Journal of The Korean Society of Integrative Medicine, 2024, 12(4), 217~224
https://doi.org/10.15268/ksim.2024.12.4.217
ISSN 2288-1174(Print)
ISSN 2383-9651(Online)

도구를 이용한 연부조직가동술과 고유수용성신경근촉진법 및 정적 스트레칭이 발등굽힘 각도와 장딴지근 근긴장도에 미치는 즉각적인 효과 비교

김충유[1] · 김인섭[2†] · 강신성[3]

[1]부산노인전문제3병원 재활치료팀 팀장, [2†]대전보건대학교 물리치료과 교수, [3]경남정보대학교 물리치료과

Comparison of the Immediate Effects of IASTM, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, and Static Stretching on Dorsiflexion Angle and Gastrocnemius Muscle Tone

Chung-Yoo Kim, PT, MS[1] · In-Seob Kim, PT, Ph.D[2†] · Sin-Sung Kang, PT[3]

[1]Dept. of Rehabilitation Therapy, Busan Geriatric Tertiary Hospital, Manager
[2†]Dept. of Physical Therapy, Daejeon Health Science University, Professor
[3]Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to apply IASTM (instrument assisted soft tissue mobilization), proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), and static stretching (SS) to people who have limited range of motion in dorsiflexion due to a shortened gastrocnemius muscle. When applying the above three techniques, we aimed to confirm immediate changes in the dorsiflexion angle at the ankle joint and the muscle tone of the gastrocnemius muscles.

Methods : Twenty subjects received all three interventions and participated in the experiment in random order at two-week intervals. All interventions were applied in 3 repetitions. The evaluations were ROM (range of motion) in dorsiflexion of the ankle joint and muscle tension of the gastrocnemius medialis and lateralis muscles, each measured before the intervention and immediately after three repetitions, for a total of four measurements. All measured data were comparatively analyzed using one-way ANOVA for comparison between groups, and one-way repeated measures ANOVA for comparison between repeated measures.

Results : The ROM of ankle joint dorsiflexion showed significant differences between repetitions, in all interventions ($p<.05$), but did not show significant differences between groups ($p>.05$). The muscle tone of gastrocnemius medialis showed significant differences between repetitions, in all interventions ($p<.05$), but did not show significant differences between groups ($p>.05$). The muscle tone of gastrocnemius lateralis showed significant differences between repetitions, in all interventions ($p<.05$), and significant differences between groups were seen only in repetitions, 1 and 2 ($p>.05$).

Conclusion : The results of this study showed that all three interventions increased ROM of dorsiflexion and reduced muscle tone of gastrocnemius. Therefore, it was found that both IASTM, PNF, and SS were effective interventions for limited range of motion of dorsiflexion, and in particular, IASTM and PNF were more effective in reducing calf muscle tone.

Key Words : dorsiflexion, gastrocnemius, IASTM, PNF, stretching

†교신저자 : 김인섭, kis9258@gmail.com

제출일 : 2024년 10월 14일 | 수정일 : 2024년 11월 11일 | 게재승인일 : 2024년 11월 15일

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

발등굽힘의 움직임은 일상생활에서의 보행과 활동적인 움직임에서 필수적 요소이고, 발등굽힘의 제한은 무릎넙다리통증증후군, 아킬레스힘줄병증, 종아리의 과도한 긴장, 복합만성 손상 또는 종아리를 포함한 다리 근육의 과사용과 관련이 깊다(Kim 등, 2024; Radford 등, 2006). 또한 이러한 발등굽힘을 제한하는 원인으로는 목말뼈의 불충분한 뒤쪽 미끄러짐, 하이힐의 잦은 착용 습관, 발목관절 인대의 가동성 감소, 장딴지근의 단축 등이 있다(Denegar 등, 2002; Sahrmann 등, 2017; Son 등, 2007). 이 중 장딴지근의 단축이 발등굽힘을 제한하는 주요 원인으로 꼽히며, 장딴지근의 단축으로 인해 나타나는 발등굽힘의 제한은 보행에서 목말밑관절의 엎침, 빠른 발꿈치 떼기, 발목뼈중간관절의 발바닥굽힘을 발생시킨다(Karas & Hoy, 2002).

장딴지근 단축을 중재하는 대표적인 방법으로는 임상적으로 도구를 이용한 연부조직가동술(instrument assisted soft tissue mobilization; IASTM)과 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation; PNF), 그리고 정적 자가신장운동 등이 널리알려져 있다(Kim & Kang, 2020). IASTM은 경우 피부를 긁어서 치료하는 방법으로 기원전 200년 전 중국의 괄사에서 시작되었다(Braun 등, 2011), 그라스톤(Graston)을 이용하여 근육, 근막, 힘줄 등의 근육뼈대계 연부조직의 상처 또는 근막유착으로 인한 통증, 관절가동범위 제한이 있는 부위에 적용하여 국소적 염증반응을 통해 회복과정을 일으켜 새로운 조직이 형성되어 관절가동범위의 증진과 유연성을 회복하는 원리이다(Vardiman 등, 2015). PNF 스트레칭 방법에는 수축-이완(contract relax; CR)과 유지-이완(hold relax; HR) 방법이 잘 알려져 있고(Sbardelotto 등, 2022), 통증의 유무에 따라 통증이 없는 경우에는 수축-이완기법, 통증이 있는 경우에는 유지-이완기법을 사용하여 적용 근육의 유연성과 관절가동범위 증가를 목적으로 사용할 수 있다(Alder 등, 2008). 정적 신장기법(static stretching; SS)은 통증이 없는 근육의 끝 범위까지 최대한 신장된 연부조직의 길이를 유지하는 운동으로 근육이 견딜 수 있도록 빠르지 않고 천천히 신장시켜 오래 유지하도록 하는 것을 말한다(Hwang & Kim, 2020). 정적 신장기법은 적용이 쉽고 조직손상의 위험성도 낮아 가장 폭넓게 사용되고 있는 기법 중 하나이다.

근육의 유연성은 근육뼈대계의 정상적 기능 발휘를 위해서 모든 관절에서 적절한 가동범위를 유지하는 능력이고 이는 정상적인 움직임 증진과 바른 자세 유지, 운동수행 또는 일상생활 중에서 상해 예방에 필수적이다. 장딴지근의 유연성에 대한 기존의 연구들은 수동신장운동과 수축-이완기법의 비교 연구(Lee & Ahn, 2016), IASTM과 근에너지기법의 신장운동 효과비교 연구(Han 등, 2020) 등이 보고되어있으나, IASTM과 수축이완기법, 정적스트레칭의 중재가 장딴지근의 즉각적인 신장효과와 근긴장도 향상에 대한 다회차 중재 효과를 비교하는 연구는 부족하다. 따라서 본 연구는 장딴지근 신장을 위해 사용되는 대표적인 IASTM, PNF CR, 그리고 SS기법을 장딴지근에 적용하여 발목관절에서의 발등굽힘 각도와 장딴지근의 근긴장도에 즉각적으로 미치는 영향을 알아보고자 하며, 임상에서 실제적으로 발등굽힘의 각도 증진과 장딴지근 근긴장도의 감소를 효과적으로 적용 가능한 중재방법을 제공하기 위해 실시하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 장딴지근에 그라스톤을 이용한 연부조직가동술을 적용한 집단, 고유수용성신경근 촉진법의 수축-이완을 적용한 집단, 그리고 정적 스트레칭을 적용한 집단의 중재를 3회 적용하고 중재 전과 반복측정간의 발목관절에서의 발등굽힘 각도와 장딴지근의 근긴장도 변화를 알아보고, 세 집단의 차이를 비교하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 부산광역시 K대학 물리치료과에 재학중인 대학생 중 능동 발목관절의 발등굽힘 검사 각도가 정상 각도보다 5 ° 이상 제한이 있는 자로 선정하였으며, 양쪽

발목 각도를 모두 측정하여 능동 발등굽힘 각도가 더 작은 쪽을 최종적인 측정 발로 선정하였다. 대상자의 수는 효과크기 0.40, α = .05, 1-β = .95 기준으로 세 집단, 4번의 반복측정을 시행하는 반복측정 분산분석을 충족하기 위한 15명의 대상자 수를 기준으로 20명을 모집하여 시행하였다. 20명의 대상자는 2주간의 간격을 투고 임의의 순서로 3번 실험에 참여하여 IASTM집단, PNF집단, 그리고 SS집단으로 배정되었다. 모든 대상자들은 실험 전 연구의 목적과 방법에 대하여 설명을 듣고 자발적으로 실험에 동의한 사람을 대상자로 선정하였다. 실험동의서에 자발적으로 서명하였다. 대상자 선정조건은 다음과 같다.

1) 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 이해하고 실험 참여에 동의한 자
2) 6개월 이내에 근육뼈대계, 신경계의 손상 또는 수술 병력이 없는 자
3) 선천적 또는 후천적인 발목의 외형적 변형이 없는 대상자

2. 측정방법 및 측정도구

1) 능동발목관절 발등굽힘 가동범위 검사

발목관절의 발등굽힘 가동범위를 측정하기 위하여 각도측정기(goniometer)를 이용하여 검사를 실시하였다. 대상자가 엎드려 누운자세에서 무릎관절을 90 ° 굽힘 자세에서 발목관절의 중립자세를 0 °로 설정하여 능동적 발등굽힘을 측정하였다. 사용된 측정도구는 각도측정기를 이용하여 측정하였으며, 각도계의 축은 가쪽복사, 운동팔은 5번째 발허리뼈와 평행, 고정팔은 종아리뼈 정중선과 평행하게 하였다. 중재 전, 중재 후 모두 동일한 측정을 위하여 표시 후 동일한 중재인에 의해 측정하였고, 측정은 5회 반복측정 하여 평균값을 사용하였다(Fig 1).

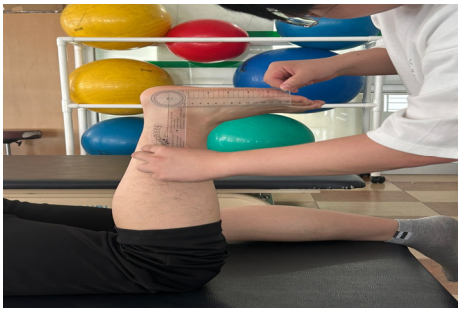

Fig 1. Dorsiflexion ROM measurement

2) 장딴지근 근긴장도 검사

장딴지근의 근긴장도를 검사하기 위하여 근 긴장도 검사기(MyotonPro, Myoton AS, Estonia)를 이용하여 검사를 실시하였다(Fig 2). 대상자는 완전히 이완된 상태로 엎드려 누워, 무릎관절 폄 시키고, 발목관절은 침상 끝 넘어 위치시켜 움직임에 제한을 주지 않았다. 안쪽과 가쪽 장딴지근의 근복부의 가장 높은 곳을 인체에 무해한 펜으로 표시하여 근긴장도 검사기 측정 도자를 피부에 수직으로 놓고 근 긴장도를 측정하였다. 사용된 검사기는 근긴장도 검사기(MyotonPro, Myoton AS, Estonia)를 사용하였다. 측정방법은 다분석 측정(multiscan mode)을 이용하여 반복 횟수 5회를 기준으로 1회 측정, 기계적 임펄스 전달시간(tap time) 15 m/초당 간격 0.8 초로 정하여 측정하였다. 측정 값은 근긴장도 값 F(frequency, 공진주파수)으로 단위는 Hz이다. 검사장비의 내적 신뢰도는 0.94~0.99로 보고되고 있다(Lee 등, 2018).

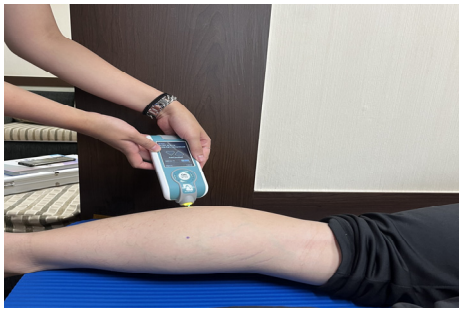

Fig 2. Muscle tone of gastrocnemius measurement

3. 중재방법

1) 도구를 이용한 연부조직가동술

연부조직가동술을 위해서 그라스톤을 사용하였다(Fig 3). 환자는 엎드려 누운자세에서 몸을 이완한 상태에서 시작한다. 치료사는 환자의 장딴지근의 근막 주행방향을 따라 연부조직 가동술을 시행하였다. 치료 강도는 환자가 아프지 않고 약간의 불편감이 느껴지는 정도를 유지하였으며, 30초 지속, 30초 휴식을 1세트로 총 3세트 실시하였으며, 연부조직가동술 시행 전과 세트 종료 이후 측정을 시행한다(Kim & Kang, 2020).

Fig 3. IASTM

2) 고유수용성촉진기법 - 수축이완

고유수용성 촉진기법을 위해서 대상자가 누운자세에서 발목관절이 침상 끝 넘어 위치시켜 환자의 장딴지근이 제한된 범위까지 수동 뻗침시킨다(Fig 4). 대상자는 저항에 대하여 장딴지근을 동심성으로 수축하고, 이후 치료사가 다시 수동적으로 장딴지근을 이완한다. 10초 지속, 10초 휴식을 1회로 3회 실시하며, 총 3세트 실시하였으며, 시행 전과 시행 이후 즉시 발등굽힘 각도와 장딴지근의 근긴장도 검사를 시행하였다(Sbardelotto 등, 2022).

Fig 4. PNF-CR

3) 정적 스트레칭

정적스트레칭을 위해서는 대상자가 서 있는 자세에서 경사판을 이용하여 대상자가 최대 발등굽힘이 가능한 각도를 조절하여 장딴지근이 최대한 신장되도록 하며, 스트레칭 진행하는 동안 약간의 불편감만이 느껴질 정도로 시행한다(Fig 5). 1분을 지속적으로 시행하는 것을 1회, 1세트로 총 3세트 실시하였으며, 시행 전과 시행 이후 즉시 발등굽힘 각도와 장딴지근의 근긴장도 검사를 시행하였다(Hwang & Kim, 2020).

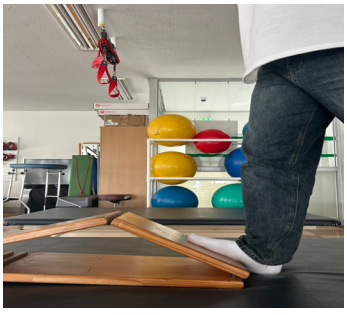

Fig 5. Static stretching

4. 자료분석

본 연구의 결과를 위한 모든 통계분석은 SPSS v25.0(statistical package for social science, IBM Inc, USA)을 사용하였다. 모든 자료는 집단 간 비교를 위해 일원배치 분산분석을 적용하였으며, 사후분석은 LSD 방법을 사용하였으며, 유의수준은 .05로 정하였다. 그리고 중재의 반복횟수 간 비교를 위해 일원배치 반복측정 분산분석을 적용하였으며, 사후분석은 본페로니 보정을 적용하였다. 이에 일원배치 반복측정 분산분석의 유의수준은 .05로, 사후분석의 유의수준은 1/6배인 .008로 정하여 사후분석을 적용하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 평균나이는 19.70±2.22

Table 1. General Characteristics (n= 20)

Group	Mean±SD	Range
Age (years)	19.70±2.22	18~25
Height (㎝)	167.36±10.26	150~189
Weight (㎏)	71.42±14.77	49~99

세, 평균 신장은 167.36±10.26 ㎝, 몸무게는 71.42±14.77 ㎏으로 나타났다(Table 1).

2. 발목관절의 발등굽힘 각도 변화와 비교

발목관절의 발등굽힘 각도는 모든 집단에서 반복횟수 간 유의미한 차이를 보였지만(p<.05), 모든 반복횟수에서 집단 간 비교는 유의미한 차이를 보이지 않았다(p>.05)(Table 2). 사후분석 결과 모든 집단에서 모든 반복횟수 간 유의미한 차이를 보였다(p<.008).

Table 2. Comparison of changes in range of dorsiflexion (Unit= °)

Group/repetitions	0 (Before)	1	2	3	*p*
IASTM (n= 20)	12.31±3.62[a]	19.68±4.28[b]	22.94±4.47[c]	25.73±4.20[d]	.000
PNF (n= 20)	10.60±3.99[a]	19.60±4.47[b]	23.55±5.40[c]	27.70±3.74[d]	.000
SS (n= 20)	11.40±3.60[a]	19.40±3.93[b]	23.95±3.20[c]	27.00±3.74[d]	.000
p	.366	.977	.780	.356	

IASTM; instrument assisted soft tissue mobilization, PNF; proprioceptive neuromuscular facilitation, SS; static stretching, different alphabets have significant differences at p<.008 according to post hoc tests

3. 안쪽 장딴지근의 근긴장도 변화와 비교

안쪽 장딴지근의 근긴장도는 모든 집단에서 반복횟수 간 유의미한 차이를 보였지만(p<.05), 모든 반복횟수에서 집단 간 비교는 유의미한 차이를 보이지 않았다(p>.05)(Table 3). 사후분석 결과 IASTM집단에서 0반복(시행 전)은 1반복, 2반복, 3반복과 유의미한 차이를 보였고(p<.008), PNF집단에서 0반복(시행 전)과 2반복 간 유의미한 차이를 보였다(p<.008).

Table 3. Comparison of changes in muscle tone of GM (Unit= Hz)

Group/repetitions	0 (Before)	1	2	3	*p*
IASTM (n= 20)	16.58±2.09[a]	14.78±1.40[b]	14.61±1.23[b]	13.92±1.58[b]	.000
PNF (n= 20)	15.80±1.46[a]	14.95±1.15[ab]	14.46±1.02[b]	13.95±1.15[ab]	.001
SS (n= 20)	16.38±1.97	15.68±1.67	15.15±1.38	14.18±1.17	.014
p	.500	.590	.400	.306	

GM; gastrocnemius medialis, IASTM; instrument assisted soft tissue mobilization, PNF; proprioceptive neuromuscular facilitation, SS; static stretching, different alphabets have significant differences at p<.008 according to post hoc tests

4. 가쪽 장딴지근의 근긴장도 변화와 비교

가쪽 장딴지근의 근긴장도는 모든 집단에서 반복횟수 간 유의미한 차이를 보였고(p<.05), 1반복과 2반복에서만 집단 간 유의미한 차이를 보였다(p<.05)(Table 4). 사후분석 결과 IASTM집단에서만 0반복(시행 전)은 1반복, 2반복, 3반복과 유의미한 차이를 보였고(p<.008), 1반복에서는 SS집단은 IASTM집단, PNF집단과 유의미한 차이를 보였고(p<.05), 그리고 2반복에서는 SS집단은 IASTM집단과 유의미한 차이를 보였다(p<.05).

Ⅳ. 고 찰

본 연구의 목적은 장딴지근이 짧아진 성인을 대상으로

Table 4. Comparison of changes in muscle tone of GL (Unit= Hz)

Group/repetitions	0 (Before)	1	2	3	*p*
IASTM (n= 20)	16.49±1.21[a]	15.05±1.24[b¥]	14.96±1.24[b¥]	14.10±1.20[b]	.000
PNF (n= 20)	16.62±1.19	15.66±.89[¥]	15.53±1.33	14.73±1.58	.002
SS (n= 20)	17.49±1.90	17.08±1.76	16.47±1.89	15.38±1.86	.018
p	.143	.001	.004	.940	

GL; gastrocnemius lateralis, IASTM; instrument assisted soft tissue mobilization, PNF; proprioceptive neuromuscular facilitation, SS; static stretching, different alphabets have significant differences at p<.008 according to post hoc tests, [¥]have significant differences between SS group at p<.05 according to LSD post hoc analysis

IASTM, PNF, 그리고 SS, 세 가지의 신장기법을 적용하여, 발목관절에서의 발등굽힘 각도와 장딴지근의 근긴장도가 즉각적으로 어떤 변화를 발생하는지 알아보았다. 연구 결과 세 그룹 모두 발목관절에서의 발등 굽힘 각도는 반복횟수가 늚에 따라 유의미한 증가를 보였고, 근긴장도 또한 안쪽 및 가쪽 장딴지근 모두에서 반복횟수가 늚에 따라 유의미한 감소를 확인할 수 있었다.

본 연구 결과에서는 IASTM, PNF, 그리고 SS를 적용한 세 집단에서 발목관절에서의 발등굽힘 가동범위가 1반복에서는 모두 7 ° 이상 증가하고, 2반복에서는 3 °이상, 3반복에서는 2 °이상 증가하여 중재의 방법에는 차이가 있으나 그 효과가 장딴지근에 여러 스트레칭을 적용한 선행연구들과 일치하였다. 장딴지근에 자가신장운동을 실시한 후 발목관절에서의 발등굽힘의 가동범위가 유의하게 증가한 연구들이 있었으며(Kang 등, 2015; Škarabot 등, 2015), 도구를 이용한 근막이완술을 장딴지근에 2분간 적용한 선행 연구(Lee 등, 2017), 그리고 PNF기법을 적용한 장딴지근 스트레칭 연구에서도 발등굽힘의 가동범위는 유의하게 증가한다는 연구들이 수행되어 왔다(Beak 등, 2021). 이러한 관절가동범위의 즉각적 증가의 이유는 근육-힘줄 단위에서의 점탄성과 요변성, 그리고 신경학적 속성이 원인으로 설명되며, 근육의 점탄성에 의한 스트레스 이완, 크리프(creep) 현상, 요변성의 스트레스 저항 감소, 그리고 신경학적 속성인 주동근의 자가억제의 복합적 작용으로 인해 발생했다는 것이다(Jo 등, 2016). 이에 본 연구의 결과는 선행연구들과 일치한 결론을 보이며, 사후분석 결과에서도 모든 집단에서 모든 반복횟수 간에 유의미한 차이를 보인바, 세 집단에 적용된 기법 모두 장딴지근의 발등굽힘 증진에 효과적임을 알 수 있다.

반면, 장딴지근의 근긴장도에서는 안쪽 및 가쪽 장딴지근 모두에서 반복횟수 간 유의미한 차이를 보고하였으나, 가쪽 장딴지근에서만 1반복과 2반복에서 집단 간 유의미한 차이를 보고하였다. 이는 사후분석 결과, 안쪽 장딴지근의 근긴장도는 IASTM집단과 PNF집단에서만 반복횟수 간 유의미한 차이를 보였고, 가쪽 장딴지근의 근긴장도에서 IASTM집단에서만 반복횟수 간 유의미한 차이를 보인 결과에 따라 안쪽 장딴지근에서는 유의하지 않았지만, SS집단에 비해 안쪽 장딴지근에서도 IASTM집단과 PNF집단의 근긴장도가 낮았음을 알 수 있다. 이에 장딴지근의 근긴장도 감소에는 SS보다는 IASTM과 PNF 방법이 보다 효과가 있음으로 사료된다. 스트레칭 중재에 의한 골지힘줄 기관의 활성화는 일으켜 근 긴장도를 저하시키며(Kisner & Colby, 2012), 증가된 근육길이와 관절의 가동범위의 변화는 근방추를 감싸고 있는 Ia 감각을 자극, Ia 축삭이 활성화되어 α 운동신경을 탈분극함으로 근수축이 발생되고, 관절의 가동범위 증가와 GTO의 Ib 활성화를 낮추어 근긴장도를 최적화 된다(Kim & Kang, 2020). 그 결과 짧아진 장딴지근의 길이가 중재로 관절가동범위가 증가하여 근긴장도를 최적화되어 근 긴장도의 저하가 있을 것으로 생각된다. 하지만 본 연구에서 SS집단에 비해 IASTM, PNF집단의 근긴장도가 유의하게 감소한 것은 정적인 자세에서 근육의 길이를 늘려 근긴장도를 낮추는 정적 스트레칭에 비해 IASTM집단과 PNF집단은 동적인 방법으로 근경련, 인대 등의 구조물이 단축된 것을 완화하며 비수축성 조직에도 영향을 주어 발목관절의 유연성을 증가시키며(Kim 등, 2021), 이로 인해 발목관절에서의 발등굽힘의 가동범위 증가로 인한 장딴지근의 신장이 근긴장도가 더욱 감소된 것으로 보인다.

하지만 본 연구의 결과는 10~20대 건강한 성인남녀 20명을 대상으로 적용하였기에, 표본의 수가 다소 적었으며 이를 다양한 연령 및 발목통증을 가진 자와 같은 질환자에게 일반화하기에도 한계가 있다. 또한 IASTM, PNF, 그리고 SS의 중재방법으로 중재 후 즉각적 효과만을 관찰한 연구로서 치료적 효과의 지속성은 확인할 수 없었다. 하지만 본 연구의 결과를 바탕으로 향후 수행될 다양한 연령대와 충분한 대상자 수에서의 단축된 장딴지근에 다양한 스트레칭 중재에 따른 즉각적 효과와 효과의 유지여부, 즉각적 증진효과에 따른 균형, 보행과 같은 관련 요인에 미치는 영향을 알아보는데 기초자료가 될 것이라 생각한다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 장딴지근 단축으로 인한 발목관절의 발등굽힘 가동범위 제한이 있는 사람을 대상으로 장딴지근에 IASTM과 PNF, 그리고 SS기법을 각각 적용 시 발목관절의 발등굽힘 가동범위와 함께 장딴지근의 근긴장도 변화를 확인하기 위해 연구를 실시하였다. 그 결과 세 그룹에서 적용한 중재 모두 발등굽힘 가동범위와 증가시켰으며, 장딴지근 근긴장도를 감소시키는 결과를 효과를 보였다. 이에 IASTM과 PNF, 그리고 SS기법 모두 발등굽힘 가동범위 제한에 대해 효과적인 중재임을 알 수 있었으며, 특히 IASTM과 PNF기법은 장딴지근 근긴장도 감소에 더 효과적임을 알 수 있다.

참고문헌

Alder SS, Beckers D, Buck M(2008). PNF in practice: an illustrated guide. 3rd ed, Berlin, Springer-Verlag. pp.117-154.

Beak HJ, Kim SO, Kang SH, et al(2021). Comparison of the effect of instrument assisted soft tissue mobilization (IASTM) and proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) on ankle strength, range of motion, and dynamic stability. Cult Converg, 43(5), 831-846. DOI: 10.33645/cnc.2021.05.43.5.831

Braun M, Schwickert M, Nielsen A, et al(2011). Effectiveness of traditional Chinese “gua sha” therapy in patients with chronic neck pain: a randomized controlled trial. Pain Med, 12(3), 362-369. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2011.01053.x

Denegar CR, Hertel J, Fonseca J(2002). The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. J Orthop Sports Phys Ther, 32(4), 166-173. DOI: 10.2519/jospt.2002.32.4.166

Han BD, Shim JH, Lee HR(2020). Effects of soft tissue mobilization using Graston and muscle energy technique on pennation angle and tenderness of gastrocnemius and range of motion of ankle joint. Korean J Neuromuscul Rehabil, 10(1), 33-42.

Hwang SH, Kim TH(2020). The effect of applying various tools to the stiffness and muscle tone of hamstring muscles. J Korean Soc Integr Med, 8(4), 223-230. DOI: 10.15268/ksim.2020.8.4.223

Jo MJ, Kwon NY, Park SM, et al(2016). Effects of the stretching exercise of hamstring muscle on flexibility and foot pressure in subjects with and without pelvis neutral position. J Korean Soc Integr Med, 4(1), 31-39. DOI: 10.15268/ksim.2016.4.1.031

Kang MH, Lee DK, Kim SY, et al(2015). The influence of gastrocnemius stretching combined with joint mobilization on weight-bearing ankle dorsiflexion passive range of motion. J Phys Ther Sci, 27(5), 1317-1318. DOI: 10.1589/jpts.27.1317

Karas MA, Hoy DJ(2002). Compensatory midfoot dorsiflexion in the individual with heelcord tightness: implications for orthotic device designs. J Prosthet Orthot, 14(2), 82-93. DOI: 10.1097/00008526-200206000-00011

Kim CY, Kang JH(2020). The effect of STM using instrument or manual therapy on muscle activity. J Converg Inf Technol, 10(9), 200-205. DOI: 10.22156/CS4SMB.2020.10.09.200

Kim GB, Lee DH, Moon SH, et al(2024). Effects of various methods for ankle dorsiflexion during squats on lower extremity muscle activity and lower extremity alignment. Korean J Sports Sci, 33(4), 856-869. DOI: 10.35159/kjss.2024.8.33.4.856

Kim JW, Kim SS, Yu SH(2021). The effects of IASTM using vibration stimulation on shoulder muscle activity, flexibility and pain of chronic shoulder pain patients. J Korean Soc Integr Med, 9(2), 13-21. DOI: 10.15268/ksim.2021.9.2.013

Kisner C, Colby LA(2012). Therapeutic exercise: foundations and techniques. 6th ed, Philadelphia, F.A. Davis Company, pp.315-408.

Lee HJ, Shim JH, Kim JW, et al(2018). 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. J Korea Converg Soc, 9(3), 137-144. DOI: 10.15207/JKCS.2018.9.3.137

Lee JH, Lee JH, Min DK, et al(2017). Effect of the instrument assisted soft tissue mobilization and static stretching on the range of motion and plantar foot pressure of an ankle joint. J Korean Acad Orthop Man Phys Ther, 23(2), 27-32. DOI: 10.12674/jkaompt.2017.23.2.027

Lee MG, Ahn CS(2016). A study on the changes of triceps surae flexibility of hemiplegic patients by stretching protocol. J Rehabil Res, 20(2), 179-197. DOI: 10.16884/jrr.2016.20.2.179

Radford JA, Burns J, Buchbinder R, et al(2006). Does stretching increase ankle dorsiflexion range of motion? a systematic review. Br J Sports Med, 40(10), 870-875. DOI: 10.1136/bjsm.2006.029348

Sahrmann S, Azevedo DC, Dillen LV(2017). Diagnosis and treatment of movement system impairment syndromes. Braz J Phys Ther, 21(6), 391-399. DOI: 10.1016/j.bjpt.2017.08.001

Sbardelotto GAEB, Weisshahn NK, Benincá IL, et al(2022). Hold-relax PNF is more effective than unilateral lumbar mobilization on increasing hamstring flexibility: a randomized clinical trial. J Bodyw Mov Ther, 32, 36-42. DOI: 10.1016/j.jbmt.2022.04.003

Škarabot J, Beardsley C, Štirn I(2015). Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. Int J Sports Phys Ther, 10(2), 203-212. DOI: 10.26603/ijspt20150203

Son JS, Choi HS, Hwang SJ, et al(2007). Changes of muscle length and roll-over characteristics during high-heel walking. J Korean Soc Precis Eng, 24(12), 29-35. DOI: 10.7736/kspe.2007.24.12.029

Vardiman JP, Siedlik J, Herda T, et al(2015). Instrument-assisted soft tissue mobilization : effects on the properties of human plantar flexors. Int J Sports Med, 36(3), 197-203. DOI: 10.1055/s-0034-1384543