

스트레칭 기법에 따른 뒤넓다리근의 유연성, 근력, 압통 역치, 근 긴장도에 미치는 효과 비교

박훈영 · 이명모[†]

대전대학교 물리치료학과 보건의료대학원, ¹대전대학교 물리치료학과

A Comparison of The Effect of Stretching Technique on Hamstring Muscle for Flexibility, Strength, Pressure Pain Threshold Value and Muscle Tone

Hoon-Young Park, PT · Myung-Mo Lee, PT, PhD[†]

Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medicine, Daejeon University

¹Dept. of Physical Therapy, Daejeon University

Received: May 8, 2017 / Revised: May 16, 2017 / Accepted: June 27, 2017

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The effectiveness of the stretching to increase the range of motion of the joint, reduce the risk of injury, enhance athletic performance or decrease post exercise muscle soreness. This study was to compare the effect of the stretching method applied on the shortened hamstring muscle for flexibility, strength, pressure pain threshold value and muscle tone.

METHODS: This study is a two-group pretest- posttest design. Fifty-four healthy young adults were randomly assigned to a vibration-assisted stretching group (VASG, n=27) or a static stretching group (SSG, n=27). Participants performed each stretch in 4 sets of 30 seconds each. A

30-second break time was provided between the sets. The range of motion, strength, pressure pain threshold values and muscle tone of the hamstring muscle were measured to compare the effects of the stretching methods.

RESULTS: Both the VASG and the SSG participants showed significant improvement in the range of motion and strength ($p<.05$); however, the increase in the VASG was significantly higher than that in the SSG ($p<.05$). The pressure pain threshold values and muscle tone were significantly decreased only in the VASG ($p<.05$).

CONCLUSION: These findings indicate that vibration-supported stretching is an effective intervention for people with hamstring shortening, with high pain level and muscle tone decrease.

Key Words: Muscle stretching exercise, Muscle tonus, Musculoskeletal pain, Vibration

[†]Corresponding Author : mmlee@dju.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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

생활환경의 변화, 신체활동의 감소 및 비가동성, 노화 등으로 인한 근육의 탄성성분 및 근섬유의 감소는 근육의 신장성에 문제를 야기한다(Faulkner 등, 2007). 의자에 앉아서 보내는 시간이 많은 일상생활을 차지하는 현대인에게 뒤넙다리근(hamstring)의 짧아짐(shortening)은 유연성을 감소시키고 허리통증이나 나쁜 자세, 보행이상 등의 기능장애를 초래하게 된다(Kisner와 Colby, 2012). 뒤넙다리근의 짧아짐과 근육의 강한 뻣뻣함(Stiffness)은 허리앞굽음(lumbar lordosis)을 감소시키고 유연성(flexibility), 엉덩관절 굽힘(hip joint flexion), 엉치엉덩관절(sacroiliac joint)의 기능부전과 동반되어 허리통증을 유발하기도 한다(Johnson과 Thomas, 2010). 따라서 짧아진 근육에 대해 유연성은 바른 자세 유지와 개선, 일상생활이나 운동수행 중의 상해 예방에 필수적이라고 할 수 있다(Ogura 등, 2007).

스트레칭은 신체 부위의 근육이나 건, 인대 등과 같은 연부조직(soft tissue)을 늘어줌으로써 관절의 가동범위 증가, 유연성 유지 및 향상, 상해를 예방할 수 있다. 근육의 과도한 긴장과 통증 완화, 혈액순환 증가 그리고 호흡 순환 능력과 환경적응 능력을 향상시킬 뿐만 아니라 근육의 유착을 방지하여 근 저항을 감소시킬 뿐만 아니라 다양한 심리적 효과까지 얻을 수 있다. 일반적인 스트레칭 방법으로 정적 스트레칭(static stretching), 탄성적 스트레칭(ballistic stretching), 수동적 스트레칭(passive stretching), 능동적 스트레칭(active stretching) 등이 있으며, 최근에는 그 효과를 극대화시킬 수 있는 스트레칭 방법으로 근 에너지 기법(muscle energy technique)을 이용한 스트레칭과 진동 자극을 이용한 스트레칭(vibration-assisted stretching) 방법들이 소개되고 있다(Sharman 등, 2006). 스트레칭 방법에 따른 효율성은 다양한 선행 연구들로부터 그 효과를 비교해볼 수 있다(Spernoga 등, 2001; Davis 등, 2005; Kokkonen 등, 2007). 특히, 최근 소개된 근 에너지 기법을 이용한 스트레칭과 진동 자극을 이용한 스트레칭 기법은 일반적인 스트레칭 방법과 비교하여 그 효과가 입증되고 있다(Paoloni 등, 2010). 하지만, 스트레칭 방법에 따른

효과의 보고는 연구자마다 상이하며 수동적 혹은 능동적인 형태로 수행되는 스트레칭 방법에 따른 비교가 아닌, 혼합된 형태의 방법으로 효과를 비교하였거나(Lee와 Yoo, 2012), 단순 관절가동범위 향상에 관한 효과를 비교한 연구들이 대부분이다(Kim 등, 2013).

이에 본 연구에서는 뒤넙다리근이 짧아진 성인에게 수동적 형태로 시행되는 정적인 스트레칭과 기계적 진동 자극을 이용한 스트레칭을 적용하여 스트레칭 방법에 따른 효과의 차이를 유연성(flexibility), 근력(strength), 압통역치(pain threshold) 그리고 근 긴장도(muscle tone) 값을 통하여 비교하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

대전시 소재의 D 대학교에 재학 중인 20대 성인 남녀 62명을 모집하였다. 대상자 선정기준은 엉덩관절과 무릎관절(knee joint)의 90도 굽힘(Flexion) 후 무릎관절의 능동 펴기(active extension) 시, 뒤넙다리근의 짧아짐으로 인한 가동성 제한이 30도 이상인 자로 하였으며(Bandy 등, 1998), 엉덩관절 90도 굽힘이 불가능한 자, 엉덩관절이나 무릎관절 또는 발목관절에 외과적 수술 경험이 있는 자, 하지에 다른 정형외과적 질환이 있는 자는 제외하였다. 실험 전 모든 대상자에게 연구의 목적과 절차에 대해 설명하였으며, 자발적으로 연구 참여 동의서에 서명한 자만을 연구 대상으로 하였다.

2. 연구절차

본 연구는 두 그룹 사전사후 검사 설계(two-group pretest- posttest design)로 뒤넙다리근에 적용한 스트레칭 방법에 따른 효과를 비교하기 위하여 사전검사를 통해 54명의 대상자를 선정하였다. 선정된 대상자는 무작위 할당 프로그램을 이용하여 정적 스트레칭 그룹(static stretching group, SSG)과 진동 보조 스트레칭 그룹(vibration-assisted stretching group, VASG)으로 할당하였으며, 각각 정적 스트레칭과 진동 보조를 이용한 스트레칭을 적용하였다(Fig. 1).

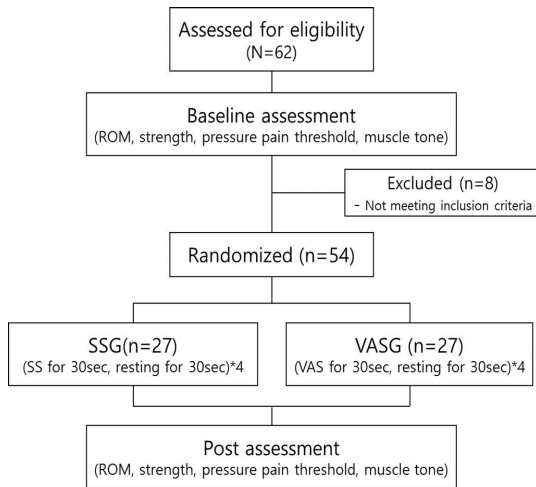


Fig. 1. Flow chart of the study

정적 스트레칭은 검사자가 대상자의 발뒤꿈치를 어깨로 지지하고 무릎관절 펴 상태를 유지한 채 수동적으로 엉덩관절을 굽힘시켜 뒤넙다리근이 최대 신장되도록 하였다. 반대측 다리의 보상작용을 방지하기 위해 넙다리(thigh)를 스트랩으로 고정시켰으며, 허리(T12~L5)와 바닥 사이에 수건을 두어 허리굽이(lumbar curvature)이 유지되도록 하였다. 뒤넙다리근의 최대신장 시 통증이 발생되기 시작하는 지점에서 정적인 상태로 30초간 유지하는 것을 1세트로 하여 4세트 반복 실시하였으며 세트 사이 30초의 휴식시간을 제공하였다. 진동 보조를 이용한 스트레칭은 정적 스트레칭과 같은 방법으로 뒤넙다리근을 신장시킨 후 뒤넙다리근의 근복에 국소 진동 자극기(Hand Held Vibrating Massager, Thrive, Japan)를 이용하여 자극하였다. 진폭 2 mm의 50 Hz의 진동자

극을 30초간 적용하는 것을 1세트로 하여 4세트 반복하여 실시하였으며, 세트 사이 30초의 휴식시간을 제공하였다(Bandy 등, 1997; Bandy 등, 1998). 각 그룹별 스트레칭 적용 이후 10분 간의 휴식시간을 제공한 뒤 사후 평가를 실시하였다(Fig. 2).

3. 측정도구 및 방법

스트레칭 방법에 따른 효과를 알아보기 위해 뒤넙다리근의 유연성, 근력, 압통 역치 그리고 근 긴장도 값을 측정하였다. 모든 측정은 사전에 훈련된 두 명의 검사자와 보조자에 의해 표준화된 방법으로 동일하게 실시되었다.

뒤넙다리근의 유연성은 바로 누운 자세(supine)에서 엉덩관절과 무릎관절을 각각 90도 굽힘하여 유지한 자세를 기준으로 무릎관절을 최대 능동 펴 하였을 때, 뒤넙다리근이 늘어난 최대 지점의 무릎관절 각도를 측정하였다. 엉덩관절 굽힘 각도가 90도 되는 지점에 기준점을 제시하여 검사자 자세를 유지하도록 하였으며, 허리굽이를 유지하기 위하여 허리(T12~L5)와 바닥 사이에 수건을 위치하였다. 또한 측정 시 보상작용을 방지하기 위하여 반대측 하지의 대퇴부를 스트랩으로 고정하였다. 각도측정은 디지털 듀얼 경사계(Dualer IQ Digital Inclinator, J-Tech, U.S.A.)를 이용하여 3회 반복 측정하였으며, 평균값을 기록하였다. 뒤넙다리근 유연성 검사는 대상자 선정을 위한 검사방법으로도 활용하였으며, 무릎관절의 펴 제한 범위가 60도 미만인 경우 뒤넙다리근의 짧아짐으로 판정하였다.

그룹 간 뒤넙다리근의 근력차이를 알아보기 위하여

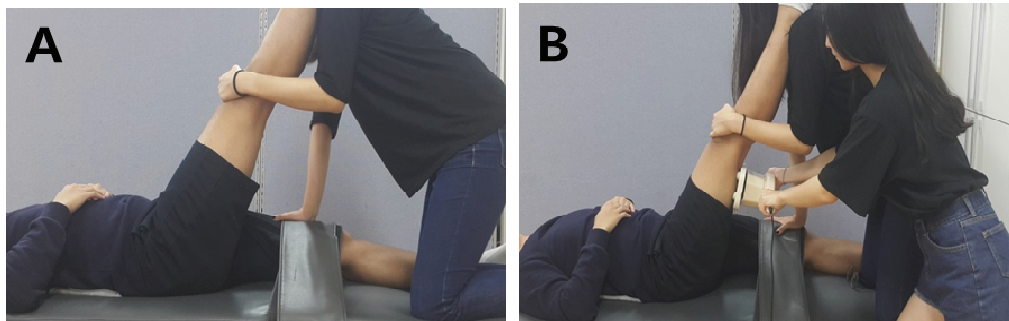


Fig. 2. Stretching methods for static stretching group (A) and vibration assisted stretching group (B).

휴대용 근력측정기(Power Track II Commander, J-Tech, U.S.A.)를 사용하였다. 엎드린 자세에서 무릎관절 굽힘 시 발생하는 뒤넙다리근의 힘을 측정하기 위하여 대상자의 종아리 중심에 근력측정기를 위치시켰다. 대상자의 힘의 방향과 반대방향으로 가한 최대 저항 값을 3회 반복 측정하여 평균값을 기록하였다. 휴대용 근력측정기는 정량적인 근력 측정을 위해 사용되는 장비로 단일 검사자에 의한 검사-재검사간 평가에서 높은 신뢰도(ICC, .84~.99)를 나타내고 있다(Kim과 Lee, 1996).

뒤넙다리근의 압통 역치 측정은 압통계(Commender Algometer, J-Tech, U.S.A.)를 사용하여 측정하였다. 엎드려 누운 대상자의 궁둥뼈 결절과 오금면 사이의 1/2 지점인 뒤넙다리근 근복에 압통계로 수직 압력을 가한 후 압력 감각이 통증으로 바뀌는 시점의 힘의 값을 측정하였다.

압력 통증역치 값에 도달한 경우 대상자는 통증을 호소하는 소리를 내도록 하였으며, 그 순간 압통계를 측정부위로부터 제거하였다. 측정에 앞서 대상자의 오른쪽 손등에 압력 통증역치 값에 대한 사전 교육을 실시하였다. 압력 통증역치 값은 3회 반복 측정하여 평균값을 기록하였으며, 반복 측정부위는 실험용 마커로 표기하였다(Chae, 2002).

뒤넙다리근의 근 긴장도 차이는 Myotonometer(Myotonometer®, Neurogenic Techniques, U.S.A.)를 사용하여 측정하였다. Myotonometer는 근 이완 또는 근 수축 시 근육의 긴장 상태를 측정할 수 있도록 고안된 장비로, 측정 부위의 조직들의 긴장상태를 전산화하여 수치로 표현되도록 되어있다. 측정기 부분은 내측 실린더와 외측 실린더로 구성되며, 조직의 저항에 따라 두

실린더 간에 거리가 변하게 되어 조직의 저항치가 힘의 값으로 환산된다. 실린더가 받는 힘은 8단계(.25, .50, .75, 1.00, 1.25, 1.50, 1.75, 2.00 kg)로 구분되어 각 해당되는 지점에서 전위되는 정도(mm)를 측정할 수 있다(Bae 등, 2012). 측정은 압통 역치 측정 부위와 같은 지점에 대하여 대상자가 힘을 주지 않은 이완상태에서 측정하였으며, 5회 반복 측정하여 평균 값을 기록하였다. Myotonometer의 검사-재검사간 신뢰도는 ICC=.8이며(Chuang 등, 2012), 검사자내 신뢰도는 $r=.84\sim.99$, 검사자간 신뢰도는 $r=.75\sim.96$ 이다(Leonard 등, 2003).

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하였으며, Kolmogorov-smirnov 검정을 실시한 결과, 표본의 정규성이 검증되어 모수 검정방법을 사용하여 분석하였다. 그룹 내 중재방법에 따른 종속변수의 전후 비교는 대응표본 t 검정(paired t -test)을 사용하였으며, 그룹 간 종속변수의 비교는 독립표본 t 검정(Independent t -test)과 카이제곱(χ^2) 검정을 사용하였다. 자료의 모든 통계적 유의수준 (α)=.05 이하로 하였다.

III. 연구 결과

그룹 간 27명의 대상자가 최종 평가를 수행하였다. 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같으며, 두 그룹간 일반적 특성은 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

Table 1. General characteristics of the participants

	Vibration-assisted stretching group (n=27)	Static stretching group (n=27)	<i>P</i>
Gender (male / female)	27 (14 / 13)	27 (13 / 14)	.785
Age	22.81 ± 1.79a	23.22 ± 2.47	.492
Weight (kg)	61.27 ± 8.96	62.04 ± 10.47	.775
Shoe size (cm)	249.44 ± 14.63	250.00 ± 10.37	.873
Height (cm)	168.25 ± 8.27	167.90 ± 9.11	.883

^a Mean ± standard deviation

Table 2. Comparison of dependent variables within group and between groups (N=54)

	Vibration-assisted stretching group (n=27)	Static stretching group (n=27)	<i>t</i> (<i>p</i>)
Flexibility (angle)			
Pre	43.55 ± 11.84	47.66 ± 7.71	-1.511 (.138)
Post	55.29 ± 11.75	55.96 ± 8.67	
Post-pre	11.74 ± 6.98	8.29 ± 4.14	2.204 (.033)
<i>t</i> (<i>p</i>)	8.732 (.000)	10.413 (.000)	
Muscle strength (kg)			
Pre	41.44 ± 8.20	43.50 ± 9.36	- .860 (.394)
Post	44.94 ± 8.45	45.72 ± 9.13	
Post-pre	3.50 ± 4.16	2.22 ± 5.25	.985 (.330)
<i>t</i> (<i>p</i>)	4.364 (.000)	2.206 (.036)	
Pain threshold (kg)			
Pre	40.33 ± 21.19	40.13 ± 17.17	0.038 (.970)
Post	54.08 ± 12.29	40.20 ± 15.33	
Post-pre	8.48 ± 18.44	.06 ± 13.78	3.276 (.002)
<i>t</i> (<i>p</i>)	4.262 (.000)	.026 (.979)	
Muscle tonus (kg)			
Pre	10.62 ± .48	10.34 ± .59	1.899 (.063)
Post	9.83 ± 1.22	10.27 ± .74	
Post-pre	-.78 ± 1.25	-.06 ± .91	-2.395 (.021)
<i>t</i> (<i>p</i>)	-3.247 (.003)	-.393 (.697)	

^a Mean ± standard deviation

두 그룹의 중재 점과 후의 뒤넙다리근의 유연성, 근력, 압통 역치 그리고 근 긴장도 값은 Table 2와 같다. 그룹 간 종속변수의 사전 측정값은 모두 동질 하였다. 뒤넙다리근의 유연성은 진동보조 스트레칭 그룹과 정적 스트레칭 그룹의 전-후 비교 시 두 그룹 모두에서 유의하게 증가하였으며($p < .05$), 그룹 간 차이에 있어서 진동 보조 스트레칭 그룹(11.74±6.98)이 정적 스트레칭 그룹(8.29±4.14)에 비하여 유의한 증가를 나타내었다($p < .05$). 근력은 진동보조 스트레칭 그룹과 정적 스트레칭 그룹의 전-후 비교 시 두 그룹 모두에서 유의하게 증가하였으나($p < .05$), 그룹 간 차이 비교에 있어서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 압통 역치 값은 진동 보조 스트레칭 그룹과 정적 스트레칭 그룹의 전-후 비교 시 진동 보조 스트레칭 그룹에서는 유의하게 증가하였으나($p < .05$), 정적 스트레칭 그룹에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그룹 간 차이 비교 시 진동 보조

스트레칭 그룹(8.48±18.44)이 정적 스트레칭 그룹(.06±13.78)에 비해 유의한 증가를 나타내었다($p < .05$). 근 긴장도는 진동 보조 스트레칭 그룹과 정적 스트레칭 그룹의 전-후 비교 시 진동 보조 스트레칭 그룹에서는 유의하게 감소하였고($p < .05$), 정적 스트레칭 그룹에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그룹 간 차이에 있어서 진동보조 스트레칭 그룹(-.78±1.25)이 정적 스트레칭 그룹(-.06±.91)에 비하여 유의한 감소를 나타내었다($p < .05$).

IV. 고 찰

본 연구는 뒤넙다리근이 짧아진 대상자들에게 진동 보조 스트레칭과 정적 스트레칭을 적용하였을 때 뒤넙다리근의 유연성, 근력, 압통 역치 그리고 근 긴장도

미치는 즉각적인 효과를 비교하기 위하여 수행 하였다. 그 결과 진동자극을 이용한 스트레칭 그룹은 정적 스트레칭 그룹보다 유의한 유연성의 향상과 근 긴장도의 변화를 나타내었다.

진동을 이용한 자극은 빠르게 근육의 수축과 이완을 진행시켜 비정상적인 근 수축을 감소시키고, 골지 힘줄 기관(Golgi tendon organ, GTO's)에 자극을 주어 근육의 이완을 유도하며, 운동범위의 향상을 가져온다(Collocca와 Keller, 2004). 생리학적으로 근육의 길이 변화와 신장은 근육방추(Muscle spindle) 내의 방추속근육섬유(Intrafusal muscle fiber)에 있는 I a섬유와 II 섬유에 의해 감각과 GTO's의 활성화가 야기되고 알파운동뉴런(alpha motor neuron)에 의해 반사적인 근 수축이 야기 되는데, 이를 긴장성 진동 반사(Tonic vibration reflex)라고 한다. 긴장성 진동 반사에 의해 근육의 길이는 빠른 시간에 짧아지게 되며, 그 결과 불수의적인 근 수축과 이완에 대한 민감성이 향상된다(Cardinale과 Lim, 2003). 이 순간 진동 자극과 함께 적용한 스트레칭은 근육을 효과적으로 신장시킬 수 있었으며, 그 결과 유연성이 향상되고 근 긴장도가 낮아지는 결과를 나타내었다. 이러한 연구결과는 과거 선행연구들과 비슷한 결과를 보여주고 있다. Issurin 등(1994)은 스포츠 선수의 하지에 44 Hz의 진동 자극을 동반한 스트레칭 적용이 일반적인 스트레칭 적용에 비해 하지 근육의 신장력을 약 3.5배 더 향상시켰다는 결과를 보고하며, 진동 자극을 이용한 스트레칭 방법이 유연성 향상에 효과적인 방법임을 제시하였다. 또한 일반적인 스트레칭 적용 그룹과 대조그룹에 비해 각각 16%, 49.8%의 근력향상을 나타내어 진동자극으로 인한 스트레칭 방법이 근력 향상에도 효과적인 방법임을 제시 하였다. 진동자극을 이용한 스트레칭 방법에 대한 연구는 지속적으로 진행되어 최근에는 Costantino 등(2017)이 장애와 통증이 있는 환자의 국소 근육에 진동자극을 적용한 결과 근 긴장도의 감소와 함께 통증을 감소시켰다는 연구 결과도 보고되고 있다. 유연성의 향상은 스트레칭과 함께 적용된 진동자극의 Hz와 적용시간에도 기인한다. 선행연구를 토대로 우리의 연구에서는 50 Hz의 진동자극을 30초간 국소부위에 제공하였다. 진동자극의 Hz 영역에 대

하여 Rittweger 등(2002)은 20-50 Hz의 진동자극이 통증을 최소화하고 근육의 이완에 효과적인 진동 수 영역이라고 보고한 바 있으며, Bandy 등(1997)은 뒤넓다리근 유연성 증진을 위한 효과적인 스트레칭 적용 유지 시간은 30초가 가장 적정하다고 제안한 바 있다.

우리의 연구에서 스트레칭의 결과는 두 그룹 모두에게서 유의한 근력의 향상을 나타내었다. 진동 자극을 적용한 스트레칭 그룹이 정적 스트레칭 그룹에 비하여 근력 향상의 폭은 다소 높았으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. Luo 등(2005)에 의하면 근육의 가장 효과적인 활성화를 위해서 30-50 Hz 범위 내에서 진동자극이 적용 되어야 한다고 하였다. 하지만, 근육에 적용되는 진동자극뿐만 아니라 진동의 진폭 그리고 적용방법에 따라 그 효과는 달라 질 수 있다고 하였다. Torvinen 등(2003)은 진동자극에 의한 근력 향상은 일시적인 현상이라는 연구 결과를 보고한바 있으며, Baik와 Lim(2006)은 진동 자극의 효과는 일시적으로 근력의 증가와 호르몬 분비 향상, 심혈관계의 변화 등을 나타내고, 장기간 적용 시 운동능력, 조절능력, 평형성의 향상과 만성통증 완화, 골밀도(bone density) 증가 등의 효과를 나타낼 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 2 mm 진폭의 50 Hz의 진동자극을 국소 근육에 적용하였다. 이로 인해 야기된 반사적인 근 수축, 즉, 긴장성 진동 반사에 의한 일시적인 근력의 향상이 기대되었지만, 이와 동시에 근육에 가해진 스트레칭의 효과로 불수의적인 이완성 민감도가 높아졌고, 중재 후 최소 10분 이후에 평가가 진행된 시간적 차이를 고려하였을 때, 진동 자극을 적용한 스트레칭 방법에서 유의한 근력향상의 효과는 나타나지 않은 것으로 생각된다.

진동자극에 의한 스트레칭은 정적 스트레칭보다 압통 역치 값을 높이는데 효과적이었다. 일반적으로, 감각 수용체로 들어온 자극은 들신경섬유(afferent nerve fiber)를 통해 척수로 전달된다. 들신경섬유에는 역치가 높고 지름이 작은 A-델타 섬유(A-delta fiber), C 섬유(C fiber)와, 역치가 낮고 지름이 큰 진동 촉각을 전달하는 A-알파 섬유(A-alpha fiber), A-베타 섬유(A-beta fiber)로 이루어져있다. 관문조절설(gate control theory)의 통증 조절이론에 따라 국소 부위에 적용한 진동자극은 A-델

타 섬유와 C 섬유의 흥분을 억제하고 A-알파와 섬유 A-베타 섬유와 같은 무해자극 수용기를 흥분시킴으로써 통증 정보가 상위 뉴런으로 신경 전달하는 시냅스를 차단하여 통증 전달을 감소시켰기 때문이다. 이러한 원리에 입각하여 Kinser 등(2008)은 남자 운동선수들에게 적용한 진동 보조 스트레칭이 통증에 대한 역치 값을 증가시키는 결과를 나타내었다고 보고한 바 있다. 진동 자극의 적용 시간과 효과 기간, 그리고 자극 강도에 대한 효과는 연구자마다 의견이 상이 하다. 우리의 연구 결과, 진동 자극을 이용한 스트레칭은 근육의 이완과 압통 역치 값 상승에 효과적이었다. 반면, 스트레칭 기법이 적용되었을 경우 즉각적인 효과라 할지라도 근력의 향상을 기대하긴 어렵다는 결과를 보여주었다.

본 연구 진행 과정에서 도출된 제한점은 다음과 같다. 첫째, 연구 목적에 따라 즉각적인 효과를 알아보기 위해 설계한 평가 방법들이 근육의 생리학적 변화에 미칠 수 있는 요소와 평가-재평가 간에 발생할 수 있는 대상자들의 학습효과를 통제하지 못하였다. 둘째, 실험 참여자의 대상이 대부분 20대의 정상 성인 남녀로 제한되어 병적인 상태의 대상자에게는 일반화 하기 어렵다. 향후 근육의 통증이나 비정상적인 근 긴장 상태의 환자를 대상으로 추가적인 연구가 필요할 것이다. 셋째, 스트레칭 적용 시 유연성, 근력, 압통 역치, 근 긴장도에 미치는 즉각적인 효과만을 보았기 때문에 향후 연구에서는 중재기간에 따른 장기적인 효과의 지속성 여부에 관한 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 뒤넙다리근 짧아짐이 있는 20대 성인남녀 54명을 대상으로 진동 보조 스트레칭과 정적 스트레칭 기법을 적용하여 스트레칭 기법에 따른 뒤넙다리근의 유연성, 근력, 압통 역치, 근 긴장도에 미치는 즉각적인 효과의 차이를 알아보기 위해 수행되었다.

그 결과 정적 스트레칭 그룹에서는 뒤넙다리근의 유연성과 근력의 향상에 효과적인 결과를 보였으며, 진동 보조 스트레칭 그룹에서는 뒤넙다리근의 유연성

과 근력 향상뿐 아니라, 압통 역치 값의 향상과 근 긴장도 감소의 결과를 나타내었다. 그룹 간 비교에 있어서 진동 보조 스트레칭이 정적 스트레칭에 비하여 뒤넙다리근의 유연성, 압통 역치 값 향상과 근 긴장도 감소에 더 효과적인 방법임을 알 수 있었다. 본 연구 결과를 통해서 근육의 과 긴장으로 인한 짧아짐과 통증에 효과적인 중재로서 진동보조 스트레칭 방법이 임상적으로 유용하게 적용되리라 생각한다.

References

- Bae SH, Lee JI, Kim KY. Usefulness of myotonometer for measurement of tissue compliance on medial gastrocnemius in patients with stroke. *J Korea Acad Industr Coop Soc.* 2012;13(3):1129-37.
- Baik SK, Lim YT. The study of muscle contraction effect of vibration exercise device using surface electromyography. *Korean J Sport Biomech.* 2006; 16(2):55-63.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1997;77(10):1090-6.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(4):295-300.
- Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res.* 2003; 17(3):621-4.
- Chae YW. The Measurement of forward head posture and pressure pain threshold in neck muscle. *J Korean Phys Ther.* 2002;14(1):117-24.
- Chuang LL, Wu CY, Lin KC. Reliability, validity, and responsiveness of myotonometer measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(3):532-40.

- Colloca CJ, Keller TS. Active trunk extensor contributions to dynamic posteroanterior lumbar spinal stiffness. *J Manipulative Physiol Ther.* 2004;27(4):229-37.
- Costantino C, Galuppo L, Romiti D. Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2017;53(1):32-40.
- Davis DS, Ashby PE, McCale KL, et al. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):27-32.
- Faulkner JA, Larkin LM, Clafin DR, et al. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2007;34(11):1091-6.
- Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci.* 1994;12(6):561-6.
- Johnson EN, Thomas JS. Effect of hamstring flexibility on hip and lumbar spine joint excursions during forward-reaching tasks in participants with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(7):1140-2.
- Kim GC, Lee JH, Kwon SM. Effects of hamstring flexibility and dynamic stability of lower lumbar according to stretching and massage techniques. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(4):609-17.
- Kim JW, Lee KM. Evaluation of isometric shoulder strength in Korean adults using a hang-held dynamometer. *Ann Rehabil Med.* 1996;20(1):186-93.
- Kinser AM, Ramsey MW, O'Bryant HS, et al. Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(1):133-40.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques (6th ed). Fa Davis. 2012.
- Kokkonen J, Nelson AG, Eldredge C, et al. Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(10):1825-31.
- Lee HS, Yoo JH. The effects of stretching and isometric exercise for chronic neck pain patient in strength and pain. *J Korean Soc Phys Med.* 2012;7(3):329-37.
- Leonard CT, Deshner WP, Romo JW, et al. Myotonometer intra- and interrater reliabilities. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(6):928-32.
- Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med.* 2005;35(1):23-41.
- Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, et al. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):788-92.
- Paoloni M, Mangone M, Scettri P, et al. Segmental muscle vibration improves walking in chronic stroke patients with foot drop: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(3):254-62.
- Rittweger J, Just K, Kautzsch K, et al. Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: a randomized controlled trial. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(17):1829-34.
- Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching : mechanisms and clinical implications. *Sports Med.* 2006;36(11):929-39.
- Spemoga 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):44-8.
- Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, et al. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study. *J Bone Miner Res.* 2003;18(5):876-84.