만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강 대조군의 발목 느슨함, 자가 발목 기능, 인지적 불안정성 분석

이홍석 MS¹, 김현수 PhD, ATC², 타이 홉킨스 PhD, ATC³, 손성준 PhD, ATC¹

¹차의과학대학교 스포츠의학대학원, ²웨스트체스터대학교 운동학과, ³브리검영대학교 운동과학과

Analysis of Ankle Laxity, Self-reported Function, and Perceived Instability in Chronic Ankle Instability, Coper, and Control Groups

Hongsuk Lee MS¹, Hyunsoo Kim PhD, ATC², Ty Hopkins PhD, ATC³, S. Jun Son PhD, ATC¹

¹CHA Motion Science Lab, Graduate School of Sports Medicine, CHA University, Seongnam, Korea; ²Department of Kinesiology, West Chester University, West Chester, United States; ³Department of Exercise Sciences, Brigham Young University, Provo, United States

PURPOSE: This study aimed to identify differences in ankle laxity in chronic ankle instability (CAI), coper, and control groups, and a correlation between ankle laxity, self-reported function, and perceived instability.

METHODS: Sixty-six participants (22 CAI patients, 22 copers, and 22 controls) selected by recommendations of the International Ankle Consortium volunteered for this study. Foot and Ankle Ability Measure Activities of Daily Living (FAAM-ADL), FAAM-Sports, and Ankle Instability Instrument (AII) were used to assess participants' self-reported function and perceived instability. The FAAM-ADL and FAAM-Sports are reported as a percentage. Higher scores indicate better function. The AII is reported as "yes" responses while more "yes" responses indicate higher instability. Three trials of anterior/posterior (A/P) displacement and inversion/eversion (I/E) displacement were assessed by an instrumented ankle arthrometer. Greater displacement indicates higher laxity. The ankle positioned in sagittal- and frontal-plane neutral while A/P and I/E displacement were assessed with 125 N and 4 N-m, respectively. The means of three trials were used for data analysis. One-way ANOVA and Tukey post-hoc comparisons ($\alpha=0.05$) were performed to identify differences in ankle laxity between groups. Pearson correlation analysis was performed to identify a relationship between ankle laxity, self-reported function, and perceived instability.

RESULTS: CAI patients show greater A/P displacement compared to control group ($p<.03$), and greater I/E displacement compared to coper and control groups ($p<.03$). Several positive and negative correlations were found between ankle laxity, self-reported function, and perceived instability ($p<.00$).

CONCLUSIONS: As self-reported function and perceived instability are correlated with greater laxity (I/E displacement), improving static stability (ankle laxity) may play an important role in improving perceived ankle function and instability in CAI.

Key words: Ankle sprain, Mechanical ankle instability, Anterior talofibular ligament, Calcaneofibular ligament, Ankle joint laxity

서론

발목 염좌는 모든 스포츠 손상에서 15-30%를 차지 한다[1]. 미국에

서 매일 23,000건의 발목 염좌가 발생한다[2]. 더욱 중요한 것은 최초 발목 염좌를 경험한 3명 중 1명이 반복적인 발목 염좌를 경험한다[3]. 높은 재발률에도 불구하고 의사에게 발목 염좌 진단 후 한달 이내에

Corresponding author: S. Jun Son Tel +82-31-728-7910 Fax +82-31-881-7069 E-mail seongjunson@gmail.com

*This study was supported by a doctoral student grant from the National Athletic Trainers' Association (NATA) Research & Education Foundation (15DGP011).

Keywords 발목염좌, 만성기계적불안정성, 전거비인대, 종비인대, 발목관절이완

Received 20 Jan 2021 **Revised** 22 Feb 2021 **Accepted** 26 Feb 2021

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

물리치료 및 운동치료를 받은 발목 염좌 환자는 6.8%에 불과하다[4]. 이러한 초기 부상 치료의 부재로 인해서 장기적으로 만성 발목 불안정성(chronic ankle instability)으로 발전되어 지고, 반복적인 발목 염좌를 경험하는 만성 발목 불안정성 환자의 78%는 거골 연골의 퇴행성 관절염(talar osteoarthritis)을 진단 받는 것으로 보고된다[5].

만성 발목 불안정성은 (i)반복적인 발목 염좌, (ii)발목 빠짐(ankle giving way), (iii)자가 발목 기능(self-reported function) 저하, (iv)인지적 불안정성(perceived instability) 증가, (v)발목 통증, (vi)근신경계 기능 감소가 최초 발목 염좌로부터 12개월 이상 지속되는 경우로 판단한다[6]. 최근 업데이트된 만성 발목 불안정성 부상 기전 모델은 (i)병리역학적(Pathomechanical), (ii)운동-행동적(motor-behavioral), 그리고 (iii)감각-지각적(sensory-perceptual)의 3가지 장애에서 기인된다고 한다[6]. 병리역학적 장애는 병리적 느슨함, 관절 운동 제한, 뼈 운동 제한, 2차적 조직 손상과 조직의 적응과 관련이 있다[6]. 운동-행동적 장애는 변경된 반사반응, 근신경계 억제, 근력 약화, 밸런스 감소, 움직임의 변화, 신체 활동 감소와 관련이 있다[6]. 마지막으로 감각-지각적 장애는 통증, 체성감각 감소, 인지적 불안정성 증가, 움직임 공포증, 자가 발목 기능 감소, 삶의 질 감소와 관련이 있다[6].

발목 외측 인대(anterior talofibular and calcaneofibular)의 손상은 병리학적인 이완[7-17]을 증가 시키고 구심로차단(deafferentation)으로 인해 감각신경 피드백을 감소시킨다[18]. 또한, 인대손상으로 인해 발목 이완(ankle laxity)이 증가하여 만성 기계적 불안정성(chronic mechanical instability)을 야기한다[10,14]. 전방 이완 변위가 클수록 발목의 내번 회전 변위(inversion rotational displacement)는 기계적 불안정성을 증가시킨다[9,18]. 두개의 선행연구[19,20]에 따르면, 만성 발목 불안정성 환자의 외측 발목 이완이 건강 그룹에 비해 크지 않다고 보고 하였으나, 많은 선행연구들[7-17]에서는 만성 발목 불안정성 그룹에서 발목 이완이 늘어났다고 보고했다[7-17]. 구체적으로 만성 발목 불안정성 환자가 건강 그룹에 비해 거골 회전 각도 증가[12], anterior drawer test 시 전방 변위 증가[16], 거골의 전방 변위 증가[9,10], 그리고 내번 회전 변위 증가[16]를 보고하였다. Hubbard et al. [16] 연구진은 증가된 내번 회전과 전방 변위의 증가는 만성 발목 불안정성으로 발전시킬 수 있는 중요한 요인으로 보고하였다. 이러한 연구결과는 임상적 중요성을 가진다. 외측 발목 염좌 후 환자는 손상된 인대와 주변 연부조직들이 재생될 수 있는 충분한 회복시간을 가져서 구조적인 정적 안정성을 회복해야 함을 의미하고, 더 나아가 발목 뼈들의 정상적인 정렬(거골의 후방 이동) 회복을 위한 매뉴얼 테라피(posterior glide of the talus)가 필요함을 의미한다[21].

외측 발목 염좌 부상에도 불구하고, 코퍼(ankle sprain copers)라고 하는 일부 사람들은 만성적인 잔류 증상(통증, 부종, 등) 없이 일상생활로 복귀할 수 있다[8,17,22,23]. 그러나, 코퍼는 추후 발목 염좌 재부상

과 발목 빠짐(ankle giving way)의 위험으로 부터 어떻게 성공적으로 회복을 하는지에 대한 정확한 기전은 알려지지 않았다. 한가지 가능성은 코퍼가 초기 발목 염좌 후 손상당한 인대와 주변 연부조직들의 성공적인 회복으로 만성적인 잔류 증상이 없을 수 있는 기전이다[23]. 코퍼들은 최초 발목 염좌 후, 발목 외측 인대와 연부조직의 성공적인 회복을 통해 구조적인 정적 안정성을 확보하여, 발목 염좌 부상 12개월 후, 자가 발목 기능 및 인지적 불안정성 설문지에서 높은 점수를 보고할 수 있다[8,17,22,23]. 그 결과, 관절의 불안정성을 최소화시킬 수 있으며, 발목 염좌 재발의 위험도 감소시킬 수 있다. 하지만, 본 이론에 대한 선행 연구는 제한적이다. 선행연구의 대부분은 발목 인대 느슨함과 관련하여 만성 발목 불안정성 그룹과 건강 그룹을 비교하였고[7-17], 코퍼 그룹과 비교한 연구는 2편 뿐이다[8,17]. 하지만, 코퍼 그룹을 포함한 두편의 선행연구의 제한점은 측정의 신뢰도를 높일 수 있는 ankle arthrometer를 통해 전방/후방(anterior/posterior)과 내번/외번(inversion/eversion)의 이완 변위(displacement)에 대한 정보를 제공하지 않는다. 또한, 선행연구 사이에 상충되는 결과가 존재한다[8,17]. Wright et al. [17] 연구진의 선행연구에서 코퍼는 만성 발목 불안정성 그룹과 비교하여 발목 이완의 차이가 없다고 보고한 반면, Croy et al. [8] 연구진은 반대 결과를 보고 했다. 따라서, 만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강 그룹 사이의 발목 이완을 조사하는 연구가 필요하다.

최초 발목 부상이 발생한 시점에서 12개월 후 만성적인 증상(통증, 부종, 발목 빠짐 등) 및 발목 자가 기능 설문지(Foot and Ankle Ability Measure Activities of Daily Living, FAAM-ADL and FAAM-Sports)와 인지적 불안정성 설문지(Ankle Instability Instrument, AII)의 저하가 없는 코퍼들의 부상 회복 기전을 이해하기 위해 발목의 정적 안정성을 평가하는 발목 이완 측정은 매우 중요하다[7-17]. 또한 발목 이완의 정량적 수치와 발목 자가 기능 및 인지적 불안정성 설문지 점수와의 상관관계를 분석하여 정적 안정성을 담당하는 인대를 포함한 발목의 연부조직 회복이 발목 염좌 후 만성 발목 불안정성과 코퍼를 결정짓는 중요한 요인인지에 대한 기초 자료가 필요하다[16]. 따라서, 본 연구는 두가지 연구 질문에 답을 하기 위한 목적이 있다. 첫째, 환자-대조군 실험으로 만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강 그룹 간의 신뢰할 수 있는 측정 도구(ankle arthrometer)를 사용하여 전방/후방 및 내번/외번 방향의 발목 이완 변위를 정량적으로 비교하는 것이다. 둘째, 자가 발목 기능 설문지(FAAM-ADL and FAAM-Sports)와 인지적 불안정성 설문지(AII) 점수를 두 방향의 발목 이완 수치와 상관관계 분석을 하는 것이다. 첫번째 연구 목적의 가설은 만성 발목 불안정성 그룹은 코퍼와 건강 그룹에 비해 발목 이완이 클 것이라고 가정한다[8]. 두번째 연구 목적의 가설은 두 방향의 높은 발목 이완과 자가 발목 기능 및 인지적 불안정성 설문지와의 정적/부적 상관관계(positive/negative correlation)가 있을 것이라고 가정한다. 본 연구의 가설이 증명 된다면, 발목 부상 후

만성적인 증상과 발목 자가 기능 및 인지적 불안정성이 적은 코퍼들에게 발목 이완이 부상 회복에 중요한 인자가 될 수 있음을 의미한다. 또한, 이미 밝혀진 만성 발목 불안정성 환자의 발목 이완이 건강 그룹과 비교하여 높게 나타나는 결과를 기반으로[7-17], 아직 밝혀지지 않은 코퍼 그룹의 부상 회복 기전 중, 발목 이완의 회복을 통해 구조적인 정적 안정성을 확보하여 만성 발목 불안정성으로 발전되지 않을 수 있는 가능성을 제시할 수 있다. 하지만, 코퍼 그룹을 포함한 연구 결과는 제한적이다[8,17].

연구 방법

1. 연구 디자인

본 연구의 설계 디자인은 두가지 연구질문에 답을 하기 위해서 (i) 환자-대조군 실험과 (ii) 상관관계 분석 연구이며, 통제된 연구실에서 자료 수집이 진행되었다. 환자-대조군 실험을 위한 독립변인은 그룹(만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강)이며, 종속변인은 발목 이완(전방/후방 및 내번/외번 변위)이며, 상관관계 분석을 위해 5개의 변인을 분석 하였다. 구체적으로 (i) 발목 이완(전방/후방 및 내번/외번 변위), (ii) 발목 자가 기능 설문지(FAAM-ADL과 FAAM-Sports), 그리고 (iii) 인지적 불안정성(AII) 설문지 점수이다.

2. 연구대상자 산출

본 연구는 만성 발목 불안정성 그룹이 건강 그룹과 비교하여 부상당한 발목과 그렇지 않은 발목 사이의 발목 이완을 평가한 이전 연구를 [9] 활용하여 연구대상자 산출(sample size)을 G*Power (Kiel, Germany)를 사용하여 계산하였다(Test family = F tests; Statistical test = ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way). 알파 값 = 0.05, 베타 값 = 0.2, 효과 크기 = 0.42 (f-value)를 고려하여 세 그룹에 대해 66명의 표본크기를 선정하였다.

3. 연구대상자

66명의 대학생 연구대상자(만성 발목 불안정성 22명, 코퍼 22명, 건강 22명)를 대학교에서 모집하였다. 환자-대조군 실험을 위하여, 만성 발목 환자 22명을 우선 선별하여 연구대상자의 성별, 몸무게, 키 및 신체활동(중강도 신체활동은 테그너 신체활동 지수[Tegner Activity Level] 5 이상으로 최근 3개월간 주당 3회 최소 30분 이상)을 기준으로 코퍼와 건강 그룹을 매칭하였다[22]. 만성 발목 불안정성 환자 22명 중 17명은 양쪽 발목 염좌 경험이 있었고, 5명은 한쪽 발목 염좌가 있었다. 코퍼 그룹 22명 중 10명은 발목 염좌가 1번 있었고 12명은 1회 이상 발목 염좌를 데이터 수집일 기준 최소 12개월 이전에 경험을 하였다. 연구대상자의 상세 정보는 Table 1에 표기되어 있다. 본 연구는 대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았고, 연구대상자에게 연구 절차를 충분히 설명한 후, 자발적 참여의사를 밝힌 연구대상자에게 연구동의 서명서를 받고 데이터 수집을 진행하였다.

연구대상자 선정기준으로 2016년 국제발목컨소시엄(International Ankle Consortium)에서 정한의 기준에 따라 세그룹의 연구대상자를 선정 하였다[24]. 구체적으로 2개의 발목 자가 기능 설문지(FAAM-ADL and FAAM-Sports)와 인지적 불안정성 설문지(AII)를 사용하였고, 위 설문지들은 높은 평가 타당도와 신뢰도를 가지고 있다[25,26]. 발목 자가 기능 설문지인 FAAM-ADL은 일상생활에서 느끼는 발목의 기능을 총 21개 문항으로, 각 문항당 5단계로 점수화 하여 <90% 미만인 경우 만성 발목 불안정성 환자로 분류한다[24]. 두번째 발목 자가 기능 설문지인 FAAM-Sports는 스포츠 활동 참여시 발목 기능을 총 7개 문항으로, 각 문항당 5단계로 점수화 하여 <80% 미만인 경우 만성 발목 불안정성 환자로 분류한다[24]. 마지막으로 인지적 발목 불안정성 설문지인 AII는 총 9개의 yes or no 질문으로 구성되어 yes 항목이 5개 이상 체크되면 만성 발목 불안정성 환자로 분류한다[24]. 또한, 본 연구에서는 움직임과 연관된 인지적 불안정성을 체크하기 위해 AII 설문지 질문 5-9번 문항에서 최소 2개 이상의 yes 항목이 체크되어야 인지적

Table 1. Subject Demographics

Characteristic	Group, Mean $\pm$ SD		
	CAI (n = 22)	Coper (n = 22)	Healthy (n = 22)
Sex (male/female)	14/8	14/8	14/8
Age (yr)	22.7 $\pm$ 2.0	22.1 $\pm$ 2.1	22.5 $\pm$ 3.3
Height (cm)	174.6 $\pm$ 10.4	173.8 $\pm$ 8.2	172.4 $\pm$ 13.3
Mass (kg)	73.4 $\pm$ 12.1	72.6 $\pm$ 12.3	72.6 $\pm$ 18.7
FAAM-ADL (%)	81.9 $\pm$ 7.3	100 $\pm$ 0.0	100 $\pm$ 0.0
FAAM-Sports (%)	60.9 $\pm$ 11.6	100 $\pm$ 0.0	100 $\pm$ 0.0
Ankle Instability Instrument (No. of yes ^a)	3.4 $\pm$ 1.1	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0
Previous ankle sprains (No.)	4.1 $\pm$ 2.8	2.0 $\pm$ 1.1	0.0 $\pm$ 0.0

yr, years; FAAM, foot and ankle ability measure; ADL, activities of daily living; No., number; CAI, chronic ankle instability; SD, standard deviation.

^aQuestions 5-9 on the ankle instability instrument.

발목 불안정성이 있다고 사전연구를 바탕으로 판단하였다 [22].

본 연구의 연구대상자는 사전연구의 선정기준에 따라 선정하였다 [22,24]. 만성 발목 불안정성 그룹의 세부 선정기준은 (i)최초의 부상이 12개월 이전에 발생하였고, 통증 및 부종과 같은 염증 반응과 최소 24 시간 동안 보편적인 일상생활을 제한한 심각한 발목 염좌를 1회 이상 경험한 이력, (ii)FAAM-ADL <90%, (iii)FAAM-Sports <80%, (iv)AII 설문지 5-9번 질문에서 최소 2개 이상의 ‘예’(인지적 발목 불안정성) 답변 반응, (v)헬스케어 전문가에게 발목재활을 받지 않은 자, (vi)최근 6개월 이내 2회 이상의 발목 빠짐(ankle giving way) 이력이 있는 자를 포함한다. 코퍼 그룹의 연구대상자 세부 선정기준은 (i)12개월 이전에 발생한 최소 1회의 심각한 외측 발목 염좌 이력(통증 및 부종과 같은 염증 반응과 최소 24시간 동안 보편적인 일상생활 제한), (ii)발목 염좌로 인해 1주일 이상 발목 지지대(ankle supports; braces)를 사용했거나, 최소 3 일 이상 고정(immobilization) 또는 체중지지 제한(non-weight bearing) 이력, (iii)최근 12개월 동안 발목 염좌를 경험하지 않고 중강도 신체활동이 가능한 자, (iv)FAAM-ADL = 100%, (v)FAAM-Sports = 100%, (vi) AII 설문지 5-9번 질문에서 “예”(인지적 발목 불안정성) 답변이 없는 자, (vii)헬스케어 전문가에게 발목재활을 받지 않은 자를 포함한다. 건강 그룹의 연구대상자 세부 선정기준은 (i)평생 동안 발목 염좌 이력이 없고, (ii)FAAM-ADL = 100%, (iii)FAAM-Sports = 100%, (vi)AII 설문지 5-9번 질문에서 “예”(인지적 발목 불안정성) 답변이 없는 것을 포함한다.

4. 실험 절차 및 방법

1) 발목 이완 측정(ankle laxity measures)

발목 이완 측정은 발목 이완측정기(ankle arthrometer; Hollis, Blue Bay Research Inc., Navarre, FL, USA)를 사용하여 수집하였다. 발목 이완측정기는 발판과 경골 패드 사이의 상대적인 움직임을 측정하는 6도의 자유도가 가능하고, 실험 위치와 시험 절차는 이전 문헌에서 설명한 것을 바탕으로 진행하였다[11,27]. 세부적인 측정 절차는 연구대상자가 치료 베드(treatment bed)에 Supine 포지션 상태로 천장을 보고 편안하게 눕는다. 불안정한 발목의 발바닥 전체면을 발목 이완측정기에 밀착을 시키고, 발 뒷꿈치는 하단 발판패드에 밀착 시켜서 좌/우로 뒷꿈치가 움직이지 않게 패드의 크기를 조정하여 발 뒷꿈치를 패드에 고정 시킨다. 고정된 발 뒷꿈치를 바탕으로 발이 수직으로 정렬을 시킨 후 발등을 고정시킬 수 있는 $\cap$ 모양의 패드를 발등에 밀착시켜 발등의 움직임을 최소화 한다. 발목의 각도는 배측굴곡과 저측굴곡의 중립(neutral)에 위치를 시키고 아킬레스 건과 종아리에 V 모양으로 파인 고정 패드를 깔아서 경골 및 종아리 근육이 움직이지 않게 치료 베드에 2개의 밴드를 사용해서 경골을 고정한다. 발목 이완측정기는 전방/후방 변위(anterior/posterior displacement)를 125 N 힘을 사용하여 mm 단위로 측정하였다. 또한 내번/외번 회전 변위(inversion-eversion rota-

tional displacement)를 4 N-m 힘을 사용하여 각도(degree) 단위로 측정하였다. 발목 이완측정기는 측정 수치에 대해 타당도와 신뢰도를 확보한 평가 도구이다(Intraclass Correlation Coefficient [ICC] = 0.99, 표준오차 평균 [SEM] = 89 mm; 내번/외번 회전: ICC = 0.91, SEM = 0.98°) [27]. 본 연구에서 발목 이완 측정은 만성 발목 불안정성 환자와 건강한 연구대상자 200명 이상을 3년간 측정한 경험자가 측정을 하였고, 본 연구의 측정자 신뢰도는 계산하지 않았다. 하지만, 이전 연구 결과에서 측정자 내 신뢰도(ICC = 0.91-0.99)와 측정자 간 신뢰도(ICC = 0.80-0.98)가 높게 보고가 되어 측정자의 경험으로 비추어 볼 때 측정 수치의 신뢰도는 확보된 것으로 판단된다[27].

5. 데이터 분석

데이터 분석은 측정자가 3회의 전방/후방과 내번/외번 회전 변위를 연구대상자 그룹에 상관없이 무작위 순으로 측정하였고, 측정된 3회의 평균값을 통계 분석에 사용하였다.

6. 통계 분석

일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하여 세 그룹 간 전방/후방과 내번/외번 회전 변위도 차이를 JMP Pro 14 소프트웨어(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 계산하였다. 또한, Tukey-Kramer HSD를 사용하여 모든 변수에 대해 사후 비교를 수행했다. 피어슨 상관관계 분석(Pearson correlation analysis)은 JMP Pro 14 소프트웨어에서 다변량 상관관계를 사용하여 발목 자가 기능 설문지, 인지적 불안정성 설문지, 및 두 방향의 발목 이완 수치에 대해서 상관관계 분석을 실시 하였다. 모든 통계분석의 알파 값은 0.05로 설정하였다.

연구 결과

1. 발목 이완(ankle laxity)

발목 이완의 결과는 Table 2와 3에 제시되어 있다. 구체적으로, 만성 발목 불안정성 그룹은 건강그룹에($p < .03$) 비해 전방/후방 변위 길이가 컸으나, 코퍼 그룹($p > .51$)과는 차이가 나지 않았다. 하지만, 만성 발목 불안정성 그룹은 건강 그룹($p < .03$)과 코퍼 그룹($p < .01$)에 비해 내번/외번 회전 변위 각도가 더 큰것으로 나타났다.

2. 발목 자가 기능 설문지, 인지적 불안정성 설문지와 발목 이완의 상관관계 분석

설문지 점수와 발목 이완 수치의 피어슨 상관관계 분석 결과는 Table 4에 제시되었다. 총 4개의 핵심 연구 결과가 관찰 되었다. 첫째, 낮은 발목 자가 기능 설문지(FAAM-ADL 및 FAAM-Sports) 점수는 높은 내번/외번 회전 변위 각도와 부정 상관관계($r = -0.33 \sim -0.35$; $p < .00$)를 나

Table 2. Ankle Laxity Measures

	Group, Mean $\pm$ SD 95% CI (Lower–Upper)			$F_{2,63}$	p -Value
	CAI	Coper	Healthy		
Anterior-Posterior displacement (mm)	16.41 $\pm$ 5.05* (14.12-18.71)	14.85 $\pm$ 4.46 (12.82-16.87)	12.89 $\pm$ 4.06 (11.09-14.69)	3.26	.045
Inversion-Eversion displacement (deg)	60.21 $\pm$ 14.41* [†] (53.82-66.60)	49.46 $\pm$ 10.02 (45.02-53.91)	51.20 $\pm$ 9.51 (46.98-55.41)	5.51	.006

SD, standard deviation; CI, confidence interval; CAI, chronic ankle instability.

*The chronic ankle instability group exhibited greater values than the healthy group ($p < .03$); [†]The chronic ankle instability group exhibited greater values than the coper group ($p < .01$).

Table 3. Post-hoc Comparisons of P Values in Ankle Laxity

Variable	Post-hoc Comparisons for All Pairs Using Tukey-Kramer HSD, P-Value		
	CAI vs. Coper	CAI vs. Healthy	Coper vs. Healthy
Anterior-Posterior Displacement (mm)	0.51	0.03*	0.34
Inversion-Eversion Rotation (deg)	0.01 [†]	0.03 [‡]	0.87

HSD, honestly significant difference; CAI, chronic ankle instability.

*The chronic ankle instability group exhibited greater values than the healthy group; [†]The chronic ankle instability group exhibited greater values than the coper group; [‡]The chronic ankle instability group exhibited greater values than the healthy group.

Table 4. Correlations between ankle laxity, self-reported function, and perceived instability

Variable	Pearson r correlation				
	FAAM-ADL (%)	FAAM-Sports (%)	All, No. of yes ^a	A/P displacement (mm)	I/E displacement (deg)
FAAM-ADL (%)	-	-	-	-	-
FAAM-Sports (%)	0.92*	-	-	-	-
All (No. of yes ^a)	-0.90*	-0.91*	-	-	-
A/P displacement (mm)	-0.18	-0.18	0.14	-	-
I/E displacement (deg)	-0.33*	-0.35*	0.43*	0.55*	-

FAAM-ADL, foot and ankle ability measure-activities of daily living (self-reported function); All, ankle instability instrument (perceived instability); A/P, anterior-posterior; I/E, inversion-eversion.

^aQuestions 5-9 on the All. * $p < .00$.

타냈다. 둘째, 높은 인지적 불안정성(AII 설문지 5-9번 질문의 “예” 반응 횟수)은 높은 내변/외변 회전 변위 각도와 정적 상관관계($r=0.43$; $p<.00$)를 나타냈다. 셋째, 높은 내변/외변 회전 변위 각도는 높은 전방/후방 변위 길이와 정적 상관관계($r=0.55$; $p<.00$)를 나타냈다. 넷째, 발목 자가 기능 설문지(FAAM-ADL and FAAM-Sports) 및 인지적 불안정성 설문지(AII) 점수는 높은 정적/부적 상관관계($r=-0.9-0.92$; $p<.00$)를 나타냈다.

논 의

본 연구는 두개의 연구질문에 답을 하기 위해서 진행 되었다. 첫째, 만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강 그룹 간 발목 이완의 차이가 존재하는지의 여부이며, 둘째는 발목 자가 기능 설문지와 발목 이완 수치의 상관관계를 밝히는 것이다. 본 연구의 가설에서 만성 발목 불안정성 그룹이 코퍼 그룹과 건강 그룹에 비해 전방/후방 및 내변/외변 방향의 변

위가 클 것이라고 가정하였다. 본 연구의 가설은 외측 발목 염좌가 talocrural joint나 subtalar joint의 안정성을 증가시킬 수 있는 발목 외측인대(anterior talofibular and calcaneofibular)들의 손상이 발목 이완을 증가시킬 수 있다는 선행연구 결과를 바탕으로 가정하였다[14,15,28]. 본 연구결과는 몇 가지 우리의 가설을 부분적으로 뒷받침 한다. 예를들어 만성 발목 불안정성 그룹은 건강 그룹과 비교하여 전방/후방 변위에서 큰 이완을 보였지만, 코퍼 그룹과는 차이가 없었다(Table 2 and 3). 또한, 만성 발목 불안정성 그룹은 코퍼와 건강 그룹에 비해 내변/외변 회전 변위 이완이 높게 나타났다. 중요한 연구결과는 발목 염좌 경험이 있는 코퍼 그룹이 전방/후방 변위 이완에서 만성 발목 불안정성 그룹과 차이가 없었지만, 내변/외변 회전 변위 각도는 건강 그룹과 비교하여 차이가 없는 점이다[22,23]. 본 연구결과는 발목 염좌를 경험하고 현재 밝혀지지 않은 성공적인 인대 부상 회복 전략을 통해서 물리적인 발목 관절의 구조적 안정성을 코퍼 그룹에서 얻는 것으로 추측이 된다. 이렇게 건강 그룹처럼 회복된 발목 이완의 정적 안정성을

바탕으로 발목 자가 기능 설문지와 인지적 불안정성 설문지에서 높은 점수를 얻은 것으로 판단된다. 또한, 이러한 발목 이완의 정상적인 회복이 반복적인 발목 염좌 위험을 감소시키고 발목 빠짐 현상을 감소시킬 수 있었을 것이라고 추측한다[14,15,23]. 반복적인 발목 빠짐(giving way)과 염좌로 고통받는 만성 발목 불안정성 환자들은 외측 발목의 구조적인 정적 안정성을 제공하는 두개의 인대가 불완전한 회복과정을 거쳐서 발목 이완의 증가를 야기하고 이것이 구조적 불안정성과 발목 자가 기능 점수 및 인지적 불안정성을 야기하는 원인으로 보여진다[14,16].

본 연구는 만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강 그룹 간의 발목 이완을 신뢰할 만한 발목 이완측정기로 측정하고[27] 발목 자가 기능 및 인지적 불안정성 설문지 점수와의 상관관계를 분석한 첫번째 연구이다. 대다수의 선행연구에서 만성 발목 불안정성 그룹은 건강 대조군에 비해 느슨한 발목 이완을 보고하였다[7-10]. 하지만, 발목 염좌를 경험하고 만성 발목 불안정성으로 발전되지 않은 코퍼 그룹을 대조군으로 비교한 연구는 2개 뿐이다[8,17]. 이전의 선행연구들은 anterior drawer test와 talar tilt test 시 숙련된 임상가[17] 또는 초음파 검사[8]를 통해 1-5단계로 발목 이완의 느슨함을 측정했다. Anterior drawer test와 talar tilt test (intra-tester ICC=0.65-0.74; inter-tester ICC=0.76-0.81)[29]는 발목 이완을 평가하기 위한 평가법이지만, 본 연구에서 사용한 발목 이완측정기(intra-tester ICC=0.91-0.99; inter-tester ICC=0.8-0.98) [27]나 선행 연구에서 사용한 초음파(ultrasonography; intra-tester ICC=0.93-0.96; inter-tester ICC=0.77-0.96) [13]에 비해 상대적으로 측정 신뢰도가 떨어진다. 따라서 본 연구를 통한 새로운 연구결과들이 발목 이완 연구에 소중한 기초자료가 될 것이다.

본 연구 결과들은 코퍼 그룹이 만성 발목 불안정성 그룹에서 나타나는 내반/외반 회전의 병리적인 느슨함이 없음을 보여준다. 이는 코퍼 그룹의 내반/외반 회전의 병리적인 느슨함이 건강 그룹과 동일하다는 것을 의미한다. 본 연구결과는 Wright et al. [17] 연구진의 이전 연구와 부분적으로 비슷했다. Wright et al. [17]의 선행연구에서 만성 발목 불안정성 그룹은 건강 그룹에 비해 anterior drawer test 동안 더 높은 이완이 나타났다. 또한, 코퍼 그룹에 비해 만성 발목 불안정성 그룹이 talar tilt test 시 더 높은 이완의 느슨함이 나타났다[17]. 하지만, 본 연구결과와 이전 Wright et al. 연구진의 결과와는 상충된 연구 결과도 존재한다. Croy et al. [8] 연구진은 anterior drawer test와 inversion stress test 시 초음파를 통해 전거비인대 길이를 측정했다. 건강 그룹에 비해 만성 발목 불안정성 그룹과 코퍼 그룹에서 전거비 인대 길이가 긴것으로 보고하였다[8]. 이러한 Croy et al. [8] 연구결과는 본 연구결과와 Wright et al. [17] 연구진의 연구결과와 상충된다. Croy et al. [8] 연구진의 연구결과는 inversion stress test 시 내반/외반 회전에 대한 중비인대 길이 변화를 측정하지 않았으므로 본 연구에서 측정한 결과를 사전연구의 결과

와 비교하여 해석하는데 제한점이 존재한다. 따라서 발목 염좌를 경험한 코퍼 그룹에서 어떻게 발목 이완의 느슨함이 건강 그룹처럼 회복될 수 있었는지 또는 코퍼 그룹이 만성 발목 불안정성 그룹처럼 발목 이완 느슨함이 건강 그룹처럼 회복 되지 않는지에 대한 더 많은 연구결과가 필요하고 인대 이완과 관련된 추적 조사연구가 필요한 상황이다[23,30].

지금까지 만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강 그룹 간 환자-대조군 연구에서 발목 이완의 결과가 상충되며, 본 연구결과가 선행연구에 의해 뒷받침되기도 하지만[17], 또 다른 선행연구의 결과와 상충이 된다[8]. 따라서, 현재까지 진행된 2건의 선행연구를 바탕으로 명확한 결론을 도출해 낼 수 없는 것은 추후 연구자들의 몫이다. 추후 진행되어야 하는 연구는 최초 발목 염좌 부상자의 발목 이완 데이터를 측정하여 12개월간의 추적 조사연구를 통해 어떻게 코퍼 그룹과 만성 발목 불안정성 그룹으로 발전될 수 있는지를 알아보는 연구가 필요하다. 하지만, 본 연구결과가 제공하는 중요한 핵심은 만성 발목 불안정성 그룹은 이전의 연구결과와 동일하게 건강 그룹과 비교하여 전방/후방 및 내반/외반 방향의 발목 이완이 큰것으로 나타났고, 코퍼 그룹의 내반/외반 발목 이완은 건강 그룹처럼 회복된 결과를 나타냈다는 점이다. 본 연구에서 추측할 수 있는 부분은 발목 염좌를 경험한 코퍼 그룹에서 인대 손상 후 인대의 회복과정 이전에 해답이 있을 수 있다[15,23]. 본 연구의 연구대상자 선정기준에서 공식적인 발목재활을 받은 대상자를 제외한 것은 부상 초기 발목재활 유무가 발목 이완 결과에 영향을 주지 않았음을 의미함으로 추가적인 요인 분석 연구가 필요하다. 추가적인 요인들로는 코퍼 그룹에서 발목 부상 후, 스스로 발목을 보호하는 외적 지지대의 사용 여부와 기간, 신체활동 강도 및 참여시간에 대한 요인들을 추후 연구에서 명확하게 밝혀내야 할 것으로 사료된다[9,14-16]. 또한, 아직 코퍼 그룹의 완전한 인대 회복과정 이전에 밝혀지지 않은 상황에서[23,31,32], 발목 염좌를 경험한 동일한 사람들이 만성 발목 불안정성 환자로 발전되는 사람들과 비교하여 만성적인 잔여 증상과 발목 자가 기능 설문지 점수가 건강 그룹과 비슷한 특징을 보였을 때, 인대의 빠른 회복능력을 야기하는 요인들을 분석할 필요가 있다[23,30-32].

본 연구는 만성 발목 불안정성, 코퍼, 건강 그룹 간의 발목 자가 기능 설문지와 인지적 불안정성 설문지, 그리고 병리적 발목 이완의 상관관계를 밝혀낸 첫번째 연구이다. 본 연구결과들은 발목 자가 기능 점수 및 인지적 불안정성 점수는 발목 이완과의 정적/부적 상관관계를 보여준다. 특히, 발목 이완이 증가하면 구조적인 정적 안정성이 감소되므로, 일상생활 또는 스포츠활동 시 주관적인 발목의 불안정성을 느낄 수 있는 가설이 본 연구 결과에 의해 확인 되었다. 선행연구에서 기계적 발목 이완과 발목 자가 기능 점수의 상관관계를 본 연구는 한 건 뿐이었다[33]. 선행연구에서 만성 발목 불안정성을 겪는 환자 중 발목 자

가 기능 설문지 점수가 낮은 사람이 높은 전방/내번 이완의 부적 상관 관계를 보여주었다[33]. 하지만, 선행연구에서는 만성 발목 불안정성 환자만을 대상으로 연구가 진행되어, 본 연구에서 이전 선행연구의 제한점을 개선하기 위해 코퍼와 건강 그룹을 포함 시켰다. 본 연구 결과의 새로운 점은 일상생활 기능 점수와 스포츠 활동 기능 점수가 낮으면 내번/외번 회전 각도의 이완이 높은 것으로 보여진다. 따라서, 발목 이완을 감소시키는 것이 발목 자가 기능과 인지적 불안정성을 낮출 수 있는 중요한 요인이 될 수 있는 점을 시사한다. 이러한 결과를 바탕으로 발목 이완의 정적 안정성은 추후 반복적인 발목 염좌나 발목 빠짐(ankle giving way)의 위험을 낮출 수 있다는 가설을 제시할 수 있다. 추후 연구에서는 종단적 추적 연구를 통해서 발목 부상 유무와 상관없이 발목 이완의 정도를 측정하고 추후 발생하는 발목 염좌 부상 유무에 따라서 발목 자가 기능 점수가 낮은 또는 인지적 불안정성이 높은 사람이 실제 발목 빠짐과 발목 염좌의 비율이 높은지에 대한 인과관계를 증명할 추가 연구가 필요하다.

본 연구결과의 또다른 중요한 점은 전방/후방 및 내번/외번 이완의 높은 정적 상관관계 결과이다. 본 연구에서 만성 발목 불안정성 그룹은 전방/후방과 내번/외번 회전의 이완이 코퍼와 건강 그룹에 비해 높음으로 외측 발목 염좌는 전거비 인대와 종비 인대의 이완을 증가시키는 것으로 판단된다. 결국 이는 전방/후방과 내번/외번의 이완에 대한 두 변인의 높은 정적 상관관계를 만들어 낸다. 이러한 결과는 중요한 임상학적 메시지를 제공한다. 발목 이완의 증가는 정적 불안정성을 대표하는 요인이기 때문에 발목 염좌 후, 물리적인 발목 이완을 감소시키는 치료 방법이 중요할 것으로 사료된다[14,15]. 또한, 전방/후방 및 내번/외번 회전 이완의 높은 정적 상관관계는 외측 발목 염좌 부상으로 인한 66%의 전거비 인대 단독 손상과 20%의 종비인대 추가손상이 이를 뒷받침 한다[28]. 흔히, 외측 발목 염좌 부상에서 전거비 인대가 가장 흔하게 손상을 당한다고 알려졌으나, 종비 인대 또한 손상 되므로 본 연구결과의 높은 정적 상관관계는 선행연구의 인대 부상 비율과 관련된 결과에 추가로 발목 염좌 후 전방/후방 및 내번/외번 모두 발목 이완이 증가될 수 있다는 점을 염두해야 한다. 따라서, 외측 발목 염좌 부상을 경험한 환자에게 두 방향의 발목 안정성을 높이기 위한 적절한 치료가 필요하다. 본 연구 결과를 바탕으로 추후 연구에서는 전거비 인대와 종비 인대의 손상 여부에 따라 병리적 이완과 잔여 증상의 회복 정도에 따라서 어떻게 코퍼 그룹이 부상으로 부터 성공적으로 회복하는지에 대한 시간적 회복 기간, 시간적 이완의 변화 등에 대한 부상 회복 기전 연구가 필요하다. 추가적으로 발목을 한번도 다치지 않은 건강한 사람을 대상으로 발목 인대 이완이 높은 사람이 발목 자가 기능 점수가 낮고, 인지적 불안정성이 높은지에 대한 연관성과, 이러한 요인들이 실제 발목 부상 위험을 높이는지에 대한 종단적 추적 연구가 필요하다.

본 연구는 몇가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 평가자 내 또는 평가자 간 발목 이완측정기의 측정 신뢰도를 제공하지 않았다. 따라서, 본 연구의 발목 이완 측정의 오류값에 대한 정확한 정보가 제시되지 못했다. 하지만, 본 연구의 연구책임자는 본 연구 전 200명의 연구대상자를 상대로 발목 이완측정기 측정을 완료하였고, 3년의 측정 경험을 가진 숙련자이다. 더욱이 본 연구에서 신뢰도를 제공하지 않았던 점은 발목 이완측정기의 측정자 내 또는 측정자 간 높은 신뢰도를 보여주었기 때문이다(intra-rater reliability ICC=0.91-0.99 and inter-rater reliability ICC=0.8-0.98) [27]. 둘째, 본 연구는 환자-대조군 실험과 상관관계 분석 연구로써, 발목 이완의 수치가 실제 만성 발목 불안정성 또는 코퍼 그룹을 만들어내는 인과관계에 대한 명확한 답을 제시하지 못한다. 구체적으로 발목 부상을 경험한 코퍼 그룹의 연구대상자가 부상 이전부터 발목 이완의 정량적 수치가 낮았는지에 대한 답을 제시할 수 없다. 하지만, 선행연구[16]에서 발목 이완의 증가가 만성 발목 불안정성을 야기하는 요인이 될 수 있다는 결과를 바탕으로 반복적인 발목 염좌가 발목 이완 증가에 영향을 줄 수 있는 점을 짐작해 볼 수 있고, 만성 발목 불안정성 그룹은 증가된 발목 이완으로 인해 발목의 정적 안정성이 감소될 수 있다는 추측이 가능하다. 셋째, 본 연구의 연구대상자는 평균나이 22세의 대학생을 대상으로 진행되었다. 따라서, 본 연구의 결과를 해석할 시 연령대와 연구대상자의 특징을 고려해야 한다. 이는 동일한 조건으로 선별한 연구대상자라고 할지라도 연령대가 다를 경우 본 연구의 결과와 상이할 수 있다.

결론

만성 발목 불안정성 그룹은 코퍼 그룹과 건강 그룹에 비해 내번/외번 방향의 이완이 높게 나타났고, 건강 그룹에 비해 전방/후방의 이완도 높게 나타났다. 하지만, 외측 발목 염좌를 경험했던 코퍼 그룹은 만성 발목 불안정성 그룹과 비교하여 외번/내번 회전 이완에서 차이가 나지만, 건강 그룹과 비교하여 차이가 없는 점을 고려할 때, 발목 염좌 후, 건강 그룹처럼 발목 이완이 정상적으로 회복하여 구조적인 정적 안정성을 확보하는 것으로 보여진다. 또한, 발목 자가 기능 설문지와 인지적 불안정성 설문지가 전방/후방 및 내번/외번 회전의 발목 이완 수치와 정적/부적 상관관계를 나타냄으로써 정적 안정성을 대변하는 발목 이완의 수치는 자가 발목 기능과 인지적 불안정성과 상관관계가 있는 것으로 보여진다.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they do not have conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: H Kim, T Hopkins; Data curation: H Kim, T Hopkins; Formal analysis; Funding acquisition; Methodology: H Kim, T Hopkins; Project administration: T Hopkins; Visualization: H Lee; Writing-original draft: H Lee; Writing-review & editing: H Lee, H Kim.

ORCID

Hongsuk Lee	https://orcid.org/0000-0002-5634-6372
Hyunsoo Kim	https://orcid.org/0000-0002-4204-3944
Ty Hopkins	https://orcid.org/0000-0001-9473-9022
S. Jun Son	https://orcid.org/0000-0001-6514-1443

REFERENCES

1. Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007;37:73-94.
2. Kannus P, Renstrom P. Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:305-12.
3. Anandacoomarasamy A, Barnsley L. Long term outcomes of inversion ankle injuries. *Br J Sports Med.* 2005;39(3):1-4.
4. Feger MA, Glaviano NR, Donovan L, Hart JM, Saliba SA, et al. Current trends in the management of lateral ankle sprain in the united states. *Clin J Sport Med.* 2017;27:145-52.
5. Hintermann B, Boss A, Schafer D. Arthroscopic findings in patients with chronic ankle instability. *Am J Sports Med.* 2002;30:402-9.
6. Hertel J, Corbett RO. An updated model of chronic ankle Instability. *J Athl Train.* 2019;54:572-88.
7. Brown CN, Rosen AB, Ko J. Ankle ligament laxity and stiffness in chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2015;36(5):565-72.
8. Croy T, Saliba S, Saliba E, Anderson MW, Hertel J. Differences in lateral ankle laxity measured via stress ultrasonography in individuals with chronic ankle instability, ankle sprain copers, and healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42:593-600.
9. Hubbard TJ. Ligament laxity following inversion injury with and without chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2008;29:305-11.
10. Hubbard TJ, Kaminski TW, Vander Griend RA, Kovalski JE. Quantitative assessment of mechanical laxity in the functionally unstable ankle. *Med Sci Sports Exer.* 2004;36:760-6.
11. Kovalski JE, Hollis JM, Heitman RJ, Gurchiek LR, Pearsall AWIV. Assessment of ankle-subtalar-joint-complex laxity using an instrumented ankle arthrometer: An experimental cadaveric investigation. *J Athl Train.* 2002;37:467-74.
12. Lentell G, Baas B, Lopez D, McGuire L, Sarrels M, et al. The contributions of proprioceptive deficits, muscle function, and anatomic laxity to functional instability of the ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995;21:206-15.
13. Sisson L, Croy T, Saliba S, Hertel J. Comparison of ankle arthrometry to stress ultrasound imaging in the assessment of ankle laxity in healthy adults. *Int J Sports Phys Ther.* 2011;6:297-305.
14. Hubbard TJ, Hertel J. Mechanical contributions to chronic lateral ankle instability. *Sports Med.* 2006;36:263-77.
15. Hubbard TJ, Hicks-Little CA. Ankle ligament healing after an acute ankle sprain: an evidence-based approach. *J Athl Train.* 2008;43:523-9.
16. Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2007;28:343-54.
17. Wright CJ, Arnold BL, Ross SE, Ketchum J, Ericksen J, et al. Clinical examination results in individuals with functional ankle instability and ankle-sprain copers. *J Athl Train.* 2013;48:581-9.
18. Freeman MA. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47:669-77.
19. Ryan L. Mechanical stability, muscle strength and proprioception in the functionally unstable ankle. *Aust J Physiother.* 1994;40:41-7.
20. Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1985; 6:180-2.
21. Vicenzino B, Branjerdporn M, Teys P, Jordan K. Initial changes in posterior talar glide and dorsiflexion of the ankle after mobilization with movement in individuals with recurrent ankle sprain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:464-71.
22. Son SJ, Kim H, Seeley MK, Hopkins JT. Movement strategies among groups of chronic ankle instability, copers, and control. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49:1649-61.
23. Wikstrom EA, Brown CN. Minimum reporting standards for copers in chronic ankle instability research. *Sports Med.* 2014;44:251-68.
24. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the international ankle consortium. *Br J Sports Med.* 2014;48:1014-8.
25. Carcia CR, Martin RL, Drouin JM. Validity of the foot and ankle abil-

- ity measure in athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2008;43:179-83.
26. Docherty CL, Gansneder BM, Arnold BL, Hurwitz SR. Development and reliability of the ankle instability instrument. *J Athl Train.* 2006; 41:154-8.
27. Hubbard TJ, Kovalski JE, Kaminski TW. Reliability of intratester and intertester measurements derived from an instrumented ankle arthrometer. *J Sport Rehabilitation.* 2003;12:208-20.
28. Brostrom L. Sprained ankles, I: anatomic lesions in recent sprains. *Acta Chir Scand.* 1964;128:483-95.
29. Docherty CL, Rybak-Webb K. Reliability of the anterior drawer and talar tilt tests using the LigMaster joint arthrometer. *J Sport Rehabil.* 2009;18:389-97.
30. Wikstrom EA, Hubbard-Turner T, McKeon PO. Understanding and treating lateral ankle sprains and their consequences: a constraints-based approach. *Sports Med.* 2013;43:385-93.
31. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, et al. Recovery from a first-time lateral ankle sprain and the predictors of chronic ankle instability: a prospective cohort analysis. *Am J Sports Med.* 2016; 44:995-1003.
32. Pourkazemi F, Hiller CE, Raymond J, Black D, Nightingale EJ, et al. Predictors of recurrent sprains after an index lateral ankle sprain: a longitudinal study. *Physiotherapy.* 2018;104:430-7.
33. Hubbard-Turner T. Relationship between mechanical ankle joint laxity and subjective function. *Foot Ankle Int.* 2012;33:852-6.