

Original Article

Open Access

건강한 젊은 성인의 가자미근 신장이 앞정강근과 긴종아리근의 근두께와 근 긴장도에 미치는 영향

전효빈 · 오승원 · 김선열 · 황수진[†]
백석대학교 보건학부 물리치료과

The Effect of Soleus Muscle Stretching on Thickness and Muscle Tone of The Tibialis Anterior and Peroneus Longus Muscles in Healthy Young Adults

Hyo-Bin Jeon · Seong-Won Oh · Sun-Yeul Kim · Su-Jin Hwang, P.T., Ph.D.[†]
Department of Physical Therapy, Division of Health Science, Baekseok University

Received: November 8, 2021 / Revised: November 28, 2021 / Accepted: December 1, 2021

© 2021 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 soleus muscle stretching on the muscle thickness and muscle tone of the tibialis anterior and peroneus longus muscles in healthy young adults.

Methods: This study was an observational, cross-sectional study design in healthy young adults. Thirty healthy young adults participated in the study. To investigate the effect of agonist elongation on the muscles' antagonist and synergist characteristics, this study conducted the dynamic stretching of the soleus and plantarflexor muscles for 20 seconds. This study measured the muscle thickness and muscle tone of the soleus, tibialis anterior and peroneus longus muscles before stretching, immediately after stretching, and five minutes after stretching.

Results: After analysis, the muscle tone of the soleus muscle was significantly decreased immediately after stretching (20.91 ± 2.61 Hz) compared to before stretching (21.83 ± 2.78 Hz). The muscle tone of the tibialis anterior was significantly decreased both immediately after stretching (21.76 ± 2.73 Hz) and five minutes after stretching (21.72 ± 3.25 Hz) compared to before stretching (22.61 ± 3.29 Hz). The muscle thickness of the soleus muscle was significantly decreased immediately after stretching (2.04 ± 0.52 mm) compared to before stretching (2.21 ± 0.51 mm) and was significantly increased five minutes after stretching (2.14 ± 0.49 mm) compared to immediately after stretching.

Conclusion: The results of this study showed the static stretching of the soleus muscle changed the muscle tone of the tibialis anterior, but not of the peroneus longus muscle. This study suggests that the dynamic stretching of the agonist

[†]Corresponding Author : Su-Jin Hwang (ptsue@daum.net)

muscle would show meaningful muscle tone change in the antagonist.

Key Words: Adult, Peroneus longus, Soleus, Stretching, Tibialis anterior

I. 서론

인간이 일상생활에서 수행하는 움직임 중 가장 호발하는 것이 보행(gait)이다(Perry & Burnfield, 2010). 인간의 보행은 많은 뼈대근육이 수축과 이완을 반복하여 한 곳에서 다른 곳으로 전신을 이동시키는 복합적인 움직임이며, 정상 보행은 근육뼈대계(musculoskeletal system)뿐만 아니라, 신경계, 심호흡계 등 인체를 구성하는 거의 모든 계통이 관여한다(Kim & Jeon, 2003; Lee & Kim, 2019; Perry & Burnfield, 2010). 보행은 짧은 거리를 이동할 수 있는 가장 효율적인 이동방법으로, 간단한 움직임으로 보이나, 전신을 활용하는 움직임으로 신경계(nervous system), 근육뼈대계 및 다양한 계통의 복잡한 작용으로 일어난다(Kim et al., 2018; Perry & Burnfield, 2010). 복합적인 과정인 보행을 가능하게 하는 것은 팔다리와 몸통뿐만 아니라 전신의 근력(muscle strength), 근지구력(muscle endurance), 협응력(coordination), 운동감각(kinesthetic sense), 고유수용성감각(proprioception), 시각(vision), 안뜰감각(vestibular sense) 등의 상호작용으로 최소한의 에너지를 소모하고 효율적으로 인체의 무게중심(center of mass)을 이동시키는 것이다(Chae & Jung, 2019; Hong & Lim, 2018; Perry & Burnfield, 2010).

정상 보행에서 뼈대근육은 기능적 협력을 위하여 수축과 이완을 반복할 뿐만 아니라, 동시수축(co-contraction)을 통하여 외부환경의 충격과 진동을 줄이고 보행속도를 유지하고 인체를 보호한다(Oh, 2019). 따라서 근육의 정상적인 수축과 이완이 효율적인 보행에 전제조건이라고 할 수 있다. 보행을 수행하는 근육 중, 추진력(propulsive forces)을 제공하는 근육은 크게 가자미근(soleus)와 넙다리내갈래근(quadriceps), 뒤넙다리근(hamstrings) 등이다(Perry & Burnfield,

2010). 이 근육은 보행 주기에 따라 작용근(agonist)과 대항근(antagonist)으로 활동한다. 특히, 가자미근은 보행 주기 중 부하지지기(loading response)부터 전흔듬기(preswing)까지 활동하는 근육으로, 최종디딤기(terminal stance)에는 최대뒤꿈치들기(maximal heel rise)에 필요한 근력의 86%을 생산한다(Perry & Burnfield, 2010). 따라서, 가자미근의 정상적인 활동은 보행속도를 유지하고 안정적인 보행을 수행하는데 중추적인 역할을 한다.

신장(stretching)은 뼈대계 근육이나 힘줄, 인대 등과 같은 연부조직(soft tissue)을 늘려주어 관절가동범위 증가, 유연성(flexibility) 향상 및 유지, 근육 손상 예방 등의 효과를 꾀하는 치료적 중재법 중 하나이다(Kisner et al., 2017). 신장은 정적신장(static stretching), 탄성적 신장(ballistic stretching), 수동신장(passive stretching), 능동신장(active stretching) 등으로 구분하며, 치료효과를 극대화할 수 있는 방법으로 근에너지 기법(muscle energy technique)을 이용한 신장과 진동-보조신장(vibration-assisted stretching)등도 포함된다(Park & Lee, 2017).

다양한 신장기법의 궁극적인 목적은 움직임을 정확하고 부드럽게 조정하는 능력을 회복시키고, 자세 개선 및 유지, 운동기능 발달과 촉진, 일상생활이나 기능적 활동 중에 예상치 못한 근육뼈대계 손상을 예방하는 것이다(Choi et al., 2010). 따라서, 신장은 본 운동 전·후에 준비운동이나 정리운동으로 활용하여 강한 운동으로 인체에 발생할 수 있는 급격한 기능변화로 인한 손상을 예방하기 위하여 활용된다(David et al., 2016; Kisner et al., 2017; Kwon & Kim, 2007). 보행에 중요한 가자미근 신장은 일반적으로 준비운동에 포함되지만, 가자미근의 대항근인 앞장다리근은 지속적인 보행으로 인한 정강이통증(shin pain) 혹은

shin-splint)을 초래하는 근육임에도 불구하고, 준비운동에서 배제되고 있다(Choi & Kwon, 2012; David et al., 2016; Kwon & Kim, 2007).

인체 움직임을 만드는 근육의 기능적 작용은 뼈대계와 관절계를 중심으로 동작을 발생시키는 작용근과 작용근이 수축할 때 이완하는 대항근, 작용근의 운동효과를 높이기 위하여 도와주는 협력근과 보조근 등이 있다(Choi & Kwon, 2012; Kisner et al., 2017). 작용근과 대항근의 활동은 근방추(muscle spindle)와 골지힘줄기관(Golgi-tendon organ)이 상대적인 근장력을 감지하여 움직임의 부드러움(smoothness of movement)을 증가시킨다(Choi & Kwon, 2012; Kisner et al., 2017).

신장의 즉각적인 효과에 대한 근육-힘줄 복합체의 생체역학적 특성과 장력 발생은 많은 연구자들이 관심을 가지고 연구를 진행하는 주제 중 하나이다. 선행 연구를 살펴보면, 신장 후 근육의 변화를 관찰하기 위하여 근긴장도나 근두께를 살펴본 논문은 다양하게 존재하나, 작용근의 신장이 대항근과 협력근에 미치는 영향을 알아본 연구는 매우 부족하다(Kim & Kim, 2010). 준비운동에서 본운동에 활용되는 모든 근육을 신장하고 체온 상승시키는 것이 아니기 때문에, 작용근의 신장이 대항근과 협력근에 미치는 영향을 알아보는 것은 임상환경에 중요한 치료적 근거를 제시할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구는 가자미근에 동적 신장을 제공하였을 때 대항근과 협력근인 앞정강근과 긴종아리근의 생체역학적 특성에 발생하는 변화를 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구참여자는 건강한 젊은 성인 30명 이었다. 연구참여자는 G*Power 표본 수계산 프로그램(Faul et al., 2009)를 사용하여 산출하였으며, 기술통계량의

평균비교 반복측정 분산분석(repeated measure analysis of ANOVA)을 통해 유의수준 $\alpha = 0.05$, 검정력 0.95, 효과크기 0.30, critical $t = 2.73$, 양측검정(two-tailed)으로 하여 대상자는 총 26명으로 결정되었으며 탈락률을 고려하여 연구참여자는 총 30명으로 설정하였다. 연구참여자의 선정기준은 (1) 최근 6개월 이내에 본 연구와 유사한 연구에 참여한 이력이 없는 자, (2) 연구결과에 영향을 미칠 수 있는 신경, 근골격계 질환이 없는 자, (3) 본 연구의 절차와 목적을 듣고 자발적으로 참여에 동의한 자, (4) 개인정보 제공에 동의한 자로 하였다. 선정된 연구참여자 중 연구 진행 중에 참여 중단을 표현한 자와 수집된 자료가 연구결과에 지대한 영향을 미칠 수 있는 결측이 있는 자는 배제하였다. 모든 대상자들에게 연구에 대한 절차와 안전성에 대하여 충분한 설명을 하였으며 자발적으로 참여를 희망하는 대상자들의 한에서 참가동의를 받아 진행하였다.

2. 측정 도구

1) 초음파 영상진단장치(LOGIQ e)

작용근, 대항근 및 길항근의 생체역학적 특성을 측정하기 위하여, 본 연구는 영상진단용 초음파 장비(LOCIQ™ e Ultrasound System, GE Healthcare Inc., USA)를 사용하여 근육의 두께를 측정하였다. 본 연구는 선형탐촉자를 사용하여 B모드로 측정을 진행하였고, 초음파 영상진단기에 내장된 캘리퍼를 사용하였다. 본 기기는 정적 및 동적 상태에서 실시간 적용할 수 있으며, 비침습적으로 팔다리 근육이나 골반바닥, 복근 비대 등을 측정하는데 신뢰도와 타당도가 입증되었다. 또한 본 기기는 깊은 목굽힘근(deep cervical flexors)를 실시간 초음파 영상 촬영하였을 때, 검사자간 신뢰도(intra-class correlation)이 0.90으로 보고되었다(Ha, 2021; Lee, 2017; O’Riordan et al., 2016).

2) 근긴장도 측정기(Myoton PRO)

본 연구는 가자미근, 앞정강근, 긴종아리근의 근긴장도를 측정하기 위하여 3축 디지털 가속도 센서가 내재된 접촉식 연부조직 측정기기인 근긴장도측정기(MyotonPRO, Myoton AS, Estonia)를 사용하였다. 근긴장도측정기는 근긴장도뿐만 아니라 동적 경도(stiffness)와 탄성도(elasticity) 등의 근육의 생체역학적 특성을 알아볼 수 있는 기기이다. 근긴장도측정기는 다분석 측정법(multiscan mode)를 이용하여 1회 측정 시 반복 횟수 5회, 기계적 임펄스 전달시간(tap time) 15 m/s, 전달 간격 0.8 sec로 설정하였다. 근긴장도측정기의 검사가내 신뢰도는 0.94~0.99로 보고되었다(Lee, 2017).

3. 측정방법

본 연구는 단면관찰연구설계(cross-sectional, observational study design)로, 작용근의 신장이 대항근과 협력근에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 근육의 생체역학적 특징 중 근긴장도와 근두께를 측정하였다. 가자미근 신장은 연구참여자가 신장하고자 하는 다리를 펴고, 다른 다리는 굽히고 앉은 자세에서 수건을 이용하여 동적신장을 진행하였다. 신장은 30 sec x 4 set로 총 2분간 진행하였으며, 각 세트사이에 15초간 휴식시간을 부여하였다.

가자미근 근두께는 연구참여자가 치료대에 엎드려 누운 자세에 측정한다. 측정 위치는 넙다리뼈와 안쪽 발목관절사이 2/3 지점에서 약 1 cm안쪽 부분을 표시 후 측정하였다. 이 위치는 장딴지근을 피해서 가자미근의 각도를 보기 좋은 위치를 찾아서 선정했다. 연구참여자는 천장을 보고 치료대 위에 편하게 누운 상태에서, 종아리뼈머리에서 가쪽복사뼈까지 거리의 20% 지점에서 초음파 변환기를 세로 단면으로 하여 변환기의 안쪽모서리를 앞쪽 정강뼈능선 위에 위치한 후 앞정강근의 근두께를 측정하였다. 이때 발목의 각도는 90°를 유지할 수 있도록 만들었다. 긴

종아리근은 측정 다리가 위로, 다리를 일자로 펴고 옆으로 누운 자세에서 종아리뼈머리에서 외측 복사뼈를 잇는 선상 상위 75%지점을 표시 후 측정하였다. 가자미근과 앞정강근은 탐촉자를 세로로 하여 측정하였고, 탐촉자는 가로로 하여 측정하였다(Bianchi et al., 2007; McCreesh & Egan, 2011; O'Neill et al., 2011). 가자미근, 앞정강근과 긴종아리근의 근긴장도도 동일한 자세와 위치에서 측정하였다. 모든 자료수집은 3회 반복 측정 후 통계처리를 위하여 평균값을 사용하였다.

4. 자료분석

본 연구는 젊은 성인의 가자미근 신장이 앞정강근과 긴종아리근의 근 두께와 근 긴장도에 미치는 영향을 알아보려고 한다. 연구대상자의 일반적 특성에 대한 분석은 기술통계량을 이용하였다. 가자미근 신장에 따른 앞정강근과 긴종아리근의 근 두께와 근 긴장도의 미치는 영향을 알아보기 위하여 반복측정 분산분석(repeated measure analysis of ANOVA)을 사용하여 분석하였다. 본 연구에서 측정된 모든 자료는 PASW 18.0(SPSS Inc., USA) 통계프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 통계학적 유의성을 검증하기 위하여 유의 수준은 $\alpha = 0.05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구참여자의 일반적 및 특성

Table 1은 연구참여자의 일반적 특성을 설명하고 있다. 연구참여자의 평균연령은 23.96세 이었으며, 연구참여자의 성별은 남자가 19명, 여자가 11명 이었다. 그들의 평균신장은 170.90 cm이었고, 평균체중은 69.43 kg 이었다(Table 1).

Table 1. Demographic of the participants (N=30)

Variables	Frequency (percent)/mean±SD
Sex (male/female)	19(63.30)/11(36.70)
Age (year)	23.96±1.69
Height (cm)	170.90±7.51
Weight (kg)	69.43±18.08

mean±SD: mean±standard deviation

2. 가자미근 신장에 따른 대항근과 협력근의 근긴장도 변화

Table 2는 가자미근의 신장 전(pre), 신장 직후(post), 5분후(post 5min) 가자미근과 앞정강근, 긴종아리근의 근긴장도를 측정한 결과이다. 측정시기별 비교를 해 보면 가자미근은 신장 전과 신장 직후의 유의한 차이가 있었는데 신장전은 21.83 Hz이었고 신장직후는 20.91 Hz로 신장 전의 근긴장도가 더 컸다. 앞정강근의 경우 신장전과 신장 직후, 신장전과 5분후의 근긴장도에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 신장전은 22.61 Hz

이었고 신장직후는 21.76 Hz으로 유의하게 감소하였고 신장전에 비해 5분후는 21.72 Hz로 유의하게 감소했다. 긴종아리근의 경우 신장전과 신장 직후, 5분후의 경우 모두 다 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

3. 가자미근 신장에 따른 대항근과 협력근의 근두께 변화

Table 3은 가자미근의 신장 전, 신장 직후, 5분후 가자미근과 앞정강근, 긴종아리근의 근 두께를 측정한 결과이다. 가자미근의 경우에서만 유의한 차이가 있었다. 측정 시기별로 비교해 보면 가자미근의 경우 신장전과 신장 직후, 신장 직후와 5분후의 결과 값에서 유의한 차이가 있었다. 신장 전 가자미근의 근 두께는 2.21 mm이었고 신장 직후에 2.04로 유의하게 감소하였다. 5분후 근 두께는 2.14 mm로 신장 직후와 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 앞정강근과 긴종아리근의 경우는 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 2. Muscle tone in three different measure times

(N=30)

Muscle tone (frequency)	mean±SD			F	p
	Pre	Post	Post 5 min		
Soleus	21.83±2.78	20.91±2.61*	21.36±2.86	12.89	< 0.01
Tibialis anterior	22.61±3.29	21.76±2.73*	21.72±3.25*	5.97	< 0.01
Peroneus longus	17.13±2.56	16.82±1.91	16.72±1.64	2.19	0.12

* significantly different condition compared to pre-test (before stretching)

Table 3. Muscle thickness in three different measure times

(N=30)

Muscle thickness (millimeter)	mean±SD			F	p
	Pre	Post	Post 5 min		
Soleus	2.21±0.51	2.04±0.52*	2.14±0.49†	15.02	< 0.01
Tibialis anterior	2.40±0.61	2.40±0.54	2.42±0.57	0.24	0.79
Peroneus longus	1.65±0.55	1.64±0.55	1.63±0.54	0.35	0.71

*significantly different condition compared to pre-test (before stretching)

† significantly different condition compared to post-test (immediate after stretching)

IV. 고찰

본 연구의 목적은 작용근의 신장이 대항근과 협력근에 미치는 영향을 알아보기 위하여 가자미근의 신장 전후에 가자미근, 앞정강근, 긴종아리근의 근 긴장도와 근 두께를 측정하였다. 주요연구결과는 다음과 같았다. 첫째, 가자미근은 신장 전과 직후에 근긴장도와 근두께 변화하였고, 근두께는 신장 5분후의 값에서도 영향을 미쳤다. 둘째, 앞정강근의 근긴장은 가자미근 신장 전에 비하여 신장후에 감소하였다. 마지막으로 가자미근의 신장은 협력근인 긴종아리근의 생체역학적 특성에 영향을 미치지 않았다.

신장과 근육의 생체역학적 특성에 관한 선행연구는 매우 다양하다. 한 선행연구는 고유수용성신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) 신장법이 근 경련이나 인대 등의 구조물의 단축을 완화시키면 비수축성 조직에 영향을 주어 관절가동범위를 증가시키고, 이로 인해 근 긴장도를 유의하게 감소시킨다고 보고하였다(Yoo & Hong, 2020). 또 다른 연구는 예비안스-함베르크 신장법(Evjenth-Hamberg stretching)과 정적 신장법(static stretching)이 중재 전과 비교하여 중재 후에 근 긴장도를 유의하게 감소시킨다고 보고하였다(Do & Cheon, 2020). Wong 등(2009)은 둥근어깨자세(rounded shoulder posture)로 인해 이차적으로 긴장된 작은가슴근(pectoralis minor)과 긴장된 근육으로 인한 지속적인 나쁜 자세는 작은가슴근의 직접적인 신장과 자가 신장의 적용을 통해 근 긴장도를 감소시켜 둥근어깨자세의 감소를 이끌 수 있다고 보고하였다. Cheon 등(2019)은 간헐적 신장과 연속 신장이 근긴장도와 경직도를 감소시키고, 관절가동범위를 증가시켜준다고 보고하였다. 본 연구에서도 가자미근 신장으로 인해 가자미근의 근 긴장도가 감소하는 결과를 나타내는 것으로 선행연구와 일치되는 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 가자미근의 대항근인 앞정강근도 근 긴장도가 감소하는 결과를 통해 작용근의 신장이 대항근의 근 긴장도에도 영향을 미친다고 생각할 수 있었고, 가자미근의 신장운동은 보행속도를 안

정적으로 유지하는데 도움이 될 뿐만 아니라, 정강이 통증 예방 및 완화에도 도움이 될 것이라는 것을 알 수 있었다.

근섬유의 생체역학적 변화를 야기하기 위해서는 적극적인 신장이 필요하다. 활동적인 신장은 세포의 칼슘채널을 활성화시켜, 수축으로 축적된 세포질 칼슘을 세포내로 이동시킨다. 따라서, 신장은 근육의 뻣뻣함(stiffness)을 줄이고 통증을 감소시킨다(Riley et al., 2012). 일반적으로 신장은 근섬유와 신경섬유 방향으로 적용하는 것이 효과적이며, 본 연구에서는 효과적인 신장을 위하여 신장부위에 따른 힘줄 섬유 다발의 방향을 고려하여, 선택적으로 가자미근에 신장기법을 적용하였다(Edama et al., 2014; Park, 2011). 본 연구는 가자미근의 동적 신장을 통해 가자미근 신장 직후와 5분 후의 근 두께에서 유의한 차이를 보였으며, 가자미근 통증이 완화되는 효과를 기대해 볼 수 있다.

작용근의 중재가 대항근에 미치는 영향을 알아본 선행연구는 전문운동선수나 체육대학 학생을 대상으로 한 연구가 보고되었다(Cho & Kwon, 2012; John, 2012). Cho와 Kwon (2012)의 연구에서는 넙다리내갈래근과 넙다리두갈래근의 등척성 훈련을 통해 작용근과 대항근 사이의 상관성 근육 작용에 대한 기초자료를 제공하고자 하였는데 건강한 체육대학 남녀 31명을 대상으로 실험을 진행하였는데 통계학적으로는 유의한 차이는 나타나지 않는 결과를 나타냈다. John 등(2012)은 대항근의 신장후 작용근의 점프 높이, 토크 및 근전도에 미치는 급성효과를 보고자 했다. 실험의 결과 대항근의 신장을 통해 작용근의 토크생성을 증가시키고 수치는 적지만 점프높이와 힘의 향상에도 영향을 미친다는 결과를 보고하였다. Jung (2007)의 연구에서는 8주동안 벤치 프레스 동작시 사용되는 작용근과 대항근에 대하여 운동을 실시하여 지구력 발달에 미치는 영향을 보고자 했다. 연구결과, bench-press동작시 작용근 운동만으로도 작용근과 대항근을 동시에 운동한 집단과 유사하게 지구력향상을 가져올 수 있다. 반면에 대항근의 지구력향상에 있어서는 작용근과 대항근 운동을 같이하는 것이 더 효과

적이라는 연구결과가 나타났다. 본 연구에서도 가자미근의 신장운동이 대항근인 앞정강근의 근긴장도를 감소시켰으며, 이러한 결과는 가자미근의 준비운동이 앞정강근의 운동손상 예방에도 효과적일 수 있다는 근거로 활용될 수 있을 것이다. 반면에 본 연구에서는 가자미근의 신장은 협력근인 긴종아리근의 생체역학적 특성에는 변화를 이끌어내지 못하였다.

본 연구는 가자미근의 신장운동이 대항근인 앞정강근과 협력근인 긴종아리근의 생체역학적 특성에 미치는 영향을 알아보고자 하였고, 가자미근 신장은 앞정강근의 생체역학적 특성에 변화를 야기하였지만, 협력근인 긴종아리근에는 영향이 없음을 알 수 있었다. 가자미근의 신장운동은 보행 시 전방 전진을 위한 추진력을 제공하는데 도움이 될 것이며, 장시간 보행으로 발생할 수 있는 정강이통증을 예방 혹은 완화하는데 도움이 될 것이다. 또한, 가자미근의 보행속도를 유지하고 안정적인 보행을 수행하는데 도움이 될 것이다. 본 연구는 건강한 젊은 성인을 대상으로 진행하였다. 연구결과를 바탕으로 향후연구에서는 근골격계 질환자나 신경계질환자를 대상으로 연구를 진행할 것을 제안한다. 또한 본 연구는 젊은 성인을 대상으로 하였다. 향후 연구에서는 아동과 노인을 대상으로도 연구를 진행할 필요가 있다.

V. 결론

본 연구는 젊은 성인의 가자미근 신장이 근 긴장도와 두께를 감소시킨다는 것뿐만 아니라 길항근의 근 긴장도까지 감소시킬 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구결과를 바탕으로 보행에 중요한 근육 중 하나인 가자미근의 신장운동은 가자미근의 근육 긴장을 완화시키고, 앞정강근의 근긴장도 감소시키기 때문에, 아래발을 사용하는 신체활동을 보다 자유롭고 원활하게 움직이게 하고, 장시간 보행으로 발생할 수 있는 정강이통증증후군 예방에도 도움이 될 것으로 판단된다.

References

- Almhdawi KA, Mathiowetz VG, White M, et al. Efficacy of occupational therapy task-oriented approach in upper extremity post-stroke rehabilitation. *Occupational Therapy International*. 2016;23(4): 444-456.
- Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, et al. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in health active individuals: a systematic review. *Applied Physiology Nutrition, and Metabolism*. 2016;41(1):1-11.
- Bianchi S, Martinoli, C. Ultrasound of the musculoskeletal system. Berlin. SpringerVerlag. 2007.
- Chae JB, Jung JH. Correlation between trunk stabilization muscle activation and gait parameters. *PNF and Movement*. 2019;17(1):111-118.
- Chen JG, Cho EH, Kim MK. Immediate effect of intermittent versus continuous hamstring static stretching on the muscle tone and range of motion. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2019;14(4): 19-27.
- Cho MS, Kwon TW. A study on interrelationship of strength between agonistic muscle and antagonistic muscle. *The Korean Journal of Physical Education*. 2012; 21(5):1213-1222.
- Choi WJ, Kim YJ, Kim YH, et al. The effects of PNF hamstring stretching on lower back movement and flexibility. *Journal of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2010;8(3):55-61.
- Do HH, Cheon SC. The effectiveness of Evjenth-Hamberg stretching with regards to muscle tone and flexibility in adults with hamstring tightness. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2020;15(4): 111-119.
- Edama M, Onishi H, Kumaki K, et al. Effective and selective stretching of the medial head of the gastrocnemius.

- Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2015;25(2):242-250.
- Ha SY. Angle on the lower limb and deep trunk muscle thickness in normal adults. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2021.
- Hong WK, Lim YR. The effect of walking exercise frequency on the blood lipid, blood pressure, musculoskeletal pain, and health related quality of life in middle aged women. *The Korean Society of Sports Science.* 2018;24(3):1105-1114.
- Jeon ES, Kim YE. Analysis of lower extremity muscle force variations during the gait cycle with optimization method. *Journal of Biomedical Engineering Research.* 2003;24(6):509-514.
- Jung SJ. The effect of complex exercise on the muscular of agonist and antagonist to enhance muscular endurance. Kookmin University. Dissertation of Master's Degree. 2007.
- Kim CS, Kim MK. Mechanical properties and physical fitness of trunk muscles using myoton. *International Journal of Human Movement Science.* 2016;55(1):633-642.
- Kim JH, Kim TH. Immediate effects of stretching on hamstring stiffness. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy.* 2010;22(1):1-7.
- Kim EB, Park TS, Kang JH. Comparison of barefoot and shod gait cycle for adult women. *Journal of Convergence for Information Technology.* 2018;8(1): 9-14.
- Kinsner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques, 7th ed. Philadelphia. F.A. Davis Company. 2017.
- Ko MK, Song CH, Yoo JH. The effects of long-term smartphone usage time and of stretching on stiffness, concentration and visual acuity. *PNF and Movement.* 2019;17(1): 57-68.
- Kwon TW, Kim DJ. The effects of warming up intensity and time in strength, muscle power, muscle endurance. *Korean Society of Sport and Leisure Studies.* 2007;11(9):853-862.
- Kwon YA, Yoo KT, Lee HS. Effects of unilateral static stretching on flexibility and symmetry of lower leg and temporal gait variables in gait asymmetry people. *Journal of Korean Society of Physical Medicine.* 2020;15(3): 89-98.
- Lee HJ. Immediate effects of muscle energy technique on pelvic angle, muscle tone, muscle thickness of psoas major muscle in patients with low back pain with hip flexor shortening. Baekseok University. Dissertation of Master's Degree, 2018.
- Lee HJ, Shim JH, Kim JW, et al. The fusion effect of deep transverse stroking, manual stretching exercise and active muscle release technique on psoas major muscle thickness and muscle tone and pelvic angle of non-specific low back pain patient. *Korea Convergence Society.* 2018;9(3):137-144.
- Lee YJ, Kim JB. Strategies of collision avoidance with moving and stationary human obstacles during walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics.* 2019;29(2): 97-104.
- McCreech K, Egan S. Ultrasound measurement of the size of the anterior tibial muscle group: the effect of exercise and leg dominance. *Sports Medicine Arthroscopy Rehabilitation Therapy & Technology.* 2011;3(1):8.
- Oh DW. Effects of shoe heel height on walking velocity and electromyographic activities of lower extremity muscles during short- and long-distance walking in young females. *Physical Therapy Korea.* 2019;26(2): 16-23.
- O'Neill JMD. Musculoskeletal ultrasound: anatomy and technique. Cham. Springer Nature. 2008.
- O'Riordan C, van de Ven P, Nelson J, et al. Reliability of a measurement method for the cross-sectional area of the longus colli using real-time ultrasound imaging. *Ultrasound.* 2016;24(3):154-162.
- Park DSR. The effects of special calf stretching on lower body obesity. Sungkyunkwan University. Dissertation

- of Master's Degree. 2011.
- Park HY, Lee MM. A comparison of the effect of stretching technique on hamstring muscle for flexibility, strength, pressure pain threshold value and muscle tone. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2017;12(4):39-46.
- Perry J, Burnfield J. Gait analysis: normal and pathological function. Pomona. SLACK Incorporated. 2010
- Reiley DA, van Dyke JM. The effects of active and passive stretching on muscle length. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2012;23(1): 51-57.
- Wong CK, Coleman D, dePersia V, et al. The effects of manual treatment on rounded shoulder posture, and associated muscle strength. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 2010;14(4):326-333.
- Yoo BH, Hong JP. The comparison of the effects of joint mobilization, incline board and PNF stretching to increase the dorsiflexion of the ankle joint on ankle dorsiflexion and the muscle tone of the plantar flexor the ankle in subjects with stroke. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy*. 2020;26(1):55-63.