



초음파 치료와 정적 스트레칭이

뒤넓다리근의 유연성과 정적균형에 미치는 영향

조승봉 · 박미영 · 원지선 · 김예린 · 홍준택 · 김성호

신구대학교 물리치료과

The Effect of Therapeutic Ultrasound and Static Stretching of the Hamstring Muscle on Flexibility and Static Balance Ability

Seung-bong Cho · Mi-young Park · Ji-sun Won · Ye-lin Kim ·

Joon-taek Hong · Seong-ho Kim, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Shingu College

Abstract

Background: The purpose of present study was to examine the effect of ultrasound therapy and static stretching on hamstring length and balance. **Design:** Randomized Controlled Trial. **Methods:** A total of 30 adults in S college, Seongnam city, Gyeonggi-do, between the ages of 20-30 were randomly assigned to two groups. Group 1 (n=15) had ultrasound therapy, called US group. Group 2 (n=15) had static stretching, called SS group. Measurements were taken prior to starting the program and after completing the experiment using Finger to floor test and Active knee extension test to get the results of hamstring flexibility and the ability of static balance. Paired t-test was used to compare each group pre-test values to post-test values and to compare US post-test values to SS post-test values on PASW 18.0. **Results:** 1) Both hamstring SS group and US group had significant increase ($p<.05$) in Finger to floor test and Active knee extension test. 2) Dominant leg standing had significant change ($p<.05$) only in US group. 3) There was no significant difference between US group and SS group. **Conclusion:** Results showed that US group and SS group had an effect on changes in hamstring length ($p<.05$). However, they did not show a significant increase in static balance. Further effective studies on hamstring SS group and US group were needed based on this examination.

Key words : Hamstring, Static stretching, Static balance, Ultrasound therapy

© 2019 by the Korean Physical Therapy Science

I. 서론

현대인들은 산업화로 인한 생활환경의 변화, 신체 활동의 감소 및 비가동성, 노화 등이 근육의 탄성성분 및 근섬유를 감소시켜 근육의 신장성에 문제를 야기한다(Faulkner 등, 2007). 그 중에 학생들은 학업문제나 취업 스트레스에 노출되어 신체건강과 정신건강이 낮아져 있으며(이인숙과 조주연, 2011), 의자에 앉아서 보내는 시간이 거의 모든 일상생활을 차지하므로 뒤넙다리근의 단축이 일어나 유연성이 감소되고 나아가 허리통증이나 나쁜 자세, 보행 이상 등의 기능 장애를 초래하게 된다(Kisner와 Colby, 2007). 유연성은 바른 자세 유지와 개선, 적절하고 우아한 동작의 증진, 운동 기능의 촉진과 발달, 일상생활이나 운동수행 중의 상해예방에 필수적이라고 할 수 있다(Ogura 등, 2007).

균형은 지지 기저면에 대해 무게중심을 조절하고 유지하는 능력인 자세 안정성을 지속적으로 유지해 나가는 과정이다(Cohen 등, 1993). 균형은 크게 정적균형과 동적균형으로 나눌 수 있는데(Wade와 Jones, 1997), 정적균형은 지지 기저면 내에서 신체중심을 유지하고 신체동요를 최소화 시키려는 몸통과 하지 근육의 활동을 분리된 공동작용으로 협응하는 과정으로 인간의 두발 서기는 상대적으로 좁은 기저면 상에서 높게 위치한 신체중심 때문에 본질적으로 불안정할 수밖에 없으며 또한 인간이 수행하는 대부분의 기능적 활동은 선 자세에서 이루어지기 때문에 선 자세에서의 균형 유지는 매우 중요하다(권미지, 2000; 육군창, 2012). 정적균형의 발현에 관련된 여러 인자들 중 신체의 생역학적인 측면인 근육뼈대계의 유연성에 의한 지지 작용이 가장 중요하다(김선엽, 1999). 근육의 약화나 길이적 단축은 정상적인 신체정렬을 파괴하여 정적균형능력을 저하시킨다(권오윤 등, 1998). 기립 자세에서 무릎관절을 제어하는 다리근육 중 뒤넙다리근은 이는 곱과 닿는 곱의 해부학적 구조의 특수성으로 인해 다리이음뼈, 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 안정성에 모두 관여하는 정적균형의 확립에 아주 중요한 근육이다(남건우, 2011; 남재희, 2008). 따라서 뒤넙다리근의 단축으로 자세의 변화, 허리통증,

무릎관절가동범위 제한, 균형능력 감소 등의 문제가 나타나며, 이러한 문제를 해결하기 위해서 스트레칭 중재가 널리 사용되고 있으며 뒤넙다리근에 대한 스트레칭 적용 효과에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다(de Weijer 등, 2003; Reid와 McNair, 2010). Depino 등(2000)은 스트레칭을 통해서 뒤넙다리근의 최대 토크가 증가한다고 하였으며, 뒤넙다리근의 스트레칭이 만성요통 환자의 허리 굽힘 각도와 통증감소, 자세교정 및 무릎의 관절가동범위 증가에 효과적이었다고 하였다(Brusco 등, 2018; Ford와 McChesney, 2007; Gajdosik, 1991; Reid와 McNair, 2010).

뒤넙다리근의 스트레칭 방법에 대한 연구들을 보면, Ogura 등(2007)은 세 가지 스트레칭 기법(정적 스트레칭, 능동적 스트레칭, PNF)을 19명의 젊은 대상자에게 30초씩 4주 동안 적용하여 정적 스트레칭이 뒤넙다리근을 늘리는데 효과적인 방법이라고 하였다(Davis 등, 2005). 따라서 정적 스트레칭이 뒤넙다리근의 길이 증가에 효과적이라고 제시하였다. 뒤넙다리근의 유연성 회복에 초음파 방법도 적용되고 있는데(Falconer 등, 1990), 초음파 중재는 0.5~5MHz 대개는 1MHz내외의 초음파를 사용하여 여러 질병을 치료하는 중재방법이다(강상희와 황수진, 2017). 초음파의 일차적인 효과는 초음파 에너지 흡수에 따른 조직온도의 상승이다. 이는 혈류량 증진, 염증반응 유발, 생체막 투과성 증가, 신진대사 증가, 교원조직의 신장력 증가, 통증역치 증가, 근 경축 완화, 신경전도속도 변화, 효소활성 증가, 뼈대근육의 수축력 변화 등과 같은 생리학적인 반응이 나타난다(이재형, 1995). Van der Windt 등(1999)은 근골격계 질환들에 대한 초음파 중재의 체계적 고찰에서 초음파 중재가 근막통증 감소, 관절가동범위 증가와 근육 유연성 증가에 효과가 있다고 보고하였다. 그러나 뒤넙다리근의 유연성 회복을 위한 연구들은 대부분 스트레칭에 대한 선행연구들이 대부분이었으며, 초음파 중재를 적용하거나 균형에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 것으로 조사되었다. 따라서 본 연구에서는 초음파 중재와 정적 스트레칭 중재가 뒤넙다리근의 유연성과 정적균형에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 성남시 소재 S대학교에 재학 중인 20, 30대의 건강한 남녀 30명을 대상으로 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 들은 후, 자발적으로 실험참여에 동의한 대상자만을 대상으로 실시하였다. 대상자의 선정 조건은 오른발이 우세발인 자를 우선적으로 선별하였고, 척추에 신경학적 또는 정형외과적으로 문제가 있거나, 최근 3개월 내 허리 통증이 있는 자, 정기적으로 유연성 운동이나 하지근력강화 운동을 하거나, 다리 뻗음 올림검사 시 방사통이 있는 자는 대상자에서 제외하였다. 뒤넙다리근의 단축에 대한 사전 검사의 진행은 40명을 대상으로 하여 바로 누운 자세에서 엉덩관절을 90도 굽히고 측정된 능동적 무릎 펴 각도가 165도 이하이고(Kim 등, 2009), 쇼베르 검사(Schober test)에서 15cm 이상인 대상자를 선정하였다(Brusco 등, 2018). 30명의 대상자들은 제비뽑기 방법을 적용하여 초음파 중재군과 스트레칭 중재군으로 15명씩 무작위 할당하였다.

2. 측정방법

1) 상지 앞으로 숙여 바닥에 닿기 검사(Finger to floor distance test, FFDT)

연구 대상자의 뒤넙다리근의 유연성을 평가하기 위하여 상지 앞으로 숙여 바닥에 닿기 검사(Finger to floor distance test, FFDT)를 실시하였다. 대상자는 신체측측 상자 위에 올라서서 대상자의 엄지발가락을 맞추어 선 후, 무릎을 편 채로 상체를 점진적으로 굽힘하며 손바닥과 손가락은 최대한으로 뻗게 하였다. 검사자는 대상자의 중간손가락의 위치를 측정, 줄자를 이용하여 바닥과의 거리를 측정하였다(김태훈 등, 2015). 신발을 신지 않고 측정하였고, 사전에 격렬한 운동이나 웨이트 트레이닝을 하지 않도록 통제하였다(Brusco 등, 2018). 측정단위는 cm로 하였으며, 측정 전·후를 비교해 길이가 증가하면 뒤넙다리근이 늘어

난 것을 의미한다(서한교 등, 2017).

2) 능동적 무릎 펴 검사(Active knee extension test, AKE)

뒤넙다리근의 유연성을 측정하기 위해 능동적 무릎 펴 검사(Active knee extension test, AKE)를 사용하였으며, AKE 검사는 뒤넙다리근의 유연성과 길이를 측정하는 방법 중 신뢰도가 높은 방법이다(Kim 등, 2017). 중재 전·후의 대상자들의 능동적 무릎 펴 각도를 측정하기 위하여 디지털 듀얼 경사계(Dualer IQ Digital Inclinator, J-Tech, U.S.A)를 사용하였으며, 측정횟수는 2회로 하여 평균값으로 기록하였고 측정단위는 °로 하였다(박훈영과 이명모, 2017). 뒤넙다리근의 유연성은 바로 누운 자세(Supine)에서 엉덩관절과 무릎관절을 각각 90도 굽힘하여 유지한 자세를 기준으로 무릎관절을 최대 능동 펴 하였을 때와 뒤넙다리근이 늘어난 최대 지점의 무릎관절 각도를 측정하였다. 엉덩관절 굽힘 각도가 90도 되는 지점에 기준점을 제시하여 검사자세를 유지하도록 한 상태에서 측정하였다(Kim 등, 2009)(그림 1).



그림 1. 능동적 무릎 펴 검사

3) 정적균형 검사

정적균형능력의 변화 측정을 위하여 Bio-rescue(Bio-rescue, RM INGEBIERIE, Rodez, France)를 사용하여 측정하였고, 측정단위는 mm으로 하였다. 1,600개의 센서가 내장된 발판과 소프트웨어로 구성된 Bio-rescue는 균형능력을 정적 및 동적으로 측정하고 다양한 균형능력 훈련 프로그램을 통해서 치료할 수 있는 장비이며, 신체중심의 이동길이(0.1cm)와 평균속도(cm/s), 압력, 접촉면의 변화를 분석할 수 있다. 피험자가 한발 서기 동안의 자세 동요를 압력중심점의 이

동 변화량을 측정하고 평균 속도, 자세 동요면적을 자동적으로 계산하여 화면에 표시하게 된다(김가현 등, 2015). 대상자는 맨발로 플랫폼 위에 올라가 가장 편안한 자세로 서도록 하였으며, 선 자세에서의 측정 자세와 동일하게 하였다. 대상자는 두 눈을 감은 상태로 왼발을 들고 오른발로 균형을 잡으며 15초를 유지한 후 동요면적을 측정하였다. 이때 동요면적은 대상자의 압력중심선의 이동범위를 바탕으로 산출하였다.

3. 중재방법

중재과정에 영향을 미칠 수 있는 외적요인을 최소화하기 위하여 편안한 복장을 착용시켰으며, 동일한 치료사에 의해 중재가 진행되었다. 본 연구에서는 초음파 중재와 정적 스트레칭을 4주간 주 2회(1일/1회), 총 8회를 적용하였다.

1) 초음파 중재(Ultra sound)

초음파 중재군에는 대상자의 뒤넙다리근을 충분히 노출 시킨 뒤 초음파 기구(HS-501, Dae Jung Medipharm, 2002, Korea)를 이용하여, 1.0MHz의 주파수, 3.0W/cm²의 강도로 1회 당 안쪽 2분, 가쪽 2분, 중간쪽 1분 총 5분간 시행하였다. 초음파 헤드(Head)도자는 표면적 5cm²을 이용하였고, 매질은 초음파 겔(Gel)을 사용하였다(윤정권과 이주형, 2006).

2) 정적 스트레칭

정적 스트레칭 중재군에는 대상자를 편안히 바로 누운 자세로 눕게 한 다음, 검사자는 대상자의 왼쪽 다리를 고정하고 오른쪽 다리의 발목부위를 잡고서 발목을 중립자세로 유지시킨 뒤, 대상자가 통증 없이 참을 수 있는 무릎관절 최대 폼 범위에서 30초간 유지한 후, 시작자세로 돌아와서 10초간 휴식하였으며, 이 동작을 반복하여 총 5분간 적용하였다(김중희와 김태호, 2010).

4. 자료분석

초음파 중재와 정적 스트레칭이 뒤넙다리근의 길이와 균형에 미치는 전·후의 변화량을 알아보기 위하여 통계처리는 PASW version 18.0을 사용하였고, 대상자의 일반적 특성을 알아보기 위하여 기술통계를 사용하였으며, 초음파 중재군과 스트레칭 중재군 각 군의 측정 전·후를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정, 초음파 중재군과 정적 스트레칭 중재군의 변화량 비교를 위하여 독립표본 t-검정 분석을 사용하였으며, 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 <표 1>과 같다. 본 연구에 참여한 연구대상자는 총 30명이며, 초음파 중재군 15명(남: 1명, 여: 4명), 정적 스트레칭 중재군 15명(남: 11명, 여: 4명)으로 무작위 선정하였다. 평균 연령은 초음파 중재군 26.07세, 스트레칭 중재군 24.60세였고, 평균 신장은 초음파 중재군 172.60cm, 정적 스트레칭 중재군 170.87cm였고, 평균 체중은 초음파 중재군 76.47kg, 정적 스트레칭 중재군 70.13kg였고, 평균 발 길이는 초음파 중재군 259.00mm, 정적 스트레칭 중재군 256.67mm이었다. 두 그룹 간 나이, 신장, 체중, 발 길이는 유의한 차이가 없었다.

2. 초음파 중재군의 중재 전·후 FFDT, AKE, 정적균형 비교

초음파 중재군의 중재 전·후 FFDT, AKE, 정적균형의 동요면적 값 변화를 비교한 결과는 <표 2>와 같다. 초음파 중재군은 실험 전에 비해 실험 후에 FFDT 길이, 우세발의 AKE 각도가 유의하게 증가하였다($p<.05$). 정적균형의 동요면적의 값이 감소하였으며 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

3. 정적 스트레칭 중재군의 중재 전·후 FFDI, AKE, 정적균형 비교

정적 스트레칭 중재군의 중재 전·후 FFDI, AKE, 정적균형의 동요면적 값 변화를 비교한 결과는 <표 3>과 같다. 정적 스트레칭 중재군은 실험 전에 비해 실험 후에 FFDI 길이, 우세발의 AKE 각도가 유의하게 증가하였다($p<.05$). 눈 감고 한 발 서기 검사에서 동요면적의 값이 감소하였지만 유의한 차이는 나타나지 않았다.

4. 그룹 간 중재 전·후 FFDI, AKE, 정적균형 차이 비교

초음파 중재군, 정적 스트레칭 중재군 두 그룹 간의 실험 전·후 차이 값을 구한 후 각 그룹 간 평균을 비교한 결과는 <표 4>와 같다. 실험 전·후 그룹 간 차이는 FFDI 검사에서 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). 그 외에서는 그룹 간의 실험 전·후 차이가 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

IV. 고 찰

균형은 일상생활의 모든 동작수행에 중요한 영향을 주며 신체를 평형상태로 유지시키는 능력이다(Cohen 등, 1993). 특히 무릎관절 주위 근육들은 일차적으로는 무릎관절 제어에 관여하지만, 해부학적인 특수성으로 인해 골반대, 엉덩관절 및 발목관절의 조절 및 통합에도 관여하여 정적균형에 있어서 중요한 요소가 된다(Avela 등, 2004). 기립 자세에서 무릎관절 조절을 통한 정적균형 유지에 영향을 미치는 중요한 근육은 뒤넙다리근이다. 이 근육은 발목관절과 엉덩관절의 운동에도 큰 영향을 미쳐 정적균형 전략 작용은 물론이 전략들의 통합에도 중요하며 뒤넙다리근의 약화나 길이 단축은 정상적인 신체정렬을 파괴하여 정적균형 능력을 저하시킨다(권오운 등, 1998). 뒤넙다리근의 단축은 인체 균형능력, 무릎관절 관절가동범위 감소 및 허리 통증을 유발 등의 문제를 야기하며(Brusco 등,

2018; Ford와 McChesney, 2007; Reid와 McNair, 2010), 따라서 뒤넙다리근의 유연성 회복에 초점을 둔 선행 연구들이 많이 실시되었다(Davis 등, 2005; Ford와 McChesney, 2007; Ogura 등, 2007). 뒤넙다리근의 유연성 증진을 위한 연구들을 보면 대부분 스트레칭 중재를 적용한 연구가 대부분이었으며(김중희와 김태호, 2010; 김태훈 등, 2015; 김현준, 2010; 이용수 등, 2008), 초음파 중재 연구는 상대적으로 부족하였으며, 균형능력에 미치는 효과를 제시한 연구도 부족하였다. 따라서 본 연구에서는 중재방법에 따른 뒤넙다리근의 유연성과 정적균형능력에 미치는 영향을 알아보 고자 하였다.

초음파 중재의 뒤넙다리근의 유연성에 대한 선행연구에서 강상희와 황수진(2017)은 뒤넙다리근 단축이 있는 28명을 대상으로 무작위 선정 9명의 초음파 중재군에게 초음파 치료가 뒤넙다리근의 유연성에 유의한 변화를 보였다($p<.05$)고 보고하였고, Umegaki 등(2015)은 뒤넙다리근 단축이 있는 50명의 남학생 대상으로 무작위 선정 10명의 초음파 중재군에게 초음파 중재가 뒤넙다리근의 유연성에 유의한 변화를 보였다($p<.05$)고 보고하였다. 이는 뒤넙다리근의 유연성 증진에 있어서 초음파 중재를 적용하였을 때, FFDI 길이와, AKE 각도에서 유의하게 차이가 나타난 본 연구의 결과를 지지한다($p<.05$).

정적 스트레칭 중재가 뒤넙다리근 길이의 변화에 미치는 연구에서 김중희와 김태호(2010)는 20대의 건강한 남·녀를 대상으로 뒤넙다리근의 수동 정적 스트레칭 프로그램을 적용하였을 때 관절가동범위가 유의하게 증가하였다($p<.05$)고 하였고, 서한교 등(2017)은 J병원과 S병원에 3개월간 내원한 외래환자 중 비특이성 허리 통증으로 진단을 받고 뒤넙다리근 단축이 있는 25세 이상 55세 미만의 대상자 25명을 대상으로 뒤넙다리근의 수동 정적 스트레칭 프로그램을 적용하였을 때 관절가동범위가 유의하게 증가하였다($p<.05$)고 보고하였다. 본 연구에서도 뒤넙다리근의 유연성 증진에 있어서 4주간의 정적 스트레칭 중재를 적용하였을 때, FFDI 길이와, AKE 각도가 중재 후 유의하게($p<.05$) 증가하여 선행연구들과 같은 결과를 얻었다.

각 그룹 간의 중재 효과의 차이에 있어서 초음파 중재와 정적 스트레칭 중재군의 뒤넙다리근 길이의 변화 차이에서 Umegaki 등(2015)은 뒤넙다리근 단축이 있는 남학생 대상으로 10명의 초음파 중재군과 10명의 스트레칭 중재군의 중재 후 비교결과는 초음파 중재군에서 좀 더 유의한 변화가 나타났다고(p<.05). 이는 초음파 중재와 정적 스트레칭 중재군 각각의 뒤넙다리근 유연성 변화의 차이에 있어서 초음파 중재를 적용하였을 때, 정적 스트레칭 중재군 보다 FFDT 길이 변화에서 좀 더 유의하게 차이가 나타난 본 연구의 결과를 지지한다(p<.05). 따라서 뒤넙다리근의 유연성 증진에 있어 단기간의 중재 적용 시 초음파 중재가 효과적인 적용방법이 될 수 있다고 사료된다.

뒤넙다리근의 중재방법에 따른 정적균형의 변화는 남재희(2008)의 연구에서 65세 이상의 노인 여성을 대상으로 16주간의 정적 스트레칭 프로그램을 적용하여 정적균형을 비교했을 때 스트레칭 프로그램을 적용하지 않은 그룹은 유의한 변화를 보이지 않은 반면, 스트레칭을 적용한 그룹은 유의한 변화를 보였다(p<.05)고 보고하였다. 또한 김현준(2010)의 연구에서 고교 축구선수를 대상으로 8주간의 정적 스트레칭 프로그램을 적용하면서 운동능력 중에 평형성에 유의한 변화를(p<.05) 보였다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 초음파 중재군에서만 중재 후 동요면적이 유의하게 감소하여(p<.05), 정적균형 능력이 향상되었으나 정적 스트레칭 중재군에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 선행연구들의 중재기간에 비해 본 연구의 중재기간이 단기간이어서 균형에 영향을 줄 정도로 몸의 균형능력에 변화를 가져오지 못했다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 뒤넙다리근의 스트레칭을 적용하기 어려운 대상자에게 초음파 중재가 뒤넙다리근의 길이와 정적균형능력 향상에 적절한 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 본 연구는 연구기간이 단기간이고, 연구 대상자가 20:30대 대학생들을 대상으로 하여서 다양한 계층, 직업군을 대표하지 못하였고 정적균형 검사 시행 시 주위 환경을 완벽하게 통제하지 못하였기 때문에 본 연구 결과를 모든 사람에게

일반적으로 적용하는데 제한점이 있다고 할 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 연령대의 많은 대상자를 대상으로 장기간 동안 실시하는 추가적인 연구가 필요할 것이라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 뒤넙다리근 단축이 있는 대상자에게 초음파 중재와 정적 스트레칭을 적용하여 뒤넙다리근의 유연성과 정적균형에 미치는 효과를 알아보기 위해 각 그룹별 4주 중재 전·후 FFDT 검사, AKE 검사, 정적균형검사를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 뒤넙다리근의 초음파 중재 전·후 FFDT 검사, AKE 검사에서 유의한 증가가 있었으며(p<.05), 정적균형도 유의한 증가가 있는 것으로 나타났다(p<.05).

2. 뒤넙다리근의 정적 스트레칭 중재 전·후 FFDT 검사, AKE 검사에서 유의한 증가가 있었으나(p<.05), 정적균형에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 중재 전·후 그룹 간 비교에서는 초음파 중재군이 FFDT 검사에서 정적 스트레칭 중재군보다 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나(p<.05), AKE 검사와 정적균형에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보았을 때 뒤넙다리근의 유연성 증가에 단기간의 초음파 중재와 정적 스트레칭 중재 모두 효과적인 것으로 나타났고, 초음파 중재와 정적 스트레칭 중재의 비교에서는 FFDT 검사에서 초음파 중재가 더 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 단기간의 정적 스트레칭과 초음파 중재가 뒤넙다리근의 유연성 증가에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 사료된다.

참고문헌

- 강상희, 황수진. 표면 열치료와 심부 열치료가 뒤넙다리근 유연성에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2017;24(2):45-52.
- 권미지. 양발 넓이와 힘판 속도에 따른 자세안정성의 변화. 대한물리치료과학회지. 2000;12(1):57-63.

- 권오윤, 최홍식, 민경진. 지역사회 노인의 전도발생 특성과 운동훈련이 전도노인의 근력과 균형에 미치는 영향 대한보건연구. 1998;24(2):27-40.
- 김가현, 탁지연, 임학현, 정희선, 우영근. 건강인의 한 발 서기 시 다양한 감각 자극이 압력 중심점이 동 면적과 속도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2015;22(3):41-49.
- 김선엽. 슬괵근 유연성 평가에 관한 연구. 대한정형도수물리치료학회지. 1999;5(1):39-51.
- 김중희, 김태호. 넙다리뒤근육에 대한 스트레칭이 근육의 뻗뻗함에 미치는 즉각적 효과. 대한물리치료학회지. 2010;22(1):1-7.
- 김태훈, 구봉오, 윤삼원, 이정훈. 뒤통수밀근 억제기법과 조합기법이 넙다리뒤근 단축 대상자의 넙다리뒤근 유연성에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 2015;13(1):31-37.
- 김현준. 슬괵근 스트레칭운동이 고교축구선수의 운동능력 및 경기기술에 미치는 영향[석사학위논문]. 경성대학교 석사학위논문. 2010.
- 남건우. 뒤넙다리근의 길이와 정적 기립균형과의 상관성 분석. 대한물리치료과학회지. 2011;18(1):51-60.
- 남재희. 16주간의 정적 스트레칭 운동이 노인여성의 평형성 및 보행기능에 미치는 영향. 한남대학교 석사학위논문. 2008.
- 박훈영, 이명모. 스트레칭 기법에 따른 뒤넙다리근의 유연성, 근력, 압통 역치, 근 긴장도에 미치는 효과 비교. 대한물리의학회지. 2017;12(4):39-46.
- 서한교, 김은혜, 최영준. 정적스트레칭과 뒤통수밀근 이완기법이 넙다리뒤근 단축증후군이 있는 허리통증환자의 통증 및 넙다리뒤근 유연성에 미치는 즉시효과 비교. 한국리듬운동학회지. 2017;10(2):25-34.
- 육근창. 15분간의 저측골곡근 정적 스트레칭이 기립균형에 미치는 단기 효과. 대한물리의학회지, 2012;7(2):191-197.
- 윤정권, 이주형. 신장성 운동 후 초음파 치료가 지연성 근육통증에 미치는 영향. 체육과학연구. 2006;17(3):58-66.
- 이용수, 박종수, 강덕모. 정적, 동적, PNF 스트레칭이 축구선수의 슬관절 등속성 근력발현에 미치는 영향. 한국체육과학회지. 2008;17(3):687-698.
- 이인숙, & 조주연. 전문대학 졸업반 학생들의 취업스트레스와 신체건강 및 정신건강에 관한 연구. 한국자료분석학회. 2011;13(2):745-758.
- 이재형. 전기치료학. 대학서림. 1995;491-531.
- Avela, J., Finni, T., Liikavainio, T., Niemela, E., & Komi, P. V. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol* (1985). 2004;96(6):2325-2332.
- Brusco, C. M., Blazevich, A. J., Radaelli, R., Botton, C. E., Cadore, E. L., Baroni, B. M., Pinto, R. S. The effects of flexibility training on exercise-induced muscle damage in young men with limited hamstrings flexibility. *Scand J Med Sci Sports*. 2018; 28(6):1671-1680.
- Cohen, H., Blatchly, C. A., & Gombash, L. L. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther*. 1993;73(6):346-351; discussion 351-344.
- Davis, D. S., Ashby, P. E., McCale, K. L., McQuain, J. A., & Wine, J. M. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):27-32.
- de Weijer, V. C., Gorniak, G. C., & Shamus, E. The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(12):727-733.
- Depino, G. M., Webright, W. G., & Arnold, B. L. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train*. 2000;35(1):56-59.
- Falconer, J., Hayes, K. W., & Chang, R. W. Therapeutic

- ultrasound in the treatment of musculoskeletal conditions. *Arthritis Care Res.* 1990;3(2):85-91.
- Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Claflin, D. R., & Brooks, S. V. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2007;34(11):1091-1096.
- Ford, P., & McChesney, J. Duration of maintained hamstring ROM following termination of three stretching protocols. *J Sport Rehabil.* 2007;16(1):18-27.
- Gajdosik, R. L. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1991;14(6):250-255.
- Kim, C. H., Gwak, G. T., & Kwon, O. Y. Reliability of the Active Knee Extension Test With a Pressure Biofeedback Unit. *Phys Ther Korea.* 2017;24(3):40-46.
- Kim, M. H., Kim, Y. W., Jung, D. H., & Yi, C. H. Reliability of Measured Popliteal Angle by Traditional and Stabilized Active-Knee-Extension Test. *Phys Ther Korea.* 2009;16(4):1-7.
- Kisner, C., & Colby, L. A. *Therapeutic exercise: foundations and techniques.* 5th ed. The F. A. Davis, Philadelphia. 2007.
- Ogura, Y., Miyahara, Y., Naito, H., Katamoto, S., & Aoki, J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):788-792.
- Reid, D. A., & McNair, P. J. Effects of an acute hamstring stretch in people with and without osteoarthritis of the knee. *Physiotherapy.* 2010;96(1):14-21.
- Umegaki, H., Ikezoe, T., Nakamura, M., Nishishita, S., Kobayashi, T., Fujita, K., Ichihashi, N. The effect of hip rotation on shear elastic modulus of the medial and lateral hamstrings during stretching. *Man Ther.* 2015;20(1):134-137
- Van der Windt, D. A., van der Heijden, G. J., van den Berg, S. G., ter Riet, G., de Winter, A. F., & Bouter, L. M. Ultrasound therapy for musculoskeletal disorders: a systematic review. *Pain.* 1999;81(3):257-271.
- Wade, M. G., & Jones, G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Phys Ther.* 1997;77(6):619-628.
- 논문접수일(Date Received) : 2019년 03월 20일
 논문수정일(Date Revised) : 2019년 04월 13일
 논문게재승인일(Date Accepted) : 2019년 05월 03일

부록 1. 표

표 1. 연구 대상자의 일반적인 특성 (n=30)

	초음파 중재군(n=15)	정적 스트레칭 중재군(n=15)	t	p
성별(남/녀)	11/4	11/4		
나이(세)	26.07 ± 3.11 ^a	24.60 ± 4.10	1.10	0.27
키(cm)	172.60 ± 8.90	170.87 ± 6.78	0.60	0.55
몸무게(kg)	76.47 ± 19.00	70.13 ± 13.47	1.05	0.30
발사이즈(mm)	259.00 ± 20.20	256.67 ± 13.45	0.37	0.71

^a평균±표준편차

표 2. 초음파 중재군의 중재 전·후 FFDT, AKE, 정적균형 비교 (n=15)

비교	초음파 중재군(n=15)	t	p	
FFDT(cm)	전	5.00 ± 10.17 ^a	8.36	0.00*
	후	10.60 ± 7.94		
AKE(°)	Rt 전	59.40 ± 7.29	8.34	0.00*
	Rt 후	71.13 ± 7.57		
동요면적(mm ²)	Rt 전	2055.47 ± 1830.65	-	2.77
	Rt 후	693.87 ± 581.32		

*p<.05, ^a평균±표준편차, FFDT=Finger to floor distance test, AKE=Active knee extension

표 3. 정적 스트레칭 중재군의 중재 전·후 FFDT, AKE, 정적균형 비교 (n=15)

비교	정적 스트레칭 중재군(n=15)	t	p	
FFDT(cm)	전	8.80 ± 10.48 ^a	6.29	0.00*
	후	12.47 ± 9.29		
AKE(°)	Rt 전	62.60 ± 4.62	6.58	0.00*
	Rt 후	72.00 ± 4.24		
동요면적(mm ²)	Rt 전	1248.80 ± 530.24	-	1.50
	Rt 후	932.73 ± 643.71		

*p<.05, ^a평균±표준편차, FFDT=Finger to floor distance test=AKE: Active knee extension

표 4. 그룹 간 중재 전·후 FFDT, AKE, 정적균형 차이 비교 (n=30)

비교	초음파 중재군(n=15)	정적 스트레칭 중재군(n=15)	t	p
FFDT(cm) 전·후 차이	5.67 ± 2.63 ^a	3.67 ± 2.25	0.79	0.03*
AKE(°) Rt 전·후 차이	11.73 ± 5.44	9.40 ± 5.52	0.00*	0.25
동요면적(mm ²) Rt 전·후 차이	-1361.60 ± 1908.79	-316.07 ± 814.02	2.92	0.06

*p<.05, ^a평균±표준편차, FFDT=Finger to floor distance test, AKE=Active knee extension