

*Original Article*

## 넙다리뒤근이 단축된 성인에게 시행된 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술이 관절가동범위, 근력, 근 두께에 미치는 영향

이준용, 심현보<sup>1)</sup>, 최을정<sup>2)</sup>

서울특별시 북부병원, 물리치료실, 강남세브란스병원, 물리치료실<sup>1)</sup>, 로이병원, 물리치료실<sup>2)</sup>

### The Effect of Muscle Energy Technique and Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization in Adults with Shortened Hamstring on the Range of Motion, Muscle Strength and Muscle Thickness

Jun-yong Lee, Hyun-po Sim<sup>1)</sup>, Yul-jung Choi<sup>2)</sup>

*Dept. of Physical Therapy, Seoul Metropolitan bukbu Hospital*

*Dept. of Physical Therapy, Gangnam Severance Hospital<sup>1)</sup>*

*Dept. of Physical Therapy, Roi Hospital<sup>2)</sup>*

#### ABSTRACT

**Background:** This study aimed to investigate the effects of muscle energy technique (MET) and instrument assisted soft tissue mobilization (IASTM) on knee extension ROM, knee extensor/flexor strength and muscle thickness immediately and after 24 hours.

**Methods:** A total of 30 subjects participated in this study. The participants were assigned to either MET (n=15) or IASTM (n=15). 90-90 straight leg raise, knee extensor/flexor muscle strength, muscle thickness test were measured before, immediately after and 24 hours after the intervention.

**Results:** Both groups significantly improved knee extension ROM on immediate (MET 10.7°, IASTM 10.21° increased) and after 24 hours assessment (MET 5.61°, IASTM 5.47° increased)(p<.05). In the MET group, knee extension and flexion muscle strength increased immediately after intervention (p<.05). In the IASTM group, knee extension muscle strength increased and knee flexor muscle strength decreased immediately after intervention (p<.05). Furthermore, both groups showed a pattern of returning to the initial strength after 24 hours. In both groups, no significant difference in muscle thickness immediately and after 24 hours was observed (p>.05).

**Conclusion:** According to the results of the present study, MET and IASTM technique showed lasting effectiveness in flexibility of shortened hamstring immediately after and in 24 hours after the intervention. In both groups, MET increased muscle strength and increased ROM, while IASTM decreased muscle strength and increased ROM, with no change in muscle thickness.

#### Key Words:

Hamstring, Instrument assisted soft tissue mobilization, Muscle energy technique, ROM

교신저자: 최을정

주소: 03009, 서울시 종로구 평창문화로 75 글로리아타운 5층, E-mail: linuxer99@naver.com

## I. 서론

산업화 및 현대화는 인간의 활동을 다양한 움직임보다는 앉은 자세에서 하게 되는 정적인 업무를 대부분으로 만들었다. 넙다리뒤근은 오래 앉아 있는 생활습관과 신체 활동의 감소로 인해 비교적 쉽게 단축되고 유연성 또한 감소하게 된다(Oh, 2017). 감소된 유연성은 임상 및 운동 환경에서 흔한 문제이며, 근골격 손상의 예방과 재활치료에 중요한 확인 사항이다(Shadmehr 등, 2009).

넙다리뒤근의 유연성이 부족하면 근육 손상, 무릎힘줄 병증, 무릎-넙다리 통증, 넙다리뒤근 좌상, 허리 통증, 근육 불균형 등이 발생할 수 있다(Sadler 등, 2017; Lankhorst 등, 2013). 이로 인해 잘못된 자세, 허리통증 그리고 보행 이상 등의 기능장애가 발생한다(Kisner와 Colby, 2012).

넙다리뒤근의 유연성을 증가시키는 선행 연구 중 Seong과 Choi(2010)는 냉치료, 온열치료, 마사지, 전기 치료, 능동운동, 정적신장기법, 유지-이완 기법, 스트레칭 등이 있다고 하였고, 길항근 강화운동, 스트레칭, 자가근막이완술, 도구를 이용한 연부조직가동술 등의 여러 가지 방법들이 연구되어 왔다(Forman 등, 2014; Johnson 등, 2014). 또한, Kim 등(2014)은 스스로 근육을 이완시킬 수 있는 치료 방법은 테니스공, 치료용 공, 폼 롤(foam roll) 등과 같은 도구를 사용하여 근육을 이완시키거나 통증을 감소시켜왔으며, 특히 폼 롤을 이용하여 자가근막이완술(self myofascial release)을 실시한 결과 넙다리뒤근 유연성이 증가했다는 연구결과가 있었다(Mohr 등, 2014).

하지만 최근 연구결과에서는 도구를 이용한 연부조직가동술의 적용 효과가 자가근막이완술에 비하여 더 큰 효과를 보이는 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 2014). 도구를 이용한 연부조직가동술은 주로 스테인리스 재질의 도구를 사용하여 상처 조직의 유착을 경감시키고 섬유아세포의 분화를 촉진 시키며, 근육을 이완시키는 등의 효과가 있다고 하였고, 그 중 그라스톤 기법이 가장 대표적인 기법이다(Park 등, 2016). Choi 등(2019)의 연구에서는 그라스톤 기법이 넙다리뒤근을 신장시켜 관절가동범위를 증가시키고 근력에도 영향을 미친다고 하였다.

또한 통증 감소와 관절가동범위의 증가를 위해 근에너지기법(muscle energy technique: MET)이 많이 사용되고 있다(Joo 등, 2007). 넙다리뒤근에 적용한 수동 신장과 근에너지기법을 비교한 연구에서는 근에너지기법이 넙다리뒤근의 신장성 증가에 더 효과적이라고 하였다

(Payla 등, 2018). 근에너지기법은 근골격계 기능을 향상시키고 통증을 감소시키기 위해 고안된 정골의학 도수 치료 방법 중 하나로 등척성 또는 등장성 수축을 이용하여 환자의 짧아진 근육을 이완시키거나 움직임이 제한된 관절을 가동시키는 경우에 많이 사용되고 있으며 수축 후 이완(post isometric relaxation: PIR)과 상호억제(reciprocal inhibition, RI)의 두 기법으로 나눌 수 있다. 수축 후 이완 기법은 등척성 수축 후 나타나는 근육군의 긴장도가 감소되는 효과로 정의되며 상호억제기법은 등척성 수축을 시행한 근육의 길항근에 발생 되는 생리학적 반응으로 상호억제의 기전에 의하여 근 긴장도가 감소하게 된다(Chaitow, 2006).

이전 연구에서는 넙다리뒤근 유연성 증가에 대해 근에너지기법과 스트레칭의 효과 비교에서 근에너지 기법이 더 유용하다고 하였고(Lim 등, 2009), 그라스톤과 자가근막이완술이 넙다리뒤근의 유연성에 미치는 연구에서는 두 군의 유의한 차이는 없지만, 유연성 증대에 효과적이라고 하였다(Kim 등 2014). 그러나 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술에 대한 임상적 효과 비교의 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 넙다리뒤근이 단축된 성인을 대상으로 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술을 넙다리뒤근에 적용하여 무릎관절 가동범위, 무릎 굽힘 및 펌 근력 그리고 근조직에 미치는 영향을 비교하고자 하였다. 또한, 그 효과를 비교함으로써 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술의 임상적 효용성과 환자 치료에 대한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 실험은 서울 소재 R 병원에서 2020년 12월 1일부터 2021년 1월 8일까지 진행하였다. 대상자 수 설정은 선행 연구를 바탕으로 G-power Ver. 3.1.7을 이용하여 산출하였다. 알파 수준(alpha level)은 .05, 검정력 .80, 할당 비(allocation ratio)는 1:1로 설정하였고, 효과 크기(effect size d)는 1.184159로 확인되었다. 그 결과 전체 샘플 크기(total sample size)는 26명으로 확인되었으나 탈락률을 고려하여 30명(근에너지기법 15명, 도구를 이용한 연부조직가동술 15명)의 대상자를 모집하였다.

본 연구는 허리 통증 또는 방사통 증상이 없으며, 영

덩관절과 무릎관절에 수술이나 병력이 없는 대상자 중 90-90 뺨은다리올림검사(straight leg raise test) 시 무릎관절의 폼 각도가  $-20^{\circ}$ 에 미치지 못하여 넓다리뒤근의 단축이 있는 일반인을 대상으로 하였다. 또한, 검사 및 실험 중재 중 관절 또는 신경학적 증상으로 인해 통증이 생긴 자, 실험절차를 이행하지 못한 대상자는 제외하였다. 실험에 참여한 대상자들에게는 약물복용을 하지 않도록 하였으며, 실험 기간 중 근력운동, 스트레칭 등의 개인 운동은 금지하도록 교육하였다(Shim 등, 2019).

## 2. 실험방법

### 1) 평가방법

#### (1) 90-90 뺨은다리올림검사

넓다리뒤근의 단축과 중재 후 변화를 평가하기 위하여 90-90 뺨은다리올림검사를 실시하였다. 대상자를 편평한 매트 위에 눕히고 골반의 양쪽 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)와 반대편 다리 무릎 위 부분을 스트랩으로 고정시킨 상태에서 평가를 진행하였다(Figure 1).

이어서 대상자의 평가 측 다리 엉덩관절과 무릎관절을  $90^{\circ}$ 로 구부린 상태에서 고정시킨 후 무릎관절을 능동적으로 펴게 하였다. 무릎관절 폼 각도를 중재 전, 중재 후, 중재 24시간 후에 각각 측정하였으며, 매 측정 시 총 3회를 실시하여 평균값을 기록하였다. 측정도구는 검사자내 검사-재검사 신뢰도  $r=.86$ , 측정 신뢰도  $r=.95$ 로 매우 높은 신뢰도를 보여주는 버블형 경사계(Bubble inclinometer Baseline, USA)를 사용하였다(Pringle, 2003).

대상자들은 모든 평가와 중재 시 움직임에 방해가 되지 않도록 반바지를 착용하였고 유연성을 확보하기 위해 기상 3시간 이후에 실시하였으며, 정숙한 실내에서 실시하였다(Sim 등, 2010).

#### (2) 무릎관절 굽힘/펴 근력검사

무릎관절 굽힘과 폼 근력을 측정하기 위해 무선 디지털 근력 측정기(commander echo wireless muscle tester, J-tech, USA)를 사용하였다(Figure 2). 근력 측정 시 대상자를 옆드리게 한 상태에서 움직임을 방지하기 위해 골반과 반대편 다리를 스트랩으로 고정하였다.

그리고 대상자의 무릎관절을  $90^{\circ}$  굽힘 자세로 유지시킨 후 등척성(isometric)으로 힘을 주게 하여 굽힘과 폼 근력을 각각 측정하였다. 근력 측정기의 위치는 측정 측 다리의 발목 전면부와 후면부에 위치시킨 후 측정하였으

며 대상자가 힘을 줄 때 평가자는 무릎관절  $90^{\circ}$ 를 유지하게끔 대응하여 힘을 주었다. 근력 또한 중재 전, 중재 후, 중재 24시간 후에 각각 측정하였으며, 매 측정 시 총 3회를 실시하여 평균값을 기록하였다.



Figure 1. Measurement view for 90-90 straight leg raise test



Figure 2. Commander echo wireless muscle tester

#### (3) 넓다리뒤근 근 두께 측정

넓다리뒤근의 근 두께 측정을 위하여 근골격 재활초음파(rehabilitative ultrasound imaging, RUSI)를 사용하였다. 근골격 재활초음파 영상은 물리치료사가 시행하는 보조도구로 근육과 연부조직 등의 모양 또는 기능을 평가하고 결과에 대한 피드백을 위해 사용된다(Teyhen 등, 2006).

초음파를 이용한 측정은 근골격 재활 초음파 교육을 받은 한 명의 물리치료사가 시행하였으며, 장비는 초음파 진단기(H60, Samsung medicine, Korea)와 7.5MHz 인 선형도자(linear transducer)를 사용하였다. 매 측정 시에 정확도를 높이기 위해 측정하는 부위를 펜으로 표시하여 같은 부위에 초음파 도자를 놓고 피부와 직각이

되도록 하여 측정하였다(Jang과 Choi, 2020).

측정 시 대상자는 침대에 엎드린 자세를 취했으며 궁둥뼈결절(ischial tuberosity)과 가쪽위관절융기(lateral epicondyle) 중간 지점에 초음파 도자를 세로 방향으로 위치시켜 측정하였다(Lee, 2018). 근 두께 측정 시 우모각의 꼭지점을 기준으로 상부와 하부 근막 사이에 초음파 프로그램 캘리퍼(caliper)를 이용하여 수직으로 선을 그어 측정하였으며, 매 측정 시 총 3회를 실시하였고 평균값을 기록하였다(Figure 3).

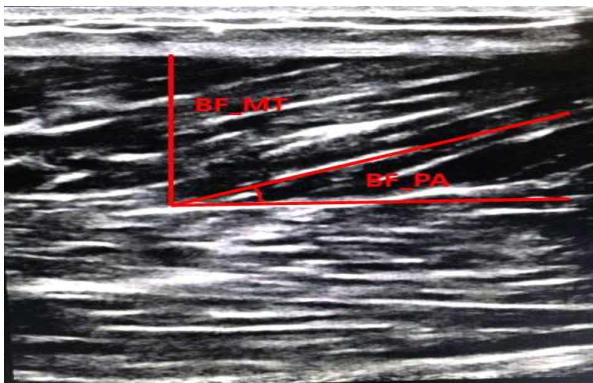


Figure 3. Muscle thickness of the biceps femoris

## 2) 중재 방법

### (1) 근에너지 기법

대상자를 편평한 매트 위에 눕히고 비대상측 다리를 스트랩으로 움직이지 않게 고정시킨 후 중재를 시행할 다리 측에서 대상자의 얼굴을 마주 보며 선다. 평가자는 대상자의 엉덩관절을 90° 구부리게 한 후 발목을 어깨에 걸쳐 기대게 한다. 이어서 검사자는 대상자의 발목을 어깨로 밀면서 무릎관절을 수동적으로 신전시키며 넙다리뒤근이 당기기 시작한다고 호소하는 각도에서 고정한다. 고정된 각도에서 검사자는 대상자에게 어깨를 누르면서 무릎관절을 구부리게 하여 넙다리뒤근의 등척성 수축이 일어나게 하고, 근 수축 7초, 이완 5초를 한 세트로 하여 매회 새로운 신전장벽으로 늘려가며 총 5회를 반복하여 시행한다(Smith와 Fryer, 2008; Greenman, 2003)(Figure 4).

### (2) 도구를 이용한 연부조직가동술

도구를 이용한 연부조직가동술은 그라스톤 1번 도구를 사용하였다. 중재 시 대상자를 매트 위에 엎드리게 하여 이완시킨 후 대상 측 넙다리뒤근이 노출되도록 하였고, 마사지 크림을 적당량 도포한 후 불기근선(gluteal line)

에서 오금(popliteal fossa)까지 그라스톤 도구를 이용하여 연부조직가동술을 적용하였다. 적용되는 방향은 머리측(cranial)에서 꼬리측(caudal) 방향이었고 피부의 발적과 파열이 되지 않도록 하여 1분간 30회를 적용하였다(Kim 등, 2014).



Figure 4. Muscle energy technique



Figure 5. Instrument assisted soft tissue mobilization technique

## 3. 분석방법

본 연구의 모든 통계학적 분석은 SPSS Statistics Ver. 21.0을 사용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 대상자의 일반적 특성과 변수들의 정규성 검정을 위해 샤피로 윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 사용하여 정규 분포를 확인하였다. 집단 간 동질성 검정을 위해 독립표본 t-검정을 사용하였다.

각 그룹 내 중재 전, 중재 후, 중재 24시간 후 변화는 대응표본 t-검정으로 분석하였고, 그룹 간의 효과를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정을 사용하였다. 모든 자료의 통계적 유의수준  $\alpha=.05$ 로 정하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자는 총 30명으로 각 기법 적용을 위해 15명씩 두 그룹으로 나누었다. 그룹 1은 근에너지기법을 적용하였고 그룹 2는 도구를 이용한 연부조직가동술을 적용하였다. 그룹 1의 성별은 남자 9명과 여자 6명이었고, 나이는 28.20±3.93세, 키는 170.33±7.72cm, 몸무게는 65.80±6.90kg, BMI는 22.68±1.99, 대퇴 길이는 40.73±2.60cm, 대퇴 둘레는 47.20±3.38cm이었다. 그룹2의 성별은 남자 8명과 여자 7명이었고, 나이는 27.93±3.47세, 키는 168.73±6.82cm, 몸무게는 64.46±6.35kg, BMI는 22.65±2.07, 대퇴 길이는 39.60±2.38cm, 대퇴 둘레는 46.00±3.63cm이었다. 두 그룹의 일반적 특성은 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 1).

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

Groups	G1 (n=15)	G2 (n=15)	p
Sex(M/F)	9/6	8/7	
Age(yrs)	28.20±3.93 <sup>a</sup>	27.93±3.47	.845
Hight(cm)	170.33±7.72	168.73±6.82	.808
Weight(kg)	65.80±6.90	64.46±6.35	.586
BMI	22.68±1.99	22.65±2.07	.709
Thigh length(cm)	40.73±2.60	39.60±2.38	.224
Thigh perimeter(cm)	47.20±3.38	46.00±3.63	.357

<sup>a</sup>Mean±SD

G1: Muscle energy technique group

G2: Instrument assisted soft tissue mobilization group

BMI: Body mass index

#### 2. 근에너지기법 적용 전, 후, 24시간 후 무릎관절 폼 각도, 무릎관절 굽힘/펴 근육, 근 두께 변화

근에너지기법 적용 전 무릎 폼 각도는 초기평가에서 -41.99±6.36°, 즉각적 평가에서 -31.92±6.82°, 24시간 후 평가에서 -36.38±6.49°로 중재 전과 비교해 모두 각도가 향상된 결과를 보였다. 또한, 즉각적 평가보다 24시간 후 각도가 줄어드는 양상을 보였으나 두 평가 모두 통계학적으로

유의한 결과를 보였다(p<.05)(Table 2). 무릎 폼 근육에서는 초기평가 시 20.67±5.80kg, 즉각적 평가에서는 22.63±4.67kg, 24시간 후 평가에서는 22.09±5.76kg으로 즉각적인 평가에서는 유의한 차이(p<.05)를 보였으나, 24시간 후 평가에서는 근력이 다시 감소하며 중재 전과 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 2).

무릎 굽힘 근육에서도 초기평가 시 11.53±3.25kg, 즉각적 평가에서는 12.50±2.88kg, 24시간 후 평가에서는 11.97±2.92kg으로 즉각적인 평가에서는 유의한 차이(p<.05)를 보였고 24시간 후 평가에서는 근력이 감소하며 중재 전과 유의한 차이가 없었다(p>.05). 넵다리뒤근의 근 두께 측정에서는 중재 전/후, 중재 전/24시간 후 평가에서 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 2).

**Table 2.**

Change of ROM, strength, muscle thickness according to MET technique after immediate and 24 hours later

	G1	KEA(°)	KES(kg)	KFS(kg)	MT(kg)
Pre	-41.99±6.36 <sup>a</sup>	20.67±5.80	11.53±3.25	1.80±.09	
Post	-31.92±6.82	22.63±4.67	12.50±2.88	1.82±.66	
24H	-36.38±6.49	22.09±5.76	11.97±2.92	1.82±.06	
D1	-10.07±5.11	-1.96±3.05	-.97±.94	-.02±.04	
t	-7.623	-2.492	-4.017	-1.859	
(p)	(.000)	(.002)	(.001)	(.084)	
D2	-5.61±4.67	-1.42±4.37	-.44±.81	-.02±.08	
t	-4.652	-1.260	-2.103	.769	
(p)	(.000)	(.228)	(.054)	(.455)	

<sup>a</sup>Mean±SD

G1: Muscle energy technique group

KEA: Knee extension angle

KES: Knee extensor strength

KFS: Knee flexor strength

MT: Muscle thickness

D1: Difference pre-post

D2: Difference pre-24H

#### 3. 도구를 이용한 연부조직가동술 적용 전, 후, 24시간 후 무릎관절 폼 각도, 무릎관절 굽힘/펴 근육, 근 두께 변화

도구를 이용한 연부조직가동술 적용 전 무릎 신전각도는 초기평가에서 -40.02±5.94°, 즉각적 평가에서

-29.81±6.86°, 24시간 후 평가에서 -34.55±7.06°로 중재 전에 비해 모두 각도 향상의 결과를 보였다. 또한, 즉각적 평가보다 24시간 후 각도가 줄어드는 양상을 보였으나 두 평가 모두 통계학적으로 유의한 결과를 보였다 (p<.05)(Table 3).

무릎 펴기 근력에서는 초기평가 시 20.90±3.16kg, 즉각적 평가에서는 22.18±3.56kg, 24시간 후 평가에서는 21.78±5.02kg으로 즉각적인 평가에서 유의한 차이(p<.05)를 보였으나 24시간 후 평가에서는 근력이 감소하며 중재 전과 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 3).

무릎 굽힘 근력에서는 초기평가 시 11.72±3.40kg, 즉각적 평가에서는 11.28±3.03kg, 24시간 후 평가에서는 11.46±3.28kg으로 펴기 근력과는 반대로 즉각적인 평가에서는 근력이 감소하면서 유의한 차이(p<.05)를 보였고 24시간 후 평가에서는 다시 근력이 증가했으며, 중재 전과 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 3).

넙다리뒤근의 근 두께 측정에서는 중재 전/후, 중재 전/24시간 후 평가에서 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 3).

**Table 3.**

Change of ROM, strength, muscle thickness according to IASTM technique after immediate and 24 hours later

	G2	KEA(°)	KES(kg)	KFS(kg)	MT(kg)
Pre		-40.02±5.94 <sup>a</sup>	20.90±3.16	11.72±3.40	1.86±.36
Post		-29.81±6.86	22.18±3.56	11.28±3.03	1.87±.03
24H		-34.55±7.06	21.78±5.02	11.46±3.28	1.86±.32
D1		-10.21±5.79	-1.27±2.20	.44±.46	-.01±.03
t		-6.829	-2.245	3.721	-1.833
(p)		(.000)	(.041)	(.002)	(.081)
D2		-5.47±5.48	-.87±3.30	.25±.58	.00±.02
t		-3.865	-1.025	1.701	.386
(p)		(.002)	(.323)	(.111)	(.705)

<sup>a</sup>Mean±SD

G2: Instrument assisted soft tissue mobilization group

KEA: Knee extension angle

KES: Knee extensor strength

KFS: Knee flexor strength

MT: Muscle thickness

D1: Difference pre-post

D2: Difference pre-24H

#### 4. 두 그룹 간 중재 전, 후, 24시간 후의 무릎 펴기 각도, 무릎관절 굽힘/펴기 근력, 근 두께 변화 차이

두 그룹 간 중재 전/후, 중재 전/24시간 후의 무릎신전 각도, 무릎 펴기 근력, 근 두께 변화 차이는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05)(Table 4).

무릎 굽힘 근력에서 중재 전/후, 중재 전/24시간 후 근에너지기법은 근력이 증가하는 결과를 보였고, 도구를 이용한 연부조직가동술에서는 근력이 감소하는 결과를 보이며 두 그룹 간 무릎 굽힘 근력에서 유의한 차이를 보였다 (p<.05)(Table 4).

**Table 4.**

Difference in ROM, strength, muscle thickness changes before, after and 24 hours after intervention between the two group

	G1	G2	t(p)
KEA(°) Pre-Post	10.06±5.11 <sup>a</sup>	10.21±5.79	-.072(.943)
KEA(°) Pre-24H	5.61±4.67	5.47±5.48	.077(.939)
KES(kg) Pre-Post	1.96±3.05	1.27±2.20	.708(.485)
KES(kg) Pre-24H	1.42±4.37	.87±3.30	.387(.702)
KFS(kg) Pre-Post	.97±.94	-.44±.46	5.242(.000)
KFS(kg) Pre-24H	.44±.81	-.25±.58	2.699(.012)
MT(kg) Pre-Post	.02±.04	.01±.03	.434(.668)
MT(kg) Pre-24H	.02±.08	-.00±.02	.839(.408)

<sup>a</sup>Mean±SD

G1: Muscle energy technique group

G2: Instrument assisted soft tissue mobilization group

KEA: Knee extension angle

KES: Knee extensor strength

KFS: Knee flexor strength

MT: Muscle thickness

#### IV. 고찰

본 연구의 목적은 넙다리뒤근이 단축된 성인에게 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술이 관절가동범위, 근력, 근 두께에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고 비교해 보는 것이었다.

본 연구에서 근에너지기법을 적용한 후 관절가동범위가 즉각적으로 증가한 것은 이전 연구(Gunn 등, 2019;

Shadmehr 등, 2020)의 결과와 일치한다. Singh 등 (2017)은 이러한 관절가동범위의 증가는 근-건 단위 (musculotendinous unit)의 점탄성(viscoelastic), 요변성(thixotropic), 그리고 신경학적 속성이 가장 두드러진 원인이라고 설명하였다. 즉, 근육이 가진 점탄성 속성으로 인한 크리프(creep)와 스트레스 이완(stress relaxation)현상, 요변성으로 인한 스트레칭 저항 감소, 그리고 신경학적 속성으로 인한 주동근의 자가 억제 (autogenic inhibition)가 복합적으로 작용했다는 것이다.

그러나 등척성 수축 후 무릎관절 수동 펌의 토크 (torque)를 측정된 연구(Magnusson 등, 1996)에서는 근육의 점탄성 속성보다는 스트레칭에 대한 내성 (tolerance) 변화가 주된 기전이라는 주장도 존재한다. 관절가동범위의 증가 효과는 24시간 후 평가에서도 나타났는데, 이는 한 번의 근에너지기법 적용으로 증가된 관절가동범위가 일주일 후의 평가에서도 중재 전보다 유의한 차이가 있었다고 이월 효과(carryover effect)를 보고한 Smith와 Fryer(2008)의 연구와 유사하였다.

그러나 Spenoga 등(2001)은 유지-이완 기법의 관절가동범위 증가 효과가 6분에 불과하다고 하였다. 이는 기법의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 본 연구에서는 무릎관절을 구부린 상태에서 등척성 수축을 적용한 반면, Spenoga 등(2001)의 연구에서는 무릎관절을 편 상태에서 수축을 적용하였다. 무릎관절을 편 상태보다는 구부린 상태가 무릎관절 굽힘근을 좀 더 확실하게 수축시켜 이완 효과가 지속된 것으로 생각되지만 이를 직접적으로 비교한 연구는 없는 실정이다.

도구를 이용한 연부조직가동술 적용 후 관절가동범위는 즉각적 평가에서 10.21° 증가하였다가 24시간 후 평가에서는 5.47° 증가로 관절가동범위의 증가량이 감소하는 경향을 보였으며 Markovic(2015)의 연구결과와 일치한다. 그러나 도구를 이용한 연부조직가동술을 한 번 적용한 후 관절가동범위가 즉각적으로 5.66° 증가하였고 이 효과가 48시간 이후에도 변함없이 유지되었다고 한 Lee 등(2020)의 연구결과와는 차이를 보였다. 이는 초기 평가 전 준비운동(warm-up)의 시행 여부 및 중재의 적용시간 등이 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

Lee 등(2020)의 연구에서는 준비운동으로 10분간의 고정 자전거를 시행하였는데, 본 연구에서는 이러한 준비운동이 무릎관절 근력에 영향을 고려해 시행하지 않았다. 이러한 준비운동으로 인해 엉덩관절 굽힘근의 뻗뻗함이 어느 정도 제거되어 즉각적 평가에서의 관절가동범위 증가폭이 본 연구보다 적었을 것으로 사료된다. 또한,

본 연구에서는 도구를 이용한 연부조직가동술을 1분간 적용하였으나, Lee 등(2020)의 연구에서는 이보다 훨씬 긴 3분 30초를 적용한 것이 24시간 후 관절가동범위 증가량의 유지 및 감소 경향의 차이를 나타낸 것으로 보인다. 그러나 중재의 적용시간과 효과의 지속시간을 명확하게 입증하기 위한 후속 연구가 필요하다.

무릎관절 굽힘근의 근력은 즉각적 평가에서 도구를 이용한 연부조직가동술 그룹은 감소한, 반면 근에너지기법 그룹에서는 증가하였다. 즉각적 평가 시 시행한 근골격 재활 초음파에서 두 그룹 모두 근 두께의 변화는 없었다. 일반적으로 근력 강화는 근섬유의 과비대 (hypertrophy)와 과다형성(hyperplasia)의 두 기전에 의해 발생하는데(Zoladz, 2018), 초음파상 근 두께의 변화가 없었다는 것은 근력증가나 감소가 근육의 조직학적 변화와 상관없는 일시적 현상으로 볼 수 있다.

또한, 24시간 후 평가와 초기평가 시의 근력의 차이가 없었다는 것 또한 일시적 현상이라는 추정을 확인시켜 준다. 근력의 이러한 일시적 증감 현상은 다음과 같이 생각할 수 있다. 먼저, 도구를 이용한 연부조직가동술 그룹에서 발생한 무릎관절 굽힘근의 근력감소는 Choi 등 (2019)에서도 같은 결과를 보였으며, 이에 대해 Nelson과 Kokkonen(2001)은 역학적 기전(근육과 힘줄의 뻗뻗함 감소)이나 신경학적 기전(근육 내 자가억제)이 작용한 것이라고 하였다.

근에너지기법 그룹에서의 일시적인 근력증가는 기법을 적용하는 과정에서 근육의 요변성이 작용한 것으로 보인다. 요변성이란 휴식 시에는 점성이 높지만 움직임에 따라 점성이 급격히 감소하는 근육의 속성을 말하는데, 기법을 적용하는 동안 관절에 발생한 움직임으로 인해 근육의 점성이 감소하고 근육 내 저항이 감소했기 때문으로 생각된다.

또한, 중재 적용의 학습효과 즉, 기법의 특성상 무릎관절 굽힘근을 수축시킴으로써 근력 측정에 대한 선행 학습이 이루어진 것이라 사료되며, 무릎관절 펌근에서 나타난 일시적 근력증가도 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

본 연구의 대상자들은 무릎관절 굽힘근의 길이 제한을 가지고는 있지만, 대상자가 20~30대 연령대이므로 이 연구의 결과를 모든 연령층에 일반화시키기 어려우며, 적은 표본수도 이 연구의 제한점이라 할 수 있다. 또한, 추후에는 중재의 적용시간과 효과의 지속시간 사이의 관계를 밝힐 수 있는 연구 및 근수축 방법에 따른 효과 차이에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.



## V. 결론

본 연구는 넙다리뒤근이 단축된 성인 30명을 대상으로 근에너지기법 적용 그룹 15명, 도구를 이용한 연부조직가동술 그룹 15명으로 나누어 각 그룹 별 무릎관절 관절가동범위, 무릎관절 굽힘/펴기 근력, 근 두께에 미치는 영향과 두 그룹 간의 효과 차이를 비교하여 임상에서 적용 시 기초자료로 제공하고자 하였다. 연구는 2020년 12월 1일부터 2021년 1월 18일까지 시행하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 넙다리뒤근이 단축된 대상자들에게 근에너지기법과 도구를 이용한 연부조직가동술 모두 중재 후 관절가동범위가 늘어나며 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ ), 24시간 후 평가에서는 즉각적인 효과보다 각도는 줄어들지만, 초기평가와 비교해 늘어난 각도를 유지하며 유의한 차이를 보였다. 두 그룹 간 효과차이는 유의하지 않았다( $p > .05$ ).
2. 근력 측정에서는 두 그룹 모두 폼 근력이 증가하며, 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ ), 24시간 후 평가에서는 두 그룹 모두 근력이 감소하며 유의한 차이를 보이지 않았으며( $p > .05$ ), 두 그룹 간 효과 차이 또한 유의하지 않았다( $p > .05$ ). 굽힘 근력은 즉각적인 평가에서 근에너지기법 그룹은 근력이 증가하며 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ ), 도구를 이용한 연부조직가동술 그룹은 근력이 감소하며 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ). 24시간 후 평가에서는 두 그룹 각각 근력이 중재 전으로 돌아가는 양상을 보이며 유의한 차이를 보이지 않았으며( $p > .05$ ), 두 그룹 간의 굽힘 근력에서 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).
3. 근골격 재활 초음파를 이용하여 넙다리뒤근의 근 두께를 두 그룹 각각 중재 전, 후, 24시간 후에 평가한 결과 모두 유의한 차이가 없었고( $p > .05$ ), 그룹 간 평가에서도 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ ).

따라서 넙다리뒤근이 단축된 환자에게 두 기법 모두 관절가동범위와 근력에 즉각적인 효과를 보였고, 24시간 후 효과에서는 감소하는 결과가 나타났다. 다만, 근에너지기법의 경우 중재 부위의 근력과 관절가동범위가 모두 증가하는 효과가 있었으며, 도구를 이용한 연부조직가동술에서는 근력은 감소하고 관절가동범위는 증가하는 양상을 보였다.

## 참고문헌

- Chaitow L. Muscle Energy Technique. Churchill Livingstone. 3rd ed. 2006.
- Choi YJ, Sim HP, Lee JY. The pilot study on the immediate effects of graston technique for lower extremity range of motion, muscle strength, walking ability in hemiplegic patients. Korean J Orthop Manu Ther. 2019;25(1):21-27.
- Forman J, Geertsen L, Rogers ME. Effect of deep stripping massage alone or with eccentric resistance on hamstring length and strength. J Bodyw Mov Ther. 2014;18(1):139-144. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.04.005>
- Greenman PE. Principle of Manual Medicine. Lippincott Williams & Wilkins. 2003.
- Gunn LJ, Stewart JC, Morgan B, et al. Instrument-assisted soft tissue mobilization and proprioceptive neuromuscular facilitation techniques improve hamstring flexibility better than static stretching alone: a randomized clinical trial. J Man Manipulative Ther. 2019;27:15-23. <http://doi.org/10.1080/10669817.2018.1475693>
- Jang WS, Choi SH. The immediate effect of soft tissue mobilization before mobilization with movement on the ankle range of motion, muscle tissue, balance in stroke patients. Korean J Orthop Manu Ther. 2020;26(1):37-46.
- Johnson AW, Mitchell UH, Meek K, et al. Hamstring flexibility increases the same with 3 or 9 repetitions of stretching held for a total time of 90s. Phys Ther Sport. 2014;15(2):101-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.03.006>
- Joo DY, Kim YB, Jeong DH, et al. The effects of compound program of muscle energy technique and therapeutic massage on patient with chronic low back pain. Res On Phys



- Fit. 2007;29(1):87-98.
- Kim DH, Kim TH, Jung DY, et al. Effects of the graston technique and self-myofascial release on the range of motion of a knee joint. *J Korean Soc Phys Med.* 2014;9(4):455-463. <http://doi.org/10.13066/kspm.2014.9.4.455>
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques.* F.A. Davis Company. 6th ed. 2012.
- Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2013;47(4):193-206. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090369>
- Lee J, Young A, Erb NJ, et al. Acute and residual effects of IASTM and roller massage stick on hamstring range of motion. *J Allied Health.* 2020;49(1):e51-e55.
- Lee Yh. *Rehabilitation Imaging Anatomy.* Daehan narae Publishing. 2018.
- Lim SH, Son JM, Park DS, et al. A comparative study on the muscle energy technique(MET) and stretching exercise effect of hamstring flexibility improvement. *J Oriental Rehab Med.* 2009;19(1):201-211.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, et al. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol.* 1996;497(Pt 1):291-298. <http://doi:10.1113/jphysiol.1996.sp021768>
- Markovic G. Actue effects of instrument assisted soft tissue mobilization vs. foam rolling on knee and hip range of motion in soccer players. *J Bodyw Mov Ther.* 2015;19(4):690-696. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.04.01.0>
- Mohr AR, Long BC, Goad CL. Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *J Sport Rehabil.* 2014;23(4):296-299. <http://doi.org/10.1123/jsr.2013-0025>.
- Nelson AG, Kokkonen J. Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport.* 2001;72(4):415-419. <http://doi:10.1080/02701367.2001.10608978>
- Oh DW. Comparison of the immediate effects of the neural mobilization technique and static stretching exercise on popliteal angle and hamstring compliance in young women with short hamstring syndrome. *Phys Ther Kor.* 2017;24(2):9-18. <http://doi.org/10.12674/ptk.2017.24.2.009>
- Park JH, Shim JW, Cho WY, et al. Literature review of tool-based manipulation for musculoskeletal diseases-with focus on guasha and IASTM. *J Korean Med Rehabil.* 2016;26(4):57-65. <http://doi.org/10.18325/jkmr.2016.26.4.57>.
- Payla M, Gill M, Singal SK, et al. A comparison of the immediate and lasting effects between passive stretch and muscle energy technique on hamstring muscle extensibility. *Indian J Physiother Occup Ther.* 2018;12(1):24-29. <https://doi:10.5958/0973-5674.2018.00005.9>
- Pringle RK. Intra-instrument reliability of 4 goniometers. *J Chrio Med.* 2003;2(3):91-95. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60051-2](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60051-2)
- Sadler SG, Spink MJ, Ho A, et al. Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: A systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:179-194. <https://doi.10.1186/s12891-017-1534-0>
- Seong JH, Choi JD. Comparison of nerve mobilization, static stretching, and hold-relax on hamstring flexibility in stroke patients. *Phys Ther Kor.* 2010;17(2):67-74.

Lee, et al. The Effect of Muscle Energy Technique and Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization in Adults with Shortened Hamstring on the Range of Motion, Muscle Strength and Muscle Thickness

Shadmehr A, Hadian MR, Naiemi SS, et al. Hamstring flexibility in young women following passive stretch and muscle energy technique. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2009;22(3):143-148. [https://doi:10.3233/BMR-2009-0227](https://doi.org/10.3233/BMR-2009-0227).

Shim YH, Song HB, Kim YH, et al. The effect of functional kinesio taping on the forward head angle in computer work in adults with forward head posture. *Korean J Orthop Manu Ther.* 2019;25(2):57-64.

Sim HP, Yoon HI, Lee JY. The immediate effects of active ankle ROM exercise on passive straight leg raising. *Korean J Orthop Manu Ther.* 2010;16(2):40-47.

Singh AK, Nagaraj S, Palikhe RM, et al. Neurodynamic sliding versus PNF stretching on hamstring flexibility in collegiate students: A comparative study. *Inter J Phys Edu Sports Health.* 2017;4(1):29-33.

Smith M, Fryer G. A comparison of two muscle energy techniques for increasing flexibility of the hamstring muscle group. *J Bodyw Mov Ther.* 2008;12:312-317. [https://doi:10.1016/j.jbmt.2008.06.011](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.06.011)

Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, et al. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *J Athl Train.* 2001;36(1):44-48.

Teyhen. Rehabilitative ultrasound imaging symposium. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(8):A1-A17. [https://doi/10.2519/jospt.2006.0301](https://doi.org/10.2519/jospt.2006.0301)

Zoladz JA. *Muscle and Exercise Physiology.* 1st ed. Academic Press. 2018.

논문접수일(Date received) : 2021년 01월 20일

논문수정일(Date Revised) : 2021년 01월 22일

논문게재확정일(Date Accepted) : 2021년 02월 19일