지지면에 따른 발목관절의 족저굴곡 운동이 비복근 두께에 미치는 영향

이건철[†] · 김봄 · 김지수 · 남인성 · 박유진 · 신우진 · 우수민 · 차성기
경남정보대학교 물리치료과

The Effect of Calf-Raise Exercise on Gastrocnemius Muscle Based on Other Type of Supports

Lee Geoncheol, PT, Ph.D[†] · Kim Bom, PT · Kim Jisu, PT · Nam Inseong, PT
Park Yoojin, PT · Shin Woojin, PT · Woo Sumin, PT · Cha Seongki, PT
Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to perform the calf-raise exercise on the stable support surface and unstable support surface for comparing deference of the gastrocnemius thickness changes that measured by ultrasonography.

Method : Subjects stand on unstable support surface and a stable support surface with both feet. Keeping calf-raise position in the 3 seconds, and then had to return back to the starting position. Total of 3 sets of 15 repetitions performed and give a 30-second rest between each set. In this way, exercise performed 3 times a week, performed a total of 6 weeks.

Result : 1. gastrocnemius muscle thickness before and after exercise in experimental group A was significantly different($p<.05$). 2. gastrocnemius muscle thickness before and after exercise in experimental group B was significantly different($p<.05$). 3. gastrocnemius muscle thickness in experimental group A and experimental group B was significantly difference($p<.05$).

Conclusion : In conclusion, calf-raise exercise on unstable support surface was more efficient than stable support surface for increasing thickness of gastrocnemius.

Key Words : balance pad, calf-raise exercise, gastrocnemius, ultrasonography

[†] 교신저자:

이건철, rptgeon@lycos.co.kr, 051-320-2911

접수일 : 2014년 2월 20일 | 수정일 : 2014년 3월 10일 | 게재승인일 : 2014년 3월 21일

I. 서 론

근육파열은 직접압박이나 수축상태의 근육이나 휴식기의 근육에 갑작스런 견인이 가해져서 파열하는 것으로 일반인에게는 흔하지 않지만 상대적으로 활동량이나 과도한 움직임이 많은 운동선수에서는 자주 발생한다(김민정 등, 2001). 근육파열의 종류 중 하지 근육의 파열 시 하지의 운동 능력이 결여되어 보행 능력과 균형에 영향을 미치게 되어 자세 유지가 힘들게 되고 낙상의 위험을 증가시키기 때문에 운동선수에게는 특히 치명적이다(Liepert 등, 2000).

많은 하지의 근육 중 종아리 근육을 구성하는 비복근은 보행 시 지속적인 근수축을 통하여 지지면의 질량중심점을 유지하는 중요한 근육이며(이지연, 2009), 하지의 운동을 수행하는 동안에 안정성을 유지할 수 있는 충분한 근력을 발생시킨다(염창홍과 김태현, 2012). 만약 종아리 근육 중 비복근이 파열되었다면 발목관절의 불안정으로 인해 자세동요가 더욱 증가하기 때문에 비복근의 치료는 선행 되어야 할 부분이다(Yaggie & McGregor, 2002).

비복근을 강화하기 위한 재활 프로그램들 중에서 발목관절의 족저굴곡 운동은 비복근의 비대 또는 족저굴곡근의 기능과 근력 증진을 위한 중요한 요소이다(Kimberly 등, 2011). 발목관절의 족저굴곡 운동 시 다리를 곧게 뻗은 상태에서 운동이 수행되면 비복근의 두께와 근력이 최대로 발달 될 수 있다. 하지만, 무릎을 약간 구부린 상태에서 발목관절의 족저굴곡 운동을 시행한다면, 비복근의 참여도는 낮아지고 부하는 가자미근으로 빠지기 때문에 다리를 곧게 뻗은 상태의 발목관절의 족저굴곡 운동이 중요하다(Fujiwara 등, 2010b).

최근에는 재활운동을 하는 동안 자세조절을 요구하는 불안정한 지지면과 같은 환경조건을 변화시키는 치료적 접근이 스포츠 손상 환자 및 낙상노인 등 다양한 질환에서 적용되고 있다(Shumway-Cook &

Woollacott, 2007). 또한 기능적 족관절 불안정성 환자를 대상으로 불안정한 지지면에서 훈련을 시행한 결과 안정적인 지지면과 비교하여 신체의 동요 정도가 정상화되는 기간이 단축되었다(Hocherman 등, 1984). 그리고 이런 효과를 명확하게 측정하기 위한 장비로 컴퓨터 단층촬영(computed tomography; CT), 자기공명 영상촬영(magnetic resonance image; MRI), 초음파(ultrasonography; US) 등이 도입되어 이용되고 있다(박경태 등, 2008).

측정 방법들 중 초음파를 이용한 진단 방법은 근육의 구조와 두께를 측정하기 위해 비침습적으로 적용할 수 있으며 간단한 방법 중 하나이다(Young 등, 1983). 또한, CT 및 MRI 등과 같은 다른 진단영상 검사와 비교 시 비용이 저렴하고, 검사 시 방사선의 위험이 없고, 간편하게 시행할 수 있는 장점들이 있다(Lieber & Fridén, 2000).

현재까지 가자미근에 초점을 맞춘 발목관절의 족저굴곡 운동 시 초음파 촬영을 이용한 근육 두께 측정에 관한 논문은 제시되고 있으나(Fujiwara 등, 2010b), 비복근에 초점을 맞추고 불안정한 지지면에서 운동을 실시한 논문은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 초음파 영상을 이용하여 불안정한 지지면과 불안정한 지지면 위에서 발목관절의 족저굴곡 운동 시 내측과 외측 비복근의 운동 전·후 두께변화를 비교하여 임상적용에 대한 효율성을 도모하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 부산광역시 사상구에 위치한 K대학에 재학 중인 건강한 20대 학생 남자 15명, 여자 15명 총 30명을 대상으로 하였으며, 연구대상 선

정기준은 다음과 같다.

- 1) 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 설명하고 실험에 참여하기로 동의한 자
- 2) 약물복용을 하고 있지 않은 자
- 3) 과거에 신경학적문제와 하지의 통증 및 기능적 제한이 없는 자
- 4) 하지의 근골격계 질환과 관련하여 수술을 받지 않은 자
- 5) 최근 6개월간 하지에 관련하여 주기적으로 근력 운동을 하지 않은 자

대상자들은 발목관절의 족저굴곡 운동을 수행하는 지지면에 따라 무작위선별을 통하여 총 세 그룹으로 나누어 운동 미 실시 그룹(대조군) 10명, 안정한 지지면 위에서 운동그룹(실험군 A) 10명, 발란스 패드를 이용한 불안정한 지지면 위에서 운동그룹(실험군 B) 10명 총 30명을 대상으로 하였다.

2. 측정기구 및 측정방법

1) 측정기구

가. 초음파진단기

비복근 두께측정을 위해 초음파진단기(Mylab one, Esaote, Italy)를 사용하였다(그림 1).

그림 1. Mylab one 초음파진단기

나. 발란스 패드

불안정한 지지면을 제공하기 위하여 가로 50cm, 세로 41cm, 높이 6cm인 발란스 패드(Balance pad elite, AIREX, Switzerland)를 사용하였다(그림 2).

그림 2. Balance pad elite

2) 측정 방법

대상자가 엎드린 자세에서 변환기를 횡으로 부착 후 비복근 내측두와 외측두를 각각 촬영하였다. 근 두께 측정 시 피부의 압박을 최소화하기 위하여 최대한 주의하며 충분한 양의 초음파 겔을 변환기와 피부 사이에 도포하고 촬영하였다. 실험 전 1회, 실험 2, 4주 및 실험종료 후 1회 촬영 후 각각 사진에 caliper를 이용하여 두께를 측정 및 표기하였다(그림 3).

그림 3. 비복근 두께 측정 부위

3. 실험방법

1) 대조군

대상자는 실험기간 동안 중재 없이 일상생활을 하도록 하였다.

2) 실험군 A(안정한 지지면)

대상자는 안정한 지지면 위에서 양 발을 어깨넓이로 벌리고 발목관절의 족저굴곡 운동을 시작하게 하였다. 발목관절의 족저굴곡 동작에서 허리는 곧게 펴고 시선은 전방으로 향하게 하였고, 발의 정렬을 유지한 채 동작을 수행하도록 하였다. 신호에 맞춰 발목관절의 족저굴곡 자세에서 3초간 유지 후 다시 시작 자세로 돌아오도록 하였다. 이와 같은 방법으로 각 세트 당 발목관절의 족저굴곡 동작을 15회 반복하여 총 3세트를 실시하였고, 각 세트 사이에 30초의 휴식 시간을 주었다. 이러한 방법으로 주 3회씩 총 6주간 발목관절의 족저굴곡 운동을 실시하였다(그림 4).

그림 4. 실험군 A 실험중재

3) 실험군 B(불안정한 지지면)

대상자는 불안정한 지지면 위에서 양 발을 어깨넓이로 벌리고 발목관절의 족저굴곡 운동을 시작하게

하였다. 발목관절의 족저굴곡 동작에서 허리는 곧게 펴고 시선은 전방으로 향하게 하였고, 발의 정렬을 유지한 채 동작을 수행하도록 하였다. 신호에 맞춰 발목관절의 족저굴곡 자세에서 3초간 유지 후 다시 시작 자세로 돌아오도록 하였다. 이와 같은 방법으로 각 세트 당 발목관절의 족저굴곡 동작을 15회 반복하여 총 3세트를 실시하였고, 각 세트 사이에 30초의 휴식 시간을 주었다. 이러한 방법으로 주 3회씩 총 6주간 발목관절의 족저굴곡 운동을 실시하였다(그림 5).

그림 5. 실험군 B 실험중재

4. 분석방법

자료의 통계처리를 위해 윈도우용 SPSS version 18.0 프로그램을 사용하였다. 발목관절의 족저굴곡 운동 전·후에 따른 근 두께를 비교하기 위해 대응-2표본 비모수검정을 사용하였고, 지지면 조건(바닥, 밸런스 패드)에 따른 근 두께를 비교하기 위해 반복측정 분산분석을 사용하였다. 통계학적 유의성을 검증하기 위한 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 20대 성인 남·여를 대상으로 각 그룹별로 대조군 10명, 실험군 A 10명, 실험군 B 10명씩 총 30명을 무작위로 나누었으며, 연구 대상자는 다음의 기준에 따라 선정하였다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성 (N=30)

성별	연령(세) (M±SD)	체질량지수(kg/m ²) (M±SD)
남자	20.8±1.5	22.4±2.5
여자	20.4±0.9	20.4±1.7

M±SD : 평균±표준편차

2. 대조군의 전·후 비복근 두께 변화

대조군의 비복근 내측두의 두께는 실험 전 1.79±0.22에서 실험 후 1.78±0.22로 유의한 차이가 없었고(p=.553), 외측두의 두께는 실험 전 1.35±0.17에서 실험 후 1.32±0.17로 유의한 차이가 없었다(p=.373)(표 2).

표 2. 대조군 실험 전·후 비복근 두께 변화

측정부위	실험 전(Cm) (M±SD)	실험 후(Cm) (M±SD)	P
내측두	1.79±0.22	1.78±0.22	.553
외측두	1.35±0.17	1.32±0.17	.373

M±SD : 평균±표준편차

3. 실험군 A의 운동 전·후 비복근 두께의 변화

실험군 A의 비복근 내측두의 두께는 운동전 1.79±0.20에서 운동 후 2.01±0.22 로 유의한 차이가 있었고(p=.005), 외측두의 두께는 운동 전 1.40±0.23에서 운동 후 1.51±0.17로 유의한 차이가 나타났다(p=.038)(표 3).

표 3. 실험군 A 운동 전·후 비복근 두께 변화

측정부위	운동 전(Cm) (M±SD)	운동 후(Cm) (M±SD)	P
내측두	1.79±0.20	2.01±0.22	.005
외측두	1.40±0.23	1.51±0.17	.038

M±SD : 평균±표준편차

4. 실험군 B의 운동 전·후 비복근 두께의 변화

실험군 B의 비복근 내측두의 두께는 운동전 1.79±0.15에서 운동 후 2.08±0.14로 유의한 차이가 있었고(p=.005), 외측두의 두께는 운동 전 1.39±0.26에서 운동 후 1.67±0.25로 유의한 차이가 있었다(p=.005)(표 4).

표 4. 실험군 B 운동 전·후 비복근 두께 변화

측정부위	운동 전(Cm) (M±SD)	운동 후(Cm) (M±SD)	P
내측두	1.79±0.15	2.08±0.14	.005
외측두	1.39±0.26	1.67±0.25	.005

M±SD : 평균±표준편차

5. 대조군, 실험군 A, 실험군 B의 운동 전·후 비복근 두께의 변화 비교

비복근 내측두의 실험결과를 반복측정분산분석 했을 때 실험 전, 실험 2주, 실험 4주, 실험 6주 후 실험 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p=.000$), 대비검정결과 실험 전, 실험 2주, 실험 4주, 실험 6주 후 실험결과는 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p=.001$)(그림 6).

그림 6. 비복근 내측두 두께변화 비교

- 1 = 실험 전
- 2 = 실험 2주차
- 3 = 실험 4주차
- 4 = 실험 6주차

비복근 외측두의 실험결과를 반복측정분산분석 했을 때 실험 전, 실험 2주, 실험 4주, 실험 6주 후 실험 결과는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p=.003$), 대비검정결과 실험 전, 실험 2주, 실험 4주, 실험 6주 후 실험결과는 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p=.037$)(그림 7).

그림 7. 비복근 외측두 두께변화 비교

- 1 = 실험 전
- 2 = 실험 2주차
- 3 = 실험 4주차
- 4 = 실험 6주차

IV. 고 찰

본 연구는 안정 및 불안정 지지면 위에서 발목관절의 족저굴곡 운동을 실시하여 비복근의 두께를 비교하기 위하여 설계되었다.

비복근의 부분파열은 하지에 급격한 운동이 요구되는 라켓스포츠 선수나 육상선수에게 비교적 다발하여 테니스 레그(tennis leg) 라고도 불리며 그 후유증인 근력약화로 인해 스포츠재활에 있어서 중요한 문제로 간주된다(Hamilton 등, 1997). 비복근 부분파열이 일반인에게 심한 장애를 초래할 가능성은 적지만 손상된 근육이 정상적인 역할이 소실되거나 감퇴되고 그로인한 보행습관의 변화로 이차적인 근골격계질환이 발생 될 수도 있다(김민정 등, 2001).

비복근은 구조적으로 안쪽과 바깥쪽으로 나뉘어지는데, 대퇴골의 내과와 외과에 기시하여 종골의 조면에 아킬레스건과 연결되어 정지한다(Fujiwara 등,

2010a). 이와 같이 비복근은 구조적으로 안쪽과 바깥쪽의 두 개의 관절을 지나가는 근육으로 족저굴곡 시 큰 지렛대의 역할을 수행하기 때문에 파열시 보행이나 자세유지의 어려움 등의 문제점을 야기하기 때문에 조기 치료가 중요하다(Nadeau 등, 1999).

비복근 파열의 치료는 보존적 치료와 수술적 치료의 방법으로 나눌 수 있는데, 대부분의 경우에서 근력 회복을 위한 조기 재활치료가 필수적이다(Durig 등, 1977). 많은 재활치료의 방법 중 불안정한 면에서의 발목관절의 족저굴곡 운동이 적용되고 있다. 특히 불안정한 지지면에서의 운동은 재활 운동 시 더욱 큰 성과를 얻기 위한 방법으로 고정된 지지면과 비교하여 고유수용성 감각기를 더욱 자극할 수 있으며 잘못된 신경근 조절을 활성화하여 근육을 강화하는데 더욱 효과적으로 사용할 수 있다(Taube 등, 2008). 또한 불안정한 지지면을 제공함으로써 외적인 동요를 증가시켜 자세정위 능력을 효과적으로 바꾸어 감각계 및 운동계를 더욱 빨리 수정할 수 있게 하고, 스스로 자세 조절을 할 수 있는 전력에 도움을 줄 수 있다(Liao 등, 1997). 그리고 밸런스 패드를 이용한 발목관절의 족저굴곡 운동은 몸에서 일어나는 여러 적응을 유도하고, 균형훈련에 의한 기능적 적응을 빠르게 함으로써 운동 수행의 향상을 기대할 수 있다(Evert 등, 2005).

근전도 연구들에서 불안정한 지지면 위에서의 재활 운동은 안정한 지지면 위에서 보다 근육의 활성도를 증가시키는 데 효율적이라고 보고하였지만, 근육의 두께의 변화에 대해서는 알아볼 수 없는 한계점이 있었다(Vera-Garcia 등, 2000). 하지만 실시간 초음파 영상을 통한 측정은 근육들의 선택적인 근수축시 외형적인 변화를 측정할 수 있다(Hides, 등, 1995).

이러한 이론적 근거를 바탕으로 선행 연구들과 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 본 연구의 제한점은 연구대상자들의 일상생활 중 신는 신발을 제어 할 수 없었고, 불안정한 지지면을 제공하는 방법이 다양하

지 못하여 결과를 일반화 하기는 힘들 것으로 사료된다. 따라서 차후 연구에서는 각 요소들을 보완, 추가하여 다양한 초음파 영상과 관련된 연구가 필요할 것이라 여겨진다.

V. 결 론

본 연구는 발목관절의 족저굴곡 운동이 서로 다른 지지면에 따라 비복근의 두께 증가에 미치는 효과를 초음파 진단기를 통해 측정 후 비교분석 하였으며, 연구 결과는 다음과 같다.

1. 안정한 지지면에서 발목관절 족저굴곡 운동 후 비복근의 두께가 증가하였다.
2. 불안정한 지지면에서 발목관절 족저굴곡 운동 후 비복근의 두께가 증가하였다.
3. 안정한 지지면 보다 불안정한 지지면이 발목관절 족저굴곡 운동 후 비복근 두께 증가에 긍정적인 효과를 보였다.

본 연구 결과를 통해 안정한 지지면에서 보다 불안정한 지지면에서의 발목관절의 족저굴곡 운동이 비복근 두께 증가에 긍정적인 효과가 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서, 불안정한 지지면에서의 발목관절의 족저굴곡 운동 수행은 비복근 재활에 효과적인 운동 방법으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

향후 연구에서는 다양한 불안정한 지지면 간의 효율성 차이를 알아보는 연구가 필요할 것이라 사료된다.

참고문헌

- 김민정, 김철갑, 장준혁 등(2001). 비복근 부분파열 환자 치험 2례. 대한한의학회지, 22(1), 104-110.
- 박경태, 김현정, 강운주 등(2008). 퇴행성 슬관절염 환

- 자의 초음파 소견과 통증 및 기능적 척도와의 연관성. 대한재활의학회지, 32(6), 668-681.
- 염창홍, 김태현(2012). 발목관절 근육의 유도된 피로가 외발서기 자세제어 능력과 회복에 미치는 영향. 한국운동역학회지, 22(2), 219-228.
- 이지연(2009). 만성 뇌졸중 환자에 대한 불안정 지지면과 안정 지지면에서의 운동 효과 비교. 을지대학교, 석사학위 논문.
- Durig M, Schuppisser JP, Gauer EF et al(1977). Spontaneous rupture of the gastrocnemius muscle. Injury, 9(2), 143-145.
- Evert V, Maarten B, Melanie I et al(2005). The effect of a balance training programme on center of pressure excursion in one-leg stance. Clin Biomech, 20(10), 1094-1100.
- Fujiwara K, Asai H, Toyama H et al(2010a). Changes in muscle thickness of gastrocnemius and soleus associated with age and sex. Aging Clin Exp Res, 22(1), 24-30.
- Fujiwara K, Toyama H, Asai H et al(2010b). Regular heel-raise training focused on the soleus for the elderly: evaluation of muscle thickness by ultrasound. J Physiol Anthropol, 29(1), 23-28.
- Hamilton W, Klostermeier T, Lim EV et al(1997). Surgically documented rupture of plantaris muscle: a case report and literature review. Foot Ankle Int, 18(8), 522-523.
- Hides JA, Richardson CA, Jull GA(1995). Ultrasound imaging in rehabilitation. J Physiother, 41(3), 187-193.
- Hocherman S, Dickstein R, Pillar T(1984). Platform training and postural stability in hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil, 65(10), 588-592.
- Kimberly A, Ken L, Bryan LR(2011). Analysis of heel raise exercise with three foot positions. Int J Exer Sci 4(1), 13-21.
- Liao, HF, Jeng SF, Lai JS et al(1997). The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. Develop Med Child Neurol, 39(2), 106-112.
- Lieber RL, Fridén J(2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. Muscle & Nerve, 23(11), 1647-1666.
- Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR et al(2000). Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. Stroke, 31(6), 1210-1216.
- Nadeau S, Gravel D, Arsenault A et al(1999). Plantarflexor weakness as a limiting factor of gait speed in stroke subjects and the compensating role of hip flexors. Clin Biomech, 14(2), 125-135.
- Shumsway-Cook A, Woollacott MH(2007). Motor control: translating research into clinical practice. 3rd ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 3-83.
- Taube W, Gruber M, Gollhofer A(2008). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. Acta Physiol, 193(2), 101-116.
- Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM(2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. Phys Ther, 80(6), 564-569.
- Yaggie JA, McGregor SJ(2002). Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. Arch Phys Med Rehabil, 83(2), 224-228.
- Young A, Stokes M, Round JM et al (1983). The effect of high-resistance training on the strength and cross-sectional area of the human quadriceps. Eur J Clin Invest, 13(5), 411-417.