

발목 근 피로 시 테이핑, 스트레칭 그리고 초음파 중재가 융합적 균형에 미치는 효과

유은정¹, 이수영^{2*}

¹더바른병원 물리치료사, ²백석대학교 보건학부 물리치료학과 교수

The Effect of Taping, Stretching and Ultrasound Intervention on Convergent Balance with Ankle Muscle Fatigue

Eun-Jeong Yu¹, Su-Young Lee^{2*}

¹Physical Therapist, Physical Therapy Room, Thebareun Clinic

²Professor, Department of Physical Therapy, Division of Health Science, Baekseok University

요 약 본 연구의 목적은 유도된 발목 근피로 시 테이핑, 스트레칭 그리고 초음파가 융합적 균형능력에 미치는 효과를 알아보는 데 있다. 건강한 성인 남녀 39명이 본 연구에 자발적으로 참여하였다. 발목 근피로 유발 이후 대상자들은 테이핑, 정적 스트레칭 또는 초음파 그룹으로 무작위 선정되었다. 그리고 각 그룹에 해당하는 중재방법이 적용되었다. 균형 능력은 Space Balance 3D를 이용하여 발목 근피로 전과 후 그리고 중재 후에 측정되었다. 균형능력은 그룹 간 유의한 차이는 없었지만($p>.05$), 그룹 내 모두에서 유의하게 증가하였다($p<.001$). 그러므로 발목 근 피로에 테이핑, 정적 스트레칭 그리고 초음파는 융합적 균형능력에 효과적인 것이다. 향후 연구에서는 다양한 측정변수 측정과 치료적 중재를 적용하여 치료적 효과를 증명할 필요가 있다.

주제어 : 발목 근피로, 융합적 균형, 정적 스트레칭, 테이핑, 초음파

Abstract The purpose of this study was to investigate the effects of taping, stretching and ultrasound on convergent balance ability with induced ankle muscle fatigue. Thirty-nine healthy adults participated voluntarily in this study. After the induction of their's ankle muscle fatigue, they were randomly assigned as taping, static stretching, or ultrasound group. And the intervention corresponding to each group was applied. Before and after induced ankle fatigue and after intervention, balance ability was measured using Space Balance 3D. Balance ability was no significant difference among groups ($p>.05$), but significantly increased within all three groups ($p<.001$). Therefore, the taping, static stretching, and ultrasound on ankle muscle fatigue are effective in convergent balance ability. In future studies, it is necessary to prove the therapeutic effect by applying various measurement variables and therapeutic intervention.

Key Words : Ankle Muscle Fatigue, Convergent Balance, Static Stretching, Taping, Ultrasound.

1. 서론

균형은 무게중심(center of mass, COM)이 안정성 범위인 지지기저면(base of support, BOS)의 경계 내에 있도록 신체에 작용하는 모든 힘이 균형화된 상태이다[1].

균형은 정상적인 일상생활을 구성하는 다양한 활동을 수행할 능력의 기반이 되는데, 정상적인 균형을 위해선 자세를 유지하게 하는 중력과 평형을 유지하게 하는 가속력에 대한 조절을 필요로 한다[2]. 자세조절에서 가장 중요한 요소 중 하나는 운동 중 안정감을 유지하기 위해 충

*Corresponding Author : Su-Young Lee (roseil18@bu.ac.kr)

Received August 16, 2018

Accepted October 20, 2018

Revised October 2, 2018

Published October 28, 2018

분한 근력을 일으키는 능력이다[3]. 발목관절을 안정화하는 근육들이 충분한 힘을 내지 못할 때 발목관절의 불안정성은 자세동요를 증가시키게 된다.

피로는 힘 생성과 관련된 기전이 변경된 것으로 근육 활동에 필요한 힘 수준을 유지하지 못하는 능력이다[4]. 즉, 피로는 고유수용성감각에 영향을 끼치고 근방추(muscle spindle)의 역치(threshold)를 증가시켜 자세 조절 능력과 관절위치감각 정보를 변경시킨다. 그러므로 자세 근육에서의 피로는 균형 유지에 어려움을 증가시키고 자세 조절 감소를 초래할 수 있다[3].

반복적이고 누적된 발목피로는 운동선수의 경기 후반부에 상당한 영향을 끼쳐 승패를 결정짓게 할 수 있으며[5], 환자나 노인의 보행 시 낙상(falling)을 예견하는 중요한 변인이 될 수 있다. 그래서 최근 연구나 현장에서 발목 불안정성과 근 피로의 효과적인 감소를 위해 트레드밀 훈련, 냉 치료법, 테이핑 방법, 스트레칭, 초음파 치료 등이 제시되어 왔다[6].

테이핑 방법은 발목 염좌(sprain)의 예방 및 재발 방지를 위해 일반적으로 적용되어 온 기능적 치료방법으로 발목관절의 움직임 제한으로 안정성이 증가하고 통증이 감소된다[7]. 실제 축구와 농구, 야구 그리고 태권도 등 여러 방면의 스포츠에서 융합적으로 널리 사용되고 있다. Kemler 등(2011)과 Witjes 등(2012)의 연구에서도 발목 염좌 시 테이핑 적용이 발목의 기능적인 부분을 향상시킨다고 하였다[8,9].

스트레칭의 경우 임상에서 치료적으로 주로 사용되고 있으며, 동적 스트레칭(ballistic stretching), 정적 스트레칭(static stretching), 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)이 있다[10]. 특히 정적 스트레칭은 장딴지근의 근육-힘줄 특성상 동적 스트레칭보다 상당히 효과적이며 동적 스트레칭은 신진 능력의 한계를 넘을 수 있어 손상을 일으킬 수 있다[11,12]. Narducci(2017)의 연구에서도 여성 노인들 대상으로 종아리 근육에 정적과 동적 스트레칭을 적용한 결과 낙상 위험이 감소되었으며, 균형능력과 가자미근의 근활성도가 향상되었다[13].

초음파는 심부열 치료기로서 반흔(Scar) 조직을 신장시키고, 통증과 근 경축을 완화시키며, 염증 치유를 촉진시키고 골절을 효과적으로 치유한다. 그리고 열 효과와 미세 마사지의 효과로 관절 주변의 구축을 현저하게 신장시킬 수 있다[14]. 또한 크고 두꺼운 근육 치료 시 저 강도

로 심부조직의 온도를 효과적으로 상승시킬 수 있다[15]. Jung 등(2011)의 연구에서도 목빗근(sternocleidomastoid muscle)에 카이로프라틱, 테이핑, 그리고 초음파를 적용한 결과 모든 치료적 중재에서 목 관절가동범위가 증가되었다[16].

발목 근 피로에 직접적인 영향을 끼치는 자세 조절 및 자세 균형은 환자나 노인의 일상생활 동작을 위해, 그리고 융복합적 측면인 스포츠 분야에서 복잡한 기술운동과 부상 방지를 위해 매우 중요한 요소이다[17]. 그러나 최근까지 스트레칭을 제외한 대부분의 연구에서 근 피로 회복능력을 기능적 움직임인 관절가동범위에 집중하고 있는 실정이다. 특히, 초음파의 경우 하지 근 피로의 효과에 대한 연구조차 많이 진행되고 있지 않다.

그러므로 본 연구는 정상 성인의 발목관절에 근 피로를 유발한 후 테이핑, 정적 스트레칭 그리고 초음파 적용이 융합적 균형능력에 미치는 효과를 알아보고 발목 근 피로에 가장 효과적인 치료적 중재를 알아보려고 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 천안시에 소재한 B 대학교에 재학 중인 건강한 성인 남녀 39명이었다. 연구기간은 2017년 2월부터 2018년 7월까지 이었으며, 모든 대상자들은 연구의 목적과 과정에 대한 설명을 충분히 듣고 동의 후 연구에 자발적으로 참여하였다. 대상자들은 최근 6개월간 전문의의 근골격계 진단을 받지 아니한 자, 실험 전 육체적 노동이나 운동으로 인한 극심한 피로에 노출되지 않은 자, 장딴지 근의 단축이 없는 자들로 선정하였으며, 심각한 부상이나 통증이 있는 자, 실험 중 포기를 희망한 대상자는 본 연구에서 제외하였다. 연구대상자들은 발목관절 피로 유발 후 치료적 중재방법 별로 3개의 그룹으로 무작위 배정되었으며, 일반적 특성은 Table 1과 같다. 대상자의 평균 나이는 21.6세, 평균 키는 167.4 cm, 그리고 평균 몸무게는 62.9 kg이었다.

2.2 실험과정

2.2.1 연구설계

모든 대상자들은 발목 근 피로를 유발하기 위해 피로 유발 과제를 실시하였다. 대상자의 발목 근 피로 유발 전

후에 Space Balance 3D를 이용하여 대상자의 균형능력을 평가하였다. 그리고 발목 근 피로 유발 이후 치료적 중재법인 테이핑, 정적 스트레칭, 그리고 초음파 적용 그룹으로 나누었다. 배정 후 그룹별로 중재법을 적용하였고, 균형능력을 재 측정하였다.

2.2.2 발목 근 피로 유발 과제

대상자 스스로 발목 근 피로를 유발하기 위해 벽을 바라보고 바로 선 자세로 오른쪽 두 개의 손가락 끝을 벽에 두어 중심을 잡게 하고 양측 발등을 굽히고 나서 뒤꿈치 들기를 번갈아가며 수행하게 하였다[4]. 대상자 간 동일한 발목 운동 속도를 위해 메트로놈 속도는 2/4, 100 beat/min으로 하여 실시하였다. 대상자의 장딴지근 손상을 방지하기 위해 대상자가 메트로놈 속도를 맞추지 못하거나 더 이상 수행할 수 없을 때 발목 근 피로 유발 과제를 멈추게 하였다. 대상자의 최대 운동 관정기준은 주관적 운동자각도(rating of perceived exertion: RPE)인 Borg 척도가 17점(매우 힘들) 이상일 경우 발목 근 피로로 설정하였다[18].

2.3 측정도구 및 측정방법

2.3.1 Space Balance 3D

Space Balance 3D (Cybermedic Co., Incheon, Korea)는 균형능력을 측정하기 위해 사용되었다. 무선 지면 반발력 장치 두 개가 내장되어 있어 체중 분포도를 확인할 수 있으며, 발판을 통한 실시간 각도가 컴퓨터로 전송되어 모니터에 나타난다.



Fig. 1. 'Following the butterfly' image in Space Balance 3D

대상자는 Space Balance 발판 위에 바로 선 상태에서 발을 어깨 넓이로 벌린 후 위앞엉덩뼈가시(Anterior Superior Iliac Spine: ASIS)를 축으로 골반과 양발이 움직이지 못하도록 골반 조임 슬라이드를 골반에 최대한 밀착하여 고정하고 팔은 몸통 옆에 내려놓은 후 과제를 수행하였다. 과제는 기기 내 평가 및 훈련 프로그램 중 나비따라가기(랜덤) 모드로 시행하였고, 난이도는 중간 단계인 5 단계로 총 소요 시간은 60초로 설정하였다. 균형능력 변수로 운동능력(exercise ability(%))과 비 운동능력(non exercise ability(%))이 측정된다. 본 연구에서는 손이 나비를 따라갈 때의 비율(%)로 운동능력을 균형능력의 자료값으로 사용하였으며, 비 운동능력은 100에서 운동능력(%)을 뺀 값으로 표시된다. Fig 1

2.3.2 운동자각도(Rating of perceived exertion)

본 연구에서는 발목 근 피로 기준으로 운동 자각도인 Borg 척도를 사용하였다. 이 척도는 운동 부하로 나타나는 두통, 근육통, 흉통 등의 전체적으로 힘든 정도를 주관적으로 평가하여 언어적으로 표현한 것이다.

운동자각도는 근 피로 정도를 생리학적인 측정 없이 용이하게 측정하고 활용할 수 있는 지표이다. 운동 시 개인적으로 느끼는 주관적 강도를 생리학적 요인인 객관적인 수치와 일치하는 정도로 정량화한 것으로, 7(전혀 힘들지 않다), 9(아주 가볍다), 11(보통이다), 13(약간 힘들다), 15(힘들다), 17(매우 힘들다), 19(더 이상 못하겠다)로 나누어진다. 개인의 피로도를 판단하는 주관적 척도로 활용되고 있다[19].

2.4 발목 근 피로에 대한 중재방법

2.4.1 테이핑(Taping)

테이핑 그룹의 대상자에게 발목 근 피로 유발 후 비탄력 테이프인 C 테이프와 먼 테이프를 이용하여 가장 많이 사용되는 테이핑 방법인 발허리뼈(metatarsal bones)가 고정된 닫힌 사슬 발목 테이핑을 적용하였다. 발의 가쪽 번짐(eversion) 또는 안쪽 번짐(inversion)을 방지하기 위해 수직지지 형태로 발목의 상부 복사뼈(malleolus)의

Table 1. General characteristics in subjects

	Taping (n=13)	Static stretching (n=13)	Ultrasound (n=13)	Total (N=39)
Age (yrs)	21.7±2.7 ^a	21.4±1.8	21.8±2.9	21.6±2.5
Height (cm)	170.4±9.3	164.6±6.1	167.2±9	167.4±9.4
Weight (kg)	63.5±12.4	61.7±9.5	63.4±13.4	62.9±11.6

^aMean±SD

Table 2. Changes in balance ability (exercise ability) on tree interventions with induced ankle fatigue

Group	Before fatigue	After fatigue	After intervention	F	p
Taping	39.15±3.87 ^a	26.23±3.54	46.62±4.91	23.040	.000
Static stretching	42.77±2.62	30.46±2.44	44.38±3.95	18.987	.000
Ultrasound	38.23±2.01	28.54±1.96	47.77±2.88	26.757	.000

^aMean±SE

안쪽, 또는 바깥쪽에서 시작하여 발바닥을 지나 반대쪽 발목 상부 복사뼈로 끝나게 부착하였다. 가로지지는 발의 안쪽 또는 바깥쪽에서 시작하여 반대쪽으로 끝나며, 먼 쪽 고정이 그 위로 적용되게 하였다. 그리고 발목 몸쪽과 먼 쪽에 적용하여 발목의 테이프가 쉽게 떨어져 테이핑 기능이 약해지지 않도록 고정하였다[20].

2.4.2 정적 스트레칭 (Static stretching)

스트레칭 그룹의 대상자에게 발목 근 피로 유발 후 장판지 근육의 정적 스트레칭을 위해 대상자에게 발등 굽힘 상태로 경사판(stretching board) 위에 바로 서게 하였다. 지지 없이 대상자 스스로 스트레칭을 유도하였으며 경사판의 각도는 15~25° 범위 내에서 대상자가 통증이나 불편함을 느끼지 않는 각도로 조정하였다. 정적 스트레칭은 총 5분 간 시행되었다[21].

2.4.3 초음파(Ultrasound)

초음파 그룹의 대상자에게 발목 근 피로 유발 후 치료적 초음파(Pulson 200, Gymna, Bilzen, Belgium)를 대상자들이 테이블 위에 엎드려 누운 자세에서 적용하였다. 피부와의 마찰력을 감소하기 위해 초음파 젤을 사용하였으며, 주파수 1-MHz에 강도 1.5W/cm²에 평행이동형 적용 방법으로 양쪽 장판지근 근육에 각각 5분씩 적용하였다[22].

2.5 분석방법

수집된 모든 자료는 통계프로그램 윈도우용 PASS windows Ver. 12.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 분석하였다. 그룹 간 동질성 검증과 그룹 간 균형능력을 비교하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였고, 그룹 내 균형능력 비교를 위해 선 반복측정 분산분석(repeated ANOVA)을 이용하였다. 그룹 내 반복측정을 비교하기 위하여 대응별 비교를 실시하였다. 그리고 통계적 검정을 위한 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

3. 결과

그룹 간 균형능력인 운동능력은 유의한 차이가 없었지만($p>.05$), 모든 그룹 내 운동능력은 유의한 차이가 있었다($p<.001$).

그룹 내 운동능력 차이를 비교하기 위해 대응별 비교를 실시한 결과 모든 그룹에서 발목 피로 전에 비해 피로 유발 후 유의한 운동능력 감소가 있었다($p<.005$). 테이핑, 정적 스트레칭, 초음파 그룹 모두에서 피로 유발 이후 보다 중재 이후에 유의한 운동능력 증가가 있었다($p<.001$). 특히, 초음파 그룹은 발목 근 피로 유발 전보다 중재 이후에 유의한 운동능력 향상을 나타냈다($p<.01$)(Table 2).

4. 고찰

본 연구는 건강한 성인 남녀를 대상으로 발목 근 피로 유발 후 테이핑과 스트레칭, 그리고 초음파 적용이 균형능력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 연구 결과, 발목 근 피로 후 균형능력이 현저히 감소되었으며, 발목 근 피로에 테이핑, 정적 스트레칭 그리고 초음파 그룹 간 유의한 차이는 없었지만, 중재 그룹 내 모두에서 융합적 균형능력은 유의하게 향상되었다.

Gribble과 Hertel(2004)의 젊은 성인남녀를 대상으로 한 자세조절과 하지의 피로 관련 연구에서도 발목 근 피로 후 균형능력이 유의하게 감소된 본 연구 결과와 동일하게 하지 피로로 인해 균형유지 능력과 근육의 반응 속도가 감소되었다고 보고하였다[23]. 발목 불안정 상태에서 가해진 스트레스는 발목의 구조물에 손상을 주는데 이때 발목의 근육과 인대 그리고 신경에도 영향을 주게 되어[24], 관절의 고유수용성감각 저하와 근력 소실 그리고 균형감각의 장애를 유발할 수 있다[25]. 또한 최근 연구에서는 발목 근 피로로 인해 발목 관절의 고유수용성 감각이 손상되어 발목관절의 조절이 감소되고 엉덩관절 조절이 증가된다고 하였다. 즉, 발목관절 전락에서 엉덩관절 전락으로 자세조절 전략의 변화 즉, 자세 조절 손상

을 일으킬 수 있다는 것이다[26].

발목관절의 안쪽 변접 면적에 테이핑이나 부목 같은 보호 장비의 효과는 이미 널리 알려졌으며, 테이핑은 현재 발목관절 손상 예방 및 재활에 가장 많이 사용되고 있다[27]. 본 연구에서 발목 근 피로에 테이핑을 적용한 결과 균형능력이 증가하였는데, 이는 Jakson 등(2016)의 연구에서 만성 발목 불안정성이 있는 대상자들에게 키네시오 테이프를 48시간 부착한 결과와 유사하게 나타났다[28]. 물론 본 연구에서는 비탄력 테이프를 이용한 발목 고정 위주의 치료적 증재였지만 키네시오 테이핑의 효과에 대한 기전은 유사하다고 여겨진다. 키네시오 테이핑과 관련된 연구를 더 살펴보면, 근 피로를 유발한 이후 하지에 키네시오 테이핑 적용이 동적 균형에 미치는 효과를 알아본 연구에서 키네시오 테이핑이 피로를 억제하고 측면과 뒷면의 균형을 유지하는 것으로 나타났다[29]. 키네시오 테이핑의 촉각과 기계수용기에 자극은 피로로 인한 구심성 피드백의 상실을 보상한다. 그래서 근방추 정보의 정확성을 유지하고 고유수용성감각 입력의 흐름을 보존하여 움직임 시 무게 중심 내에서 안정성을 효과적으로 유지하게 한다[29].

본 연구에서 발목 근 피로에 정적 스트레칭 적용 시 균형능력이 증가한 결과와 유사하게 20대 정상성인을 대상으로 한 유경태(2013)의 연구에서도 넙다리두갈래근(hamstring) 피로 유발 후 정적 스트레칭과 얼음이 최대 수의적 수축력, 균형능력, 유연성을 향상시켰다[30]. Wang(2013)의 연구에서도 단축된 넙다리두갈래근과 장딴지근이 있는 15명을 대상으로 정적 스트레칭과 동적 스트레칭이 다리의 관절가동범위, 정적 균형과 동적 균형에 미치는 효과를 알아본 결과 다리의 관절가동범위와 동적 균형이 증가하였다[31]. 발목 관절의 수동적 관절가동범위가 증가로 유연성이 증가하면 관절 및 근육에 걸리는 물리적 부하가 저하되어 스포츠 상해가 감소하게 된다[32]. 그리고 유연성 증가는 근육의 수축과 신장을 원활하게 하며 신장반사를 민감하지 않게 하여 자세변위(postural deviation)를 억제하고 고유수용성감각 입력을 강화하여 평형을 수립하기 쉽게 한다[31].

본 연구에서 발목 근 피로에 초음파를 적용하였을 때 균형능력 증가와 유사한 결과는 아니지만 긍정적 효과를 나타낸 Cetin 등(2008)의 무릎 골관절염 여성 환자를 대상으로 한 연구에서 등속성 운동 전 온습포, 단파 투과열 요법, 초음파, 그리고 경피신경자극기를 적용하였을 때

근력과 통증, 기능적 상태를 비교한 결과 모든 그룹에서 운동수행 능력 강화, 통증 감소, 기능 향상을 나타냈다[33]. 특히 초음파 치료 후 테이핑과 정적 스트레칭과는 달리 발목 근 피로 유발 전에 비해 균형능력이 유의하게 향상되어 나타났는데 이것은 대상자가 실험 전 가지고 있는 단축된 장딴지근육에 초음파 적용이 효과적인 것으로 생각된다. 초음파는 심부투열치료기로 심부에 위치한 조직의 온도를 증가시키면서 국소 부위의 혈류량 증가와 영양 공급 증가, 통증 감소, 그리고 근 골격계 조직의 신장성 증가에 기여한다[14].

본 연구의 제한점은 대상자의 수가 적어 연구결과를 일반화하는데 어려움이 있으며, 대상자가 건강한 젊은 성인남녀에게 발목 근피로를 유발하여 일회성의 증재를 적용한 부분에서는 스포츠 선수나 발목손상 환자 또는 노인에게 본 연구결과를 적용하기에 한계가 있다고 생각된다. 이에 장기간의 치료적 증재를 적용하여 지속적인 관찰이 필요하다고 생각된다. 그러므로 향후 연구에서는 제한점을 수정 및 보완하여 균형능력 뿐만 아니라 근력 및 기능적 움직임을 근 회복능력 척도로서 보다 포괄적인 치료적 증재를 제시할 필요가 있겠다.

5. 결론

본 연구에서는 정상 성인 남녀의 발목 근 피로 유발 후 테이핑, 정적 스트레칭, 초음파를 적용하였을 때 균형능력에 미치는 효과를 알아본 결과 모든 치료적 증재는 균형능력에 효과적이었다. 특히 초음파 그룹에서 증재 후 발목 근 피로 유발 전에 비해 융합적 균형능력이 향상되었다.

REFERENCES

- [1] S. B. O'Sullivan, T. J. Schmitz, & G. D. Fulk. (2013). *Physical Rehabilitation*. Philadelphia : F.A. Davis
- [2] F. E. Huxham, P. A. Goldie, & A. E. Patla. (2001). Theoretical Considerations in Balance Assessment. *Australian Journal of Physiotherapy*, 47, 89-100.
- [3] H. R. Suh, J. H. Hwang, & S. Y. Lee. (2017). The Effect of Visual Information on Gait Parameters with Induced Ankle Muscle Fatigue. *Phys Ther Rehabil Sci*, 6(3), 140-145.

- [4] S. Boyas, M. Hajj, & M. Bilodeau. (2013). Influence of Ankle Plantarflexor Fatigue on Postural Sway, Lower Limb Articular Angles, and Postural Strategies During Unipedal Quiet Standing. *Gait Posture*, 37(4), 547-51.
- [5] K. H. Cho & S. S. Kim. (2010). The Change of Sports Massage Treatment time on the Blood Lactate and Ammonia Concentration in Recovery Period After Maximal Exercise. *The Journal of Korean Alliance of Martial Arts*, 12(1), 225-234.
- [6] C. Baldari et al. (2007). Relationship Between Optimal Lactate Removal Power Output and Olympic Triathlon Performance. *J Strength Cond Res*, 21(4), 1160-5.
- [7] J. Abián-Vicén, L. M. Alegre, J. M. Fernández-Rodríguez & X. Aguado. (2009). Prophylactic Ankle Taping: Elastic versus inelastic taping. *Foot & Ankle International*, 30(3), 218-225.
- [8] E. Kemler, L. van de Port, F. Backx & C. N. van Dijk. (2011). A Systematic Review on the Treatment of Acute Ankle Sprain. *Sports Med*, 41(3), 185-197.
- [9] S. Witjes, F. Gresnigt, M. P. van den Bekerom, J. G. Olsman & N. C. van Dijk. (2012). The Ankle Trial (Ankle Treatment After Injuries of the Ankle Ligaments): What is the benefit of external support devices in the functional treatment of acute ankle sprain? A randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disord*, 16(13), 21.
- [10] S. P. Sady, M. V. Wortman & D. Blanke. (1982). Flexibility Training: Ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil*, 63(6), 261-263.
- [11] D. W. Son & J. H. Shim. (2015). Comparison of the Effects of Static and Dynamic Stretching Exercises on Muscle-tendon Tissue Properties in Gastrocnemius. *Korean Journal of Neuromuscular Rehabilitation*, 5(1), 32-37.
- [12] B. R. Kim, D. H. Yi & J. E. Yim. (2018). Effect of Stabilizing Reversal Technique of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Taping Convergence on Wrist Pain and Grip Strength. *Journal of The Korea Convergence Society*, 9(7), 117-124.
- [13] E. A. Narducci. (2017). *The Effects of Static versus Dynamic Stretching on Fall Risk, Balance and Muscle Function in Older Adults: Is stretching a beneficial intervention?* Doctoral dissertation, Kent State University, Ohio.
- [14] R. J. Park et al. (2003). *Electrotherapy*. Hyunmoon : Seoul.
- [15] J. H. Lee. (2008). *Electrotherapy*. Daihakseorim : Seoul.
- [16] H. S. Jung, J. H. Ham, S. B. Choi & J. O. Choi. (2011). Effects of Chiropractic, US, and Taping Method on Active Cervical Rotation ROM of SCM Muscle. *The Journal of Korea Society for Wellness* 6(3), 253-264.
- [17] S. H. Cho & S. Y. Lee. (2016). A Effect of the Squat Convergence Exercise Among Knee Joint Angle on Quadriceps Strength in the Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of the Korea Convergence Society*, 7(2), 43-52.
- [18] M. Heuser & D. Pincivero. (2010). The Effects of Stretching on Knee Flexor Fatigue and Perceived Exertion. *J Sports Sci*, 28(2), 219-26.
- [19] M. J. Chen, X. Fan & S. T. Moe. (2002). Criterion-Related Validity of the Borg Ratings of Perceived Exertion Scale in Healthy Individuals: A meta-analysis. *J Sports Sci*, 20(11), 873-99.
- [20] Y. K. Kim & J. S. Park. (2014). Effects on Distal Anchor of Ankle Taping for Basketball Athletes on Performance Test. *The Journal of Kinesiology*, 16(2), 79-86.
- [21] J. H. Lee, J. H. Lee, W. A. Kwon & J. S. Kim. (2012). The Effect of Ankle Joint Muscle Strengthening Training and Static Muscle Stretching Training on Stroke Patients' Plantar Pressure and Gait. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 13(3), 1153-1160.
- [22] D. J. Magee. (2008). *Orthopedic Physical Assessment* St. Louis : Elsevier.
- [23] P. A. Gribble & J. Hertel. (2004). Effect of Lower-Extremity Muscle Fatigue on Postural Control. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(4), 589-592.
- [24] T. J. Hubbard & J. Hertel. (2006). Mechanical Contributions to Chronic Lateral Ankle Instability. *Sports Medicine*, 36(3), 263-277.
- [25] D. H. Richie. (2001). Functional Instability of the Ankle and the Role of Neuromuscular Control: A comprehensive review. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 40(4), 240-251.
- [26] C. H. Youm & T. H. Kim. (2012). Effects of Induced Fatigue of Ankle Joint Muscle on the Capability and Recovery of Postural Control During Single-Leg Stance. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 22(2), 219-228.
- [27] L. Surve, M. P. Schweltnus, T. Noakes & C. Lombard. (1994). A Fivefold Reduction in the Incidence of Recurrent Ankle Sprains in Soccer Players Using the Sport-Stirrup Orthosis. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(5), 601-606.
- [28] K. Jackson, J. E. Simon & C. L. Docherty. (2016). Extended Use of Kinesiology Tape and Balance in

- Participants with Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*, 51(1), 16-21.
- [29] N. Zulfikri & M. Justine (2017). Effects of Kinesio Taping on Dynamic Balance Following Fatigue: A randomized controlled trial. *Phys Ther Res*, 20(1), 16-22.
- [30] K. T. Yoo. (2013). The Effects of Stretching the Application Time of Ice Affected Maximum Voluntary Isometric Contraction, Balance Ability and Flexibility, Followed by Artificially Inducing Muscle Fatigue. *Journal of the Korea Entertainment, Industry Association*, 7(3), 167-172.
- [31] W. Wang. (2013). The effects of static stretching versus dynamic stretching on lower extremity joint range of motion, static balance, and dynamic balance. University of Wisconsin Milwaukee, Master Dissertations, 2013.
- [32] S. B. Thacker, J. Gilchrist, D. F. Stroup & C. D. Kimsey Jr. (2004). The Impact of Stretching on Sports Injury Risk: A systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc*, 36(3), 371-378.
- [33] N. Cetin, A. Aytar, A. Atalay & M. N. Akman. (2008). Comparing Hot Pack, Short-wave Diathermy, Ultrasound, and TENS on Isokinetic Strength, Pain, and Functional Status of Women with Osteoarthritic Knees: A single-blind, randomized, controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*, 87(6), 443-451.

유 은 정(Yu, Eun Jeong)

[학생회원]



- 2017년 2월 : 백석대학교 보건학부 물리치료학과(이학사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 더바른병원 물리치료실(물리치료사)
- 관심분야 : 도수치료, 근골격계질환
- E-Mail : z7585@daum.net

이 수 영(Lee, Su Young)

[정회원]



- 2009년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 보건학부 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 근골격계물리치료 진단평가, 신경계물리치료 진단평가
- E-Mail : rose118@bu.ac.kr