으며, 전극 간 거리는 2cm로 설정하였다. 하지 패턴 수행 시 각 근육의 근전도 신호는 제곱 평균 제곱근(root mean square, RMS)값으로 처리하였다. 측정된 근전도 값을 정량화 하기 위해 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC) 값을 수집하여 %MVIC를 계산하였으며, 각 근육의 MVIC값을 알아보기 위해 근육 검사자세에서 최대 저항을 주면서 대상자가 최대 근력을 발휘할 수 있도록 지시하였다. 모든 근전도 신호값은 5초간 3회 반복하여 수집 하였으며, 처음과 마지막 1초를 제외한 3초

간의 신호값을 사용하였다.

표면근전도 전극의 부착은 대상자의 왼쪽 하지 중간볼기근(gluteus medius), 넙다리근막긴장근(tensor fascia latae), 안쪽넓은근(vastus medialis oblique), 가쪽넓은근(vastus lateralis oblique), 반힘줄근(semi-tendinosus)에 부착하였다. 중간볼기근은 엉덩뼈의 능선과 큰돌기 사이의 거리에서 가까운쪽 1/3 부위, 넙다리근막긴장근은 위앞엉덩뼈가시의 2cm 바로 아래 부위, 안쪽넓은근은 무릎뼈의 위쪽 테두리에서 2cm 안쪽, 가쪽넓은근은 무릎뼈에서 3~5cm 위에서 정중선 바로 옆에 대각선 방향, 반힘줄근은 궁둥뼈결절과 정강뼈의 내측과 사이의 중간지점에 부착하였다(Cram et al., 1998).

3. 중재방법

대상자는 바로 선 자세에서 높낮이 조절이 가능한 테이블에 왼손을 올려놓고, 시선은 정면에 배치한 거울을 바라보면서 자세의 정렬을 유지하도록 하였다. 또한, 체중의 이동을 제한하기 위해 바닥에 고정되어 있는 하지는 움직이지 않도록 구두지지 하였으며, 테이블과 엉덩관절 사이의 거리를 10cm로 설정하여 패턴 적용 시 엉덩관절이 테이블에 닿지 않도록 운동범위를 설정하였다(Comerford & Mottram, 2013).

본 연구에서 적용된 중재방법은 4방향의 PNF 하지 패턴으로, 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림, 무릎관절의 펴를 동반한 펴/별립/안쪽돌림, 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/별립/안쪽돌림, 무릎관절의 펴를 동반한 펴/모음/바깥돌림 패턴을 사용하였다(Fig. 1). 우세측인 오른쪽 하지에 패턴이 적용되는 동안 반대측 하지의 중간볼기근, 넙다리근막긴장근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 반힘줄근에서 발생하는 근활성도를 측정하였다. 하지 패턴의 적용 순서는 무작위로 실시 하였으며, 각각의 패턴은 총3회 실시하여 산출된 측정값의 평균값을 사용하였다. 대상자의 피로를 예방하기 위해 패턴 간 휴식시간은 5분으로 설정하였다.

4. 자료처리 및 분석

본 연구는 정상성인 남성 20명을 대상으로 우세측 하지에 PNF 하지 패턴을 시행하였을 때, 반대측 하지의 선택적인 근활성도에 미치는 영향을 알아보고자 한 것으로, 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 산출하였고, 하지 패턴에 따른 반대측 하지 근활성도 변화를 확인하기 위해 일원배치분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 패턴변화에 따른 하지 근활성도에 차이가 있을 경우 사후검정으로 Tukey를 사용하여 분석하였다. 통계처리는 Window용 SPSS version 22.0을 사용하였으며, 통계적 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에는 건강한 정상성인 남자 20명이 참여하였으며, 평균 연령은 27.10세, 평균 신장은 174.60cm, 평균 체중은 74.45kg 이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=20)

Characteristics	Mean±SD
Gender (M/F)	20/0
Age (years)	27.10±1.71
Height (cm)	174.60±4.65
Body weight (kg)	74.45±14.13

2. 하지 패턴에 따른 반대측 하지 근활성도 변화

중간볼기근과 넙다리근막긴장근은 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/별립/안쪽돌림 패턴에서 유의하게 높았으며($p<0.05$), 안쪽넓은근과 가쪽넓은근은 무릎관절의 폼을 동반한 폼/모음/바깥돌림 패턴에서 유의하게 높았다($p<0.05$). 반힘줄근은 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 패턴에서 유의하게 높았다($p<0.05$)(Table 2).

IV. 고찰

하지의 근력약화는 움직임 조절능력과 보행, 균형 저하를 발생시켜 신체의 불균형을 초래해 통증 발생

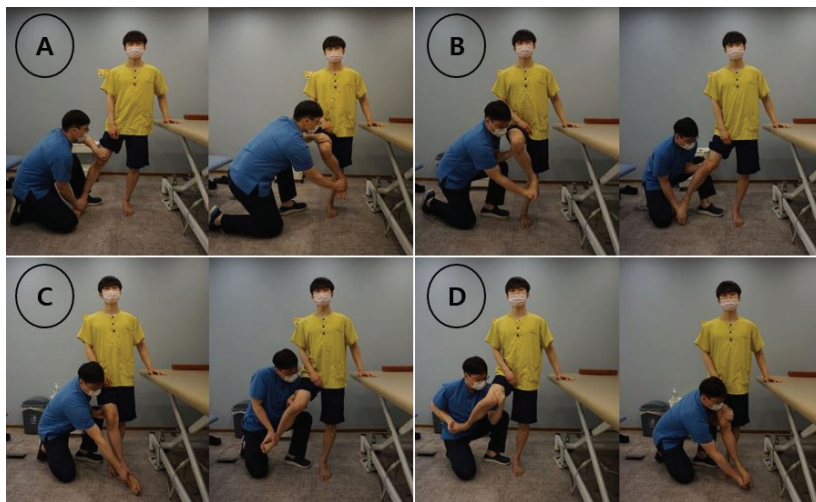


Fig. 1. Lower extremity pattern. (A) Flex/Add/Ext. R with KF, (B) Ext/Abd/Int. R with KE, (C) Flex/Abd/Int. R with KF, (D) Ext/Add/Ext. R with KE

및 신체 손상의 위험을 높이게 된다(Nam, 2011). 선행 연구에서는 하지 근력약화를 예방하기 위해 PNF 패턴을 이용한 저항운동을 적용하였으며(Adler et al., 2014), 신체손상이나 통증으로 인해 움직임이 제한될 경우 반대측 훈련을 통해 손상부위의 간접적 치료를 적용하였다(Kofotolis & Kellis, 2007). 기존의 선행연구에서는 반대측 훈련의 효과를 검증하기 위해 제한된 PNF 패턴과 단일근육의 활성도를 확인하였는데(Kim, 2009; Kim, 2017; Park & Lee, 2016), 본 연구에서는 건강한 20대 성인 남성을 대상으로 4방향의 PNF 하지 패턴을 우측측 하지에 적용하여 반대측 하지의 근활성도 변화를 알아보고, 선택적인 근수축을 유도하는 하지 패턴을 확인하고자 하였다.

본 연구에서는 PNF 하지 패턴의 움직임 방향에 따라 각 근육의 근활성도가 다른 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 별림이 포함된 PNF 하지 패턴을 통해 반대측 중간볼기근의 증가된 근활성도를 확인한 선행 연구와 일치하는 결과이다(Park & Lee, 2016). 중간볼기근은 넙다리뼈의 모음, 안쪽돌림을 통제하는 근육으로 엉덩관절의 안정에 관여한다(Chmielewski et al., 2007). 이때, 중간볼기근의 약화는 체중지지 시 엉덩관절에서의 모음과 안쪽돌림을 유발하여(Powers, 2010), 무릎의 밖굽이 변형(genu valgum)을 발생시킨다(Earl et al., 2001). 본 연구의 결과에서 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/별림/안쪽돌림 하지 패턴 적용 시 반대측

하지의 중간볼기근의 근활성도가 유의하게 증가하여 엉덩관절의 모음과 안쪽돌림을 제어한 결과를 보였다. 이러한 결과는 한다리 지지를 시도하는 동안 지면에 고정된 하지의 중간볼기근이 엉덩관절의 안정성과 정적평형성을 위해 작용하였기 때문이다(Neumann, 2002). 또한, 반대측 하지의 패턴 적용이 지지측 하지의 중간볼기근의 길이변화를 중간범위로 위치하게 하여 근활성도의 증가를 유도하였기 때문이라 사료된다.

넙다리근막긴장근은 엉덩관절의 굽힘, 별림, 안쪽돌림을 만드는 근육으로 바닥에 고정된 하지 쪽으로 골반을 회전시키며, 긴장과 단축이 되었을 때 무릎의 Q-각을 증가시킨다(Gottschalk et al., 1989; McConnell, 1996). 넙다리근막긴장근의 단축은 엉덩관절의 과도한 안쪽돌림을 통해 엉덩관절 충돌 증후군(femoral acetabular impingement, FAI)을 유발하거나 통증을 호소하게 만든다(Sahrmann, 2001). 본 연구결과에서 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/별림/안쪽돌림 하지 패턴 적용 시 반대측의 넙다리근막긴장근이 가장 활성화되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/별림/안쪽돌림 하지 패턴이 중간볼기근의 활성도를 증가시키는 동시에 넙다리근막긴장근의 활성도를 증가시키게 한다는 것을 의미한다. 이러한 결과의 원인은 실험 과정에서 반대측 하지에 과도한 저항이 가해지고 넙다리근막긴장근의 활성

Table 2. Comparison of opposing lower extremity muscle activity according to lower extremity patterns (n=20)

Variable	Flex/Add/Ext. R with KF	Ext/Abd/Int. R with KE	Flex/Abd/Int. R with KF	Ext/Add/Ext. R with KE	F	p
GM	25.50±8.44 _a	19.85±7.23 _a	34.45±16.19 _b	19.06±7.82 _a	9.02	0.01*
TFL	7.04±4.04 _a	11.88±8.81 _a	19.05±9.68 _b	9.04±5.61 _a	10.07	0.01*
VMO	13.60±7.77 _a	11.53±5.93 _a	12.54±7.82 _a	19.67±10.30 _{ab}	4.06	0.01*
VLO	20.38±9.81 _a	18.38±9.10 _a	17.87±7.89 _a	29.15±12.40 _b	5.59	0.01*
STD	35.02±15.26 _a	16.50±23.66 _b	17.31±11.58 _b	22.60±18.75 _{ab}	4.57	0.01*

Mean±SD, *p<0.05

GM: gluteus medius, TFL: tensor fasciae latae, VMO: vastus medialis oblique, VLO: vastus lateralis oblique, STD: semitendinosus, Flex: flexion, Ext: extension, Add: adduction, Abd: abduction, Ext.R: external rotation, Int.R: internal rotation, KF: knee flexion, KE: knee extension

Different letter (a, b, ab) indicate statistically significant (p<0.05).

도를 증가시킨 결과라고 생각된다. 넓다리근막긴장근과 중간볼기근의 비율로 재분석해보면 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/벌림/안쪽돌림 하지 패턴은 1:1.78을 비율을 보이고 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 하지 패턴은 1:3.5의 비율을 보였다. 이러한 결과는 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 하지 패턴이 넓다리근막긴장근의 활성도를 억제한 상태에서 효과적으로 중간볼기근을 작용시킬 수 있는 하지 패턴이라는 것을 의미한다. 그러나 많은 선행연구에서는 과도한 저항을 통제하고 근육의 비율을 고려한 적용에 대한 언급은 하고 있지 않다(Kim et al., 2018). 따라서, 임상에서 반대측 하지에 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/벌림/안쪽돌림 패턴을 적용할 때 저항의 강도를 적절히 조절하고, 각 근육의 적절한 비율을 고려한 적용이 필요하다고 생각된다.

안쪽넓은근과 가쪽넓은근은 무릎관절의 안정성과 기능적인 움직임을 만들어주는 근육으로, 두 근육의 균형은 무릎에서 중요한 요소이다(Hanten & Schulthies, 1990). 선행연구에서는 정상 성인 여성을 대상으로 하지 패턴을 적용하여 반대측 무릎관절 펴기의 근력과 지구력이 증가하였다고 보고하였다(Kofotolis & Kellis, 2007). 본 연구에서도 무릎관절의 펴기를 동반한 펴기/모음/바깥돌림 하지 패턴 적용 시 반대측 하지의 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 무릎관절의 펴기를 동반한 펴기/모음/바깥돌림 하지 패턴을 통해 큰모음근을 자극하여 큰모음근에서 시작되는 안쪽넓은근이 활성화되고, 하지의 모음동작이 지지축 하지로 체중심을 이동하게 하여 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도가 증가된 것으로 볼 수 있다.

안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근력약화와 협응감소는 무릎의 안정성에 문제를 야기하고 무릎넓다리 통증 증후군(patellofemoral pain syndrome, PFPS)을 발생시킨다(Labella, 2004). 특히, 안쪽넓은근의 약화는 가쪽넓은근의 상대적 우세로 무릎뼈의 외측 당김을 초래하여 무릎의 밖굽이를 증가시켜 통증을 유발한다(Pal et al., 2011). 선행연구에서는 가쪽넓은근과 안쪽

넓은근의 근활성도 비율이 1:1이 되는 것을 이상적이라고 하였는데(Kim et al., 2018), 본 연구결과에서는 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/벌림/안쪽돌림 패턴 시 가쪽넓은근과 안쪽넓은근의 근활성도 비율이 가장 이상적인 비율에 가까웠다. 이러한 결과는 임상의 치료에서 가쪽넓은근과 안쪽넓은근의 선택적 근수축과 근수축 비율 향상의 목적에 따라 선택적으로 패턴을 선정해야 함을 보여주는 결과라 사료된다.

넓다리 뒤쪽에 위치하고 있는 반힘줄근은 무릎의 굽힘, 엉덩관절의 폼 움직임을 만드는 근육이다(Neumann, 2002). 한발서기를 수행하는 동안 무릎의 안정성을 확보하기 위해 무릎의 굽힘근과 폼근에 근활성도의 적절한 조절이 필요한데, 이것은 자가억제(autoogenic inhibition) 기전에 근거한다(Kim et al., 2011; Neumann, 2002). 본 연구의 결과에서 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 패턴 시 반힘줄근의 활성도가 가장 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 통해 단편적으로 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 패턴이 반힘줄근을 활성화하기에 좋은 패턴으로 오해할 수 있다. 그러나 무릎의 안정성 측면에서 안쪽넓은근과 반힘줄근의 비율을 분석한 결과 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 패턴이 1:2.57로 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/벌림/안쪽돌림 패턴의 1:1.38 보다 근육 수축의 비대칭을 더 유발할 수 있음을 확인하였다. 이러한 결과는 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 패턴이 무릎 굽힘근과 폼근의 비대칭을 증가시켜 무릎의 과도한 폼을 초래할 수 있음을 보여준다. 따라서, 무릎의 폼근과 굽힘근을 동시에 수축시켜 무릎의 안정성을 향상시키는데 효과적인 패턴은 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/벌림/안쪽돌림 패턴이라 생각된다.

본 연구의 결과를 종합해보면 PNF 하지 패턴은 반대측 하지의 근활성도에 영향을 줄 수 있으며, 적용하는 하지 패턴에 따라 근활성도가 높아지는 근육이 다른 것을 확인할 수 있었다. 중간볼기근의 단독적인 근활성도 증가를 위해 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/벌림/안쪽돌림 패턴이 가장 효과적이며, 넓다리근

막긴장근의 과활성을 억제한 중간볼기근의 근활성도 증가를 위해 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 패턴이 적절함을 확인하였다. 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 단독적 근활성도 증가를 위해서는 무릎관절의 펴름을 동반한 펴름/모음/바깥돌림이 가장 효과적이며, 반힘줄근의 단독적인 근활성도 증가를 위한 하지 패턴은 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/모음/바깥돌림 패턴으로 나타났다. 또한, 무릎의 안정성 증가를 위해 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 수축비율과 안쪽넓은근과 반힘줄근의 대칭성을 고려한 중재 방법은 무릎관절의 굽힘을 동반한 굽힘/벌림/안쪽돌림 하지 패턴임을 확인하였다.

이러한 결과를 통해 하지 근육의 선택적인 근수축과 무릎관절 안정성 향상을 위한 목적에 따라 적절한 PNF 하지 패턴을 선택하여 선별적 근육훈련이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 그러나 본 연구는 하지의 병변을 가지고 있거나 통증을 호소하는 대상자를 대상으로 진행되지 못하였다. 따라서 향후 연구에서는 하지의 질환자에게 다양한 PNF 하지 패턴을 적용하여 근수축의 차이를 비교한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 건강한 정상성인 남성 20명을 대상으로 우세측인 하지에 PNF 하지 패턴을 적용하여 반대측 하지의 근활성도에 미치는 영향을 확인하였다.

중간볼기근과 넓다리근막긴장근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근, 반힘줄근의 단독적인 근활성도 증가와 엉덩관절 및 무릎관절의 안정화를 위한 PNF 하지 패턴이 다르게 적용될 수 있음을 확인하였다. 따라서 PNF 하지 패턴에 따라 하지 근육의 선택적 수축이 가능하며, 치료의 목적에 따라 적절한 PNF 하지 패턴을 적용해야 할 것이라 생각된다.

References

- Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide, 4th ed. Heidelberg. Springer. 2014.
- Barton CJ, Kennedy A, Twycross-Lewis R, et al. Gluteal muscle activation during the isometric phase of squatting exercises with and without a swiss ball. *Physical Therapy in Sport*. 2014;15(1):39-46.
- Bae SS. A Study of proprioceptive neuromuscular facilitation principles. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*. 1993;5(1):109-114.
- Chmielewski TL, Hodges MJ, Horodyski M, et al. Investigation of clinician agreement in evaluating movement quality during unilateral lower extremity functional tasks: a comparison of 2 rating methods. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2007;37(3): 122-129.
- Comerford M, Mottram S. Kinetic control: the management of uncontrolled movement. Seoul. Elsevier Korea LLC. 2013.
- Cram J, Kasman G, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg. Aspen Publishers. 1998.
- Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. Activation of the VMO and VL during dynamic mini-aquat exercises with and without isometric hip adduction. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2001;11(6): 381-386.
- Farthing JP, Borowsky R, Chilibeck PD, et al. Neurophysiological adaptations associated with cross-education of strength. *Brain topography*. 2007;20(2):77-88.
- Fukagawa NK, Brown M, Sinacore DR, et al. The relationship of strength to function in the older adult. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1995;50(1):55-59.
- Gottschalk F, Kourosh S, Leveau B. The functional anatomy

- of tensor fascia and gluteus medius and minimus. *Journal of Anatomy*. 1989;166(1):179.
- Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Physical Therapy*. 1990;70(9):561-565.
- Hortobagyi T, Scott K, Lambert J, et al. Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. *Motor control*. 1999;3(2): 205-219.
- Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *Journal of aging and physical activity*. 2002;10(4): 476-488.
- Kim CS. Effects of lower limbs strengthening exercise and ergometer bicycle exercise on gait and balance in stroke patients. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2008.
- Kim JM, Kuk EJ, Kim WH, et al. Principles of neural science, 4th ed. Seoul. HN science. 2011.
- Kim KH, Kim BK, Choi JI. Effect of repetition, HR, EMG response of the lower limb muscles and ratio of VM/VL during both feet and one foot squat exercise. *The Korean journal of sport*. 2018;16(3):473-482.
- Kim HG. Comparison of muscle activity in the contralateral lower extremity from the PNF arm pattern and leg patterns. *PNF and Movement*. 2017;15(2):177-183.
- Kim KH, Park SH, Park NW, et al. The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation exercise patterns targeting the lower extremity on lateral muscle activity of the opposite lower extremity in chronic hemiplegia patients. *PNF and Movement*. 2018;16(1):143-150.
- Kim WH. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation on muscle irradiation patterns of the affected side of in stroke patient: a preliminary study. *Korean research society of physical therapy*. 2009;16(2): 59-66.
- Kim YW, Weon JH, Kim TH. Availability of the pendulum test using NK table for spasticity measurement of low extremity. *Journal of Korean Society of Physical Medicine*. 2013;8(2):209-217.
- Kofotolis ND, Kellis E. Cross-training effects of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programme on knee musculature. *Physical Therapy in Sport*. 2007;8(3):109-116.
- Kofotolis N, Vrava IS, Kalogeropoulou E, et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation versus isokinetic training for strength, endurance and jumping performance. *Journal of Human Movement Studies*. 2002;42(1): 155-165.
- Koo BO, Kwon MJ, Kwon YH, et al. Neurophysical therapy. Seoul. Daihak Seorim Co. Ltd. 2013.
- LaBella C. Patellofemoral pain syndrome: evaluation and treatment. *Primary Care: Clinics in office practice*. 2004;31(4):977-1003.
- McConnell J. Management of patellofemoral problems. *Manual therapy*. 1996;1(2):60-66.
- Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*. 2004;96(5):1861-1866.
- Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, et al. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *Journal of Applied Physiology*. 2005;99(5): 1880-1884.
- Nam HJ. The effects of 8weeks modified straight leg raise exercise program on muscular strength, electromyography activation and balance ability of hip joint. Kyung Hee University. Dissertation of Doctorate Degree. 2011.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system. Saint Louis. Mosby Inc. 2002.
- Pal S, Draper CE, Fredericson M, et al. Patellar maltracking correlates with vastus medialis activation delay in patellofemoral pain patients. *The American journal*

- of sport medicine.* 2011;39(3):590-598.
- Park IS, Lee SY. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation leg patterns on activity of gluteus medius at opposite side. *PNF and Movement.* 2016;14(3): 195-202.
- Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *Journal of orthopaedic & sports Physical therapy.* 2010;40(2): 42-51.
- Sahrmann SA. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Missouri. Mosby. 2001.
- Shanker K. Exercise prescription. Philadelphia. Hanley & Belfus Inc. 1999.
- Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *Journal*