탄력 발목 보호대의 높이가 발바닥 압력에 미치는 영향

이수민, PT, MS¹, 김찬우, PT, MS¹, 유희상, PT, MS¹, 노효련, PT, PhD^{*1}

¹강원대학교 물리치료학과, ^{*1}강원대학교 물리치료학과

Effect of Height of Elastic Ankle Protector on Plantar Pressure

Sue-Min Lee, PT, MS¹, Chan-Woo Kim, PT, MS¹, Hee-Sang Yoo, PT, MS¹, Hyo-Lyun Roh, PT, PhD^{*1}

¹Dept. of Physical Therapy, Kangwon National University, Republic of Korea

^{*1}Dept. of Physical Therapy, Kangwon National University, Republic of Korea

Purpose The aim of this study was to investigate the difference in ankle stability according to the height of the worn elastic ankle protector. **Methods** The subjects of this were 17 healthy subjects. After wearing a low-height elastic ankle protector and a high-elastic ankle protector, plantar pressure was measured and analyzed during the gait cycle. **Results** As a result of the study, there was no statistical significance in the six areas of the forefoot, and when walking with a high-elastic ankle protector, there was a statistically significant difference in R1, R3, and R4 among the four areas of the hind foot ($p<0.05$). **Conclusion** A high ankle protector can help stabilize the ankle joint when walking, and it can help normal gait by increasing the pressure on the sole of the foot.

Key words Ankle instability, Elastic ankle protector, Plantar pressure, Gait analyzer, Hind foot

Corresponding author Hyo-Lyun Roh (withtry@kangwon.ac.kr)

Received date 24 Aug 2021

Revised date 08 Oct 2021

Accept date 13 Oct 2021

1. 서론

발목관절은 스포츠 활동에 의한 전체 상해의 약 15~25%를 차지할 정도로 상해가 가장 높은 관절 중 하나이다.¹⁾ 발목관절 손상 후에는 약 40%가 발목의 해부학적 및 기능적 불안정성을 초래하기 때문에 적절한 초기 치료를 통해 만성 발목관절 불안정성(Chronic Ankle Instability, CAI)으로 이행되지 않도록 예방 조치를 하는 것이 필수적이다. 발목관절의 만성 불안정성은 쉽게 근피로를 발생시키며 이로 인해 관절의 고유 수용성 감각 결함과 동적 움직임의 제한으로 균형 및 운동조절 능력이 감소되고 신체의 자세 조절에도 영향을 미친다.²⁾ 발과 발목에 관련된 균형능력 및 자세 조절은 발바닥 압력 중심의 이동 변화와 지면반발력에도 영향을 미치는데,³⁾ 발바닥에서 관찰되는 압력과 분포의 변화는 발의 기능적 이상과 그로 인한 발의 통증 및 신체의 균형 감각의 변화를 일으킨다.⁴⁾

발목 손상 초기에 사용되는 석고 깁스(cast)는 전통적인 방법 중 하나로 심리적 안정감과 즉각적인 통증 감소를 제공하는 장점이 있으나 선행 연구에서 보조기를 통한 기능적 치

료에 비해 덜 만족스러우며^{5,6)} 장기적인 사용 시 근육의 위축과 관절 운동 제한의 단점이 있다. 최근에는 지지대가 있는 보조기(semi-rigid or lace up brace), 탄력 발목 보호대(elastic ankle bandage), 테이프(tape) 등을 통해 가능한 초기에 기능적 치료를 시행한다. 그 중 발목 보호대는 일반적으로 지지대가 있는 보조기의 적용 이후에 사용하게 되며 전문적인 지식이 없어도 개인의 발목 사이즈에 맞게 선택하여 적용할 수 있으므로 편리하고, 언제든지 재사용이 가능하다는 장점이 있다.⁷⁾

발목관절의 부상은 스포츠 활동에서 종종 발생할 수 있으며 그 결과 많은 운동선수나 스포츠 의학 종사자들은 발목 부상의 과거력에 상관없이 부상률을 줄이기 위해 발목 보호대의 사용을 권장하고 있다.^{7,15)} 발목 보조기는 가쪽 발목 염좌와 관련된 발목 운동을 제한할 수 있는데 지지대가 있는 보조기의 반강성 스타일의 경우 더 많은 발목관절의 운동범위를 제한할 수 있고 레이스업 스타일은 발등굽힘 및 발바닥 굽힘을 더 효과적으로 제한할 수 있다.¹⁶⁾ 따라서 탄력 발목 보호대의 경우에도 제작된 높이의 종류에 따라 건강한 사람이라도 착용하는 보호대의 스타일에 의해 기능적 성능은 다르게 나타날 수 있다.

<http://dx.doi.org/10.17817/2021.10.08.1111673>

많은 연구들에서 발목 불안정성에 대한 효과적인 보존적 치료를 위해 테이핑과 보조기 또는 기능적 재활운동, 동적 자세 안정성 훈련 등을 적용하였고 정적 균형 검사 장비를 이용하거나⁹⁾ 수직 점프 또는 스타 익스커션 밸런스(SEBT)와 같은 기능적 평가, 통증에 대한 평가, 발바닥 압력 측정을 하여 발목의 안정성의 영향을 비교 분석하였다.^{10,11,12)} 그러나 발목 보호대의 높이에 관한 연구는 이루어지지 않고 있는데 탄력 발목 보호대는 제작된 길이나 탄성 정도에 따라 그 종류가 다양하지만 기능적인 측면에서 고려하여 선택하는 것이 아닌 비용적인 문제, 편의성, 적용의 용이성, 개인의 취향 등에 따라 시중에서 선택하는 것이 일반적이다.¹³⁾

정상적으로 서 있는 자세에서 발바닥 압력의 분포는 앞발에 약 40%, 뒷발에 약 60%로 체중부하 부담을 하고 있으며 단순 보행시에는 최고 수직 압력이 체중의 약 110%로 증가하고, 보행의 속도가 증가하면 체중의 약 300%가 된다고 보고되고 있다.²³⁾ 하지만 발목관절의 부상은 통증으로 인한 부적절한 체중부하로 인해 발뒤꿈치로부터 엄지발가락까지의 정상적인 입각기가 이루어지지 않고 다른 관절에 대한 스트레스를 증가시킬 수 있기 때문에 부상 시에는 관절에 대한 안정성이 요구된다.

시중에서 판매되고 있는 탄력 발목 보호대의 높이가 다양한데, 길이에 따라 발꿈치뼈(calcanus) 부분을 고정시켜주는 낮은 형, 아킬레스건의 하단부까지 고정해주는 중간 높이형, 종아리근(calf muscle)의 하단부까지 고정해 주는 높은 형의 세 종류로 나누어 질 것으로 보여지며, 기능적으로는 신체를 지지하는 면적이 더 넓은 높은 발목 보호대가 관절의 움직임을 더 많이 제한하여 안정성이 높을 것이다. 그러나 발목보호대의 크기를 분류하는 기준도 발의 크기를 기준으로 하는 경우, 발목 둘레를 기준으로 하는 경우가 있어서 발목 보호대를 선택하고 착용하는데 기준을 설정하기 어렵고 발목 보호대의 착용 종류에 따른 실질적인 효과의 차이는 검증이 되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 낮은 높이와 높은 높이의 탄력 발목 보호대로 제공받은 안정성과 발바닥 압력의 차이를 비교 분석하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 2019년 11월부터 12월사이 4주 동안 건강한 성인 남녀 17명을 대상으로 실험하였다. 모든 대상자들에게 연구에 대한 목적과 절차를 설명하였고 중도에 불참하더라도 어떠한

Table 1. General characteristics of the subjects

	Mean±SD
Gender	M=8(47%), F=9(53%)
Age(year)	21.76±2.02
Height(cm)	167.53±8.50
Weight(kg)	63.88±11.76
Shoe size(mm)	250.00±15.51

Average ± Standard deviation

피해도 없음을 설명하고 자발적으로 연구 참여를 원하는 경우에 대상자로 선정하였다. 연구 대상자들은 발목의 외형적 변형이 없는 자, 현재 하지의 부상이나 질환을 가지고 있지 않은 자였으며 실험 과정에서 기존의 발과 발목의 질환으로 인해 통증으로 보행이 어려운 자는 실험에서 제외하였다. 연구에 참여한 대상자 17명 모두 우세발이 오른발이었으며, 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 연구방법 및 절차

1) 실험 절차

원활한 보행 측정을 위해 10m의 공간적 여유를 두고 보행분석기 위에서 걷는 방법을 연구자의 설명과 시범을 보고 난 후 자연스러운 보행으로 측정될 수 있도록 충분히 연습하였다. 시선은 정면을 바라보고 팔은 가볍게 흔들면서 보행하여 보행 분석기를 밟고 지나갈 수 있도록 하였다.

모든 대상자들은 양말을 벗은 상태에서 발목 보호대를 착용하지 않은 조건으로 보행을 측정하였다. 보행 측정이 끝난 후 의자에 앉아 충분한 휴식과 동시에 낮은 발목 보호대를 착용하고 다시 같은 방식으로 연습 후 보행하여 측정하였고, 다시 의자에 앉아 높은 발목 보호대를 착용하여 보행을 측정하였다. 보호대는 개개인의 우세발에 착용하였으며 발 사이즈에 맞춰 선택한 후 스트랩으로 적절하게 압박하여 착용하였다. 우세발의 결정은 자유롭게 공을 차게 한 후 먼저 사용한 발을 우세발로 결정하였다.

2) 연구 도구

(1) 보행분석기

대상자들의 동적 발바닥 압력을 측정하기 위하여 보행분석기(Gait Analyzer, Tech Storm Co., Ltd, Korea)를 사용하였다. 보행분석기는 가로 1.2미터, 세로 0.54미터의 크기의 얇은 판으로 보행 시 발바닥의 압력 등을 확인하여 동적 균형을 평가할 수 있다. 결과값은 탄력 발목 보호대를 착용한 발의 앞발(fore foot) 6구역, 뒷발(hind foot) 4구역으로 총 10개의 구역에 대해 측정된 압력값을 분석하였다(Figure 1).¹⁴⁾

Figure 1. The 10 area of plantar pressure

(2) 발목보호대

발목 보호대는 발꿈치뼈 상단부를 완전히 감싸는 높이의 낮은 발목 보호대(ankle support sp-719, special protectors, Taiwan)(Figure 2A)와 아킬레스건을 지나 종아리근 하단부까지 감싸는 높은 발목 보호대(ankle support SP-302, special protectors, Taiwan)(Figure 2B)를 착용하여 측정하였다. 두 발목 보호대의 재질은 통기성에 대한 내용으로 원단과 소재의 차이가 다소 있으나 발등과 발뒤꿈치가 보이도록 착용하여 탄성 스트랩으로 적절하게 압박력을 가하여 고정하는 형태이다.

3) 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료들은 SPSS statistics version 21.0을 사용하여 처리하였다. 대상자로부터 수집된 자료에 대해 Kolmogorov-Smimov 방법을 시행하여 정규성을 확인하였다. 각 조건별로 발바닥 압력의 차이를 분석하기 위해 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였으며 사후 검정은 Bonferroni 검정을 실시하였다. 통계학적 유의

수준은 $p<0.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

발에서 압력을 측정한 10개의 구역에 대하여 각 조건 별 변화를 분석하였다. 분석을 실시한 결과 앞발의 6개 구역에서는 통계학적인 유의성이 나타나지 않았으며, 뒷발의 4개 구역 중 3개의 구역(R1, R3, R4)에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$)(Table 2)(Figure 3). R1 구역에서는 높은 보호대를 착용한 상태가 보호대를 착용하지 않은 상태보다 압력이 유의하게 증가하였으며($p<0.05$), R3 구역에서는 높은 발목 보호대를 착용한 상태가 낮은 발목 보호대를 착용한 상태보다 유의하게 압력이 증가하였다($p<0.05$). R4 구역에서는 높은 보호대를 착용한 상태가 보호대를 착용하지 않은 상태와 낮은 보호대를 착용한 상태보다 압력이 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 사후검정 결과 R1 구역에서는 보호대를 착용하지 않은 상태와 높은 보호대를 착용한 상태에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났으며, R4 구역에서는 낮은 보호대를 착용한 상태와 높은 보호대를 착용한 상태 사이에서 유의한 차이가 나타났다.

IV. 고 찰

본 연구에서는 낮은 높이와 높은 높이의 탄력 발목 보호대를 착용하고 보행시의 발바닥 압력의 차이를 비교 분석하였다. 발목관절은 신체를 지지하고, 모든 방향으로의 추진을 위한 역학적 에너지를 발생시키며 상해로부터 신체를 보호하기 위한 근본적인 기능을 한다. 이러한 발목관절에 착용하는 보호대에 대한 연구는 스포츠 활동과 같은 격렬한 동작을 하는 중

(A)

(B)

Figure 2. (A) Low height elastic ankle protector, (B) High height elastic ankle protector

Table 2. Comparison of plantar pressure for each condition during gait(unit : N/cm²)

	Condition	Plantar pressure	F	p	Post-hoc
F1	without AP (a)	2.00±1.70	0.316	0.731	
	low AP2 (b)	2.21±1.52			
	high AP3	2.34±2.20			
F2	without AP (a)	14.36±8.23	1.226	0.307	
	low AP2 (b)	14.46±8.83			
	high AP3	16.99±11.16			
F3	without AP (a)	9.42±7.86	1.595	0.219	
	low AP2 (b)	11.59±6.66			
	high AP3	13.38±9.63			
F4	without AP (a)	25.94±9.85	1.758	0.189	
	low AP2 (b)	29.26±12.35			
	high AP3	32.36±16.11			
F5	without AP (a)	52.89±19.10	0.821	0.449	
	low AP2 (b)	56.45±25.39			
	high AP3	60.75±26.30			
F6	without AP (a)	20.25±14.85	2.031	0.148	
	low AP2 (b)	26.45±14.62			
	high AP3	26.69±18.27			
R1	without AP (a)	19.50±14.69	3.631	0.038*	a/c
	low AP2 (b)	26.35±17.28			
	high AP3	26.24±15.31			
R2	without AP (a)	70.85±23.18	0.408	0.584	
	low AP2 (b)	74.80±30.34			
	high AP3	69.25±26.74			
R3	without AP (a)	33.29±13.58	3.903	0.030*	
	low AP2 (b)	35.38±19.72			
	high AP3	48.70±29.42			
R4	without AP (a)	2.85±3.76	5.697	0.023*	b/c
	low AP2 (b)	3.88±6.13			
	high AP3	8.59±10.48			

* p<.05

AP: Ankle protector

Figure 3. Comparison of plantar pressure for each condition during gait

에는 상해의 빈도를 감소시키거나 부상 후에는 회복을 가속화시켜줄 수 있는 비용 효과적인 수단으로써 역학적 연구의 주요 분야 중 하나이다.²³⁾ 발목 보호대는 기능적으로 관절의 수동적 안정성을 제공하여 고유수용성 감각 및 신경근 조절 능력에 도움을 주어 감각 피드백 향상을 통해 발목 염좌 등 부상의 발생을 감소시킬 수 있다는 장점이 있으며, 테이핑과 비교하였을 때 발목 부상의 예방 정도는 비슷하지만 테이핑을 시행하는 비용이 훨씬 더 크기 때문에 시중에서 판매되는 발목 보호대의 사용을 정당화할 수 있다.⁸⁾

본 연구에서 착용한 발목보호대의 높이와 앞발의 압력 분포의 차이는 나타나지 않았다. 앞발은 보행주기에서 입각기에서 유각기로 진행되는 과정에서 전방으로의 추진력을 만들어 내는데, 이때 발바닥쪽 굽힘과 함께 작용을 하게 된다.¹⁷⁾ 발목 관절의 앞부분을 지나가는 것은 주로 발등 굽힘에 작용하는 근육들의 건(tendon)으로 낮은 발목 보호대의 착용만으로도 일정부분 고정이 이루어진다. 그러므로 발목보호대의 높이는 발목관절의 움직임에 영향을 미치지 않게 되어서 앞발의 압력 분포의 차이는 나타나지 않은 것으로 보인다.

본 연구에서는 높은 발목 보호대로 발목관절의 안정성을 더 확보할수록 뒤꿈치와 중간발 안쪽의 발 압력이 높아짐을 확인할 수 있었다. R4구역의 의미는 발의 안쪽세로활과 관련이 깊다. 안쪽세로활은 발의 뒤꿈치에서 목발뼈와 발배뼈, 3개의 췌기뼈, 안쪽 3개의 발허리뼈와 발가락까지 형성되는 활로써 지면반발력에 의한 충격흡수에 중요한 구조물이다.²²⁾ 족저압 측정에서 R4구역의 압력 증가는 안쪽세로활의 높이 감소를 의미할 수 있으며 이는 발의 피로도와 관계가 있다.

선행 연구에서는 만성 발목 불안정성을 가진 환자의 보행 시 최대 발바닥 압력을 분석한 결과 뒷발의 안쪽 구역에서 정상 대상자에 비해 높았다고 하였으며, 이것은 후속 부상의 메커니즘을 피하기 위한 보호 전략이라 하였다.¹⁸⁾ 또한 키네시오 테이핑은 탄력 발목 보호대와 비슷한 효과로써 적용할 수 있는데 만성 발목 불안정성을 가진 대상자에게 적용한 그룹에서 발의 앞뒤 정적 발바닥 압력의 분포를 전후 비교한 결과 발의 앞쪽에서 압력이 낮았으며 발의 뒤쪽에서 압력이 높았다고 보고하였다.¹⁰⁾ 반면 발바닥 압력이 높다는 것은 지면으로부터 발바닥쪽으로 향하는 압력이 높으므로 이로 인하여 발이 느끼는 피로도는 충분히 높아질 수 있을 것이다. 그러므로 높은 발목보호대는 안전성은 제공할지라도 장시간의 착용은 발의 피로도가 높아질 수 있을 것이라고 보여진다.

본 연구에서 탄력 발목 보호대의 착용 여부에 따라 보행 중 발에서 나타내는 압력의 분포를 전반적으로 관찰한 결과 발목관절의 안정성이 높을수록 발바닥 압력이 높게 관찰되는 것을 확인할 수 있었다. 테이핑은 보행 패턴에 긍정적인 영향을 줄 수 있는데¹⁹⁾ 테이핑을 적용한 선행 연구에서는 발목 불

안정성으로 인해 보행주기 중 짧아진 디딤기의 비율을 정상 범위에 가깝게 증가시켰으며,²⁰⁾ 기능 운동을 적용한 선행 연구 또한 앞발의 압력이 감소하고 뒷발의 압력이 증가하여 손상측과 비손상측의 발바닥 압력 비율의 차이가 줄어 들었다고 하였다.²¹⁾ 따라서 발목관절 부상 후 비손상측 발목에 집중될 수 있는 발바닥 압력을 양 발에 분산시켜 주는 것이 중요하다고 볼 수 있으며 탄력 발목 보호대를 착용한 발에 체중을 효과적으로 분산시켜 줄 수 있을 것으로 생각되어진다.

본 연구에서는 탄력 발목 보호대를 착용하지 않은 양 발의 발바닥 압력을 비교하지 않았기 때문에 본 연구의 결과를 일반화시키기 어려우며 발목 보호대의 재질에 따른 비교가 충분히 되지 않은 점은 본 연구의 제한점이다. 또한, 건강한 대상자에서 찾아낸 결과이므로 발목의 문제가 있는 경우에 적용하는 것은 제한이 있다. 향후 연구에서는 실제 만성 발목 불안정성의 대상자에게 발목 보호대를 적용하여 손상측과 비손상측을 비교하는 연구가 필요할 것으로 생각된다. 탄력 발목 보호대의 높이에 따라 앞발의 발바닥 압력의 차이는 나타내지 않았지만, 뒷꿈치와 중간발 안쪽 부분에서는 높은 탄력 발목 보호대가 낮은 탄력 발목 보호대보다 발바닥 압력이 크게 나타내었다. 따라서 높은 탄력 발목 보호대를 착용함으로써 관절의 안정성을 제공하여 앞발과 뒷발에 정상적인 압력 분포와 손상측 비손상측에 적절하게 체중을 분산시켜 줄 수 있는 것으로 판단된다.

References

1. Hang B. Acute sports-related lower extremity injuries. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*. 2013;14(4): 304-17.
2. Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR, et al. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*. 2003;21(5):792-7.
3. Nyland J, Smith S, Beickman K, et al. Frontal plane knee angle affects dynamic postural control strategy during unilateral stance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002;34(7):1150-7.
4. Rodgers MM. Dynamic foot biomechanics. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1995;21(6): 306-16.
5. Feger MA, Glaviano NR, Donovan L, et al. Current trends in the management of lateral ankle sprain in the united states. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2017;27(2): 145-52.
6. Jones MH, Amendola AS. Acute treatment of inversion

- ankle sprains: Immobilization versus functional treatment. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2007;455:169-72.
7. Olmsted LC, Vela LI, Denegar CR, et al. Prophylactic ankle taping and bracing: A numbers-needed-to-treat and cost-benefit analysis. *Journal of Athletic Training*. 2004;39(1):95-100.
 8. Mickel TJ, Bottoni CR, Tsuji G, et al. Prophylactic bracing versus taping for the prevention of ankle sprains in high school athletes: A prospective, randomized trial. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2006;45(6):360-5.
 9. Ryu WJ, Kim DM, Kim ES, et al. Effects of taping for ankle and strengthening exercise of hip abductor with thera band on static balance of girls soccer player in elementary school. *Journal of Korea Society for Neurotherapy*. 2015;19(2):5-12.
 10. Choi YJ, Seo HK. Immediate effects of ankle kinesiotopeing on pain, foot pressure distribution and balance in patient with chronic ankle instability. *Journal of Korean Society for Rhythmic Exercises*. 2016;9(2): 37-46.
 11. Cha YS, Park KN. Comparison of the effects of dynamic postural stability training versus soft ankle bracing on multiple hop performance in participants with functional ankle instability. *Korean Research Society of Physical Therapy*. 2017;24(1):1-8.
 12. Kim HS. The effect of the plantar pressure on dynamic balance by fatigue of leg in the subjects with functional ankle instability. *The Korea Contents Society*. 2016; 16(1):734-42.
 13. Mickel TJ, Bottoni CR, Tsuji G, et al. Prophylactic bracing versus taping for the prevention of ankle sprains in high school athletes: A prospective, randomized trial. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2006;45(6):360-5.
 14. Kim S, Shim J, Kim S, et al. The effect of superficial trunk muscle exercise and deep trunk muscle exercise on the foot pressure of healthy adults. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(3):711-3.
 15. Osborne MD, Rizzo TD. Prevention and treatment of ankle sprain in athletes. *Sports Medicine*. 2003;33(15): 1145-50.
 16. Cordova ML, Ingersoll CD, LeBlanc MJ. Influence of ankle support on joint range of motion before and after exercise: A meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2000;30(4):170-82.
 17. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for Rehabilitation*. Elsevier Health Sciences; 2011. p. 649-706.
 18. Webster K, Vincent L, Docherty C. Peak plantar pressures during walking in chronic ankle instability and healthy patients. *British Journal of Sports Medicine*. 2015;49: 1-23.
 19. Kim EJ, Lee KB. The effects of kinesio taping applying to foot and ankle joints on foot pressure and gait in patients with chronic stroke. *Journal of Korea Society for Neurotherapy*. 2019;23(2):1-6.
 20. Chinn L, Dicharry J, Hart J, et al. Gait kinematics after taping in participants with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 2014;49(3):322-30.
 21. Park GT. Effects of modified y-balance exercise on spatio-temporal gait parameters and foot plantar pressure in subjects with chronic ankle instability. *Kyungshung University. Dissertation of Master's Degree*. 2021.
 22. Lee JW. *Textbook of the foot and ankle* 2nd. Panmuneducation; 2019. p. 22-29.
 23. Steven T. *The Biomechanics of prophylactic ankle support*. The Research Institute of Physical Education & Sports Science. 1999;18(1):23-4.