

외측측부인대 손상을 동반한 발목염좌 환자에서 균형 훈련기를 이용한 훈련이 통증 및 균형능력에 미치는 영향

정상모, 이재남, 정영준¹⁾, 신영일²⁾

경인의료재활센터병원, 구미대학교 물리치료과¹⁾, 한국복지대학교 의료보장구학과²⁾

Effect of Rehabilitation with Balance Trainer Machine on Pain and Postural Stability after Ankle Sprain

Sang-mo Jung, Jae-nam Lee, Young-june Jeong¹⁾, Young-il shin²⁾

Dept. of Physical Therapy, Kyoung-in Rehabilitation Center

Dept. of Physical Therapy, Gumi University Department of Physical Therapy¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Korea National College of Rehabilitation & Welfare²⁾

Key Words:

Ankle sprain, Balance, Balance trainer stability

ABSTRACT

Background: Instability due to ankle sprains will be accompanied by a problem of balance and pain change. Balance trainer is used to improve the ankle strength and balance ability. The purpose of this study was to evaluate the change of pain and postural balance ability in ankle joint after balance trainer application in patients with ankle sprain and instability.

Methods: Twenty patients in K hospital in Incheon were enrolled. Balance trainer was applied to 10 subjects in the experimental group and 10 subjects in the Balance cushion under the same conditions as the experimental group to compare the pain and balance ability. **Results:** In the experimental group, there was a significant difference in the change of the pain variation. In the postural balance ability comparison, there was a significant difference in total and post-posterior comparison compared to the control, but there was no significant difference in the postural balance ability comparison. **Conclusion:** Pain and postural balance ability of patients with instability due to ankle sprain improved the pain and balance ability of the Balance trainer group compared to the Balance cushion training group.

I. 서론

발목 염좌는 일상생활동작과 운동 경기 중에 일어나는 가장 일반적인 손상 중의 하나이며(Smith와 ReIschi, 1986) 발목 손상의 85%는 내반과 저측 굴곡의 결합된 동작으로 발생한 발목 외측 부위의 조직에 손상과 관련된다(Ekstrand와 Tropp, 1990). 발목 외측 인대 구조들의 85~90% 정도가 발목 염좌에서 발생되며(Messina 등, 1999), 발목 외측 부위 인대 손상 환자들

중 33% 이상은 재활 훈련을 완료하여도 장기적인 후유 장애가 동반되고(Evans 등, 1984) 손상으로 인한 치료적 비용과 신체 활동의 감소 일상생활동작의 제한 등이 보고되었다(Egger, 1990). 발목 염좌로 인한 기능장애에 대한 특징으로는 통증, 부종 및 기능적인 문제를 동반하게 되며, 이러한 증상들과 함께 발목 관절의 기능에 큰 문제를 초래할 수 있는 발목 불안정은 외측부위 손상으로 인한 발목 염좌를 경험한 환자의 40% 정도에서 나타난다는 것으로 보고되었다(Verhagen 등, 1995). 발목의 불안정이 고유수용성감각의 결함, 비골근의 약화, 역학적 불안정성 등과 관련되는 것으로 보고하였다. 또한 발의 종아치(longitudinal arch)의 높이와 발 후부(hind-foot)의 비정상적인 정렬도 발목 염좌의 원인으로

교신저자: 정상모(경인의료재활센터병원, jsm0012@hanmail.net)
논문접수일: 2016.12. 5, 논문수정일: 2016.12.9,
게재확정일: 2016.12. 16.

정상모 등. 외측측부인대 손상을 동반한 발목염좌 환자에서 균형 훈련기를 이용한 훈련이 통증 및 균형능력에 미치는 영향

고려되고 있다(Alt 등, 1999). 발목의 불안정을 역학적 관점에서 접근을 하면 인대의 느슨함과 관련이 있고, 발목 염좌의 재발 혹은 환자가 주관적으로 느끼는 통증을 발목 불안정 상태로 고려한다고 이전 연구에 나타내었다(Eils와 Rosenbaum, 2001). 이러한 발목 불안정 상태를 일으키는 주요한 원인은 손상 이후 근육의 기능 저하와 관절의 범위 제한이 있다고 하였다(Lephart 등, 1991).

발목의 불안정을 해결하기 위한 재활운동은 발목 염좌로 인한 통증과 기능적 관절의 불안정을 예방하고, 치료하기 위해 유연성을 증진하며, 관절가동범위(range of motion)와 발목 주위 근육강화 운동 향상, 안정성을 위한 고유수용성 감각 증진운동, 민첩성 강화 운동을 포함한 재활운동 등이 치료 프로그램으로 필요하다(Mattacola와 Mccluskey, 2001). 초기 치료는 시기와도 밀접한 연관성이 있다.

급성기 치료 시 통증과 염증을 감소시키고, 아급성기 단계에는 통증 없이 능동운동을 시작하여 유해 자극을 줄이고, 모세혈관 성장이 일어나며, 교원질 형성과 육아 조직이 잘 발달하도록 해야 한다(Kisner와 Colby, 1996). 치료시기를 적절히 유지하여 치료적 운동을 적용하는 것도 발목 염좌를 치료하기 위한 재활프로그램에 포함되는 것이 중요하다.

이러한 치유시기를 고려한 프로그램 중 균형 훈련기(balance trainer, BT)는 발목의 손상으로 인한 불안정을 완화하고 통증을 점진적으로 감소시키며, 발목의 움직임을 통증이 없이 활성화 될 수 있도록 유도 한다.균형 훈련기에 장착된 체어의 안정장치는 자세의 불안정을 감소시킨 상태에서 적절한 체중이동을 이용하여 발목의 움직임을 증가시킬 수 있다(Piotr Porzych 등, 2008). 또한, 체어에 환자를 고정한 상태에서 적절한 체중을 이용하여 발목부위를 전-후, 좌-우 방향으로 모니터에 표시된 과제 프로그램에 따라 수행하면 초기 발목의 관절 가동범위가 증가된다(H Buchner와 mack, 2004).

따라서 본 연구는 발목 염좌로 인한 불안정이 있는 환자를 대상으로 균형훈련기 적용 후 발목 관절에 통증 변화와 자세 균형 능력 평가 비교에 대한 변화를 알아보고자 한다.

외측부 인대 손상을 진단 받은 남자 환자 10명과 여성 환자 10명을 대상으로 실시하였으며, 연구 대상자의 선정 기준은 최근 3개월 이내 다른 근골격계 수술을 하지 않는 자, 근골격계 관련 장애가 없는 자로 대상을 선정하였다. 실험 전 진행과정에 대해서 사전 설명을 동의한 채 실시하였다.

2. 실험도구 및 측정방법

1) 발목 훈련 장비(Balance trainer)

본 연구를 위하여 발목 강화 훈련은 균형 훈련기(balance trainer)를 이용하였고, 서 있는 자세에서 균형 훈련기 체어의 고정 장치를 환자에게 적용하여 낙상의 위험이 없이 움직일 수 있도록 고정하였다.

균형훈련기의 제어는 그림 1처럼 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절을 고정할 수 있도록 안정장치가 되어 있으며, 발목 부위는 고정 장치의 탈부착이 가능하도록 되어있다. 균형훈련기의 제어는 환자의 안정된 상태에서 엉덩 관절과 무릎 관절을 고정하고 발목 관절을 고정하지 않은 상태에서 전-후, 좌-우, 양쪽 대각선 방향으로 체중을 이용한 발목 관절에 대한 적절한 움직임을 가져온다(Porzych 등, 2008). 발목 염좌로 인한 불안정이 있는 환자들에게 안정 상태 없이 서 있는 자세는 초기 불안으로 유지하는 것이 힘들다. 하지만 균형훈련기 체어의 안정장치를 환자에게 적용한 상태에는 체중의 적절한 이동을 가능하게 하고 불안정성을 크게 감소시키면서 발목의 움직임을 제한 없이 유도하도록 제공할 수 있는 장비이다(Mckeon 등, 2008)(Fig 1).

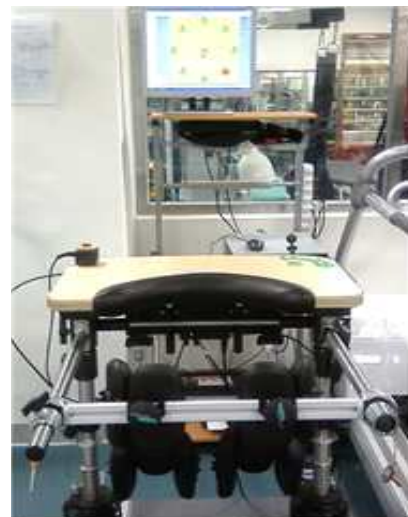


Fig 1. Balance trainer

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 2016년 7월 1일부터 9월 1일까지 인천에 소재한 K병원에 내원한 발목 염좌 환자 중

2) 발목 관절의 통증 측정

발목의 염좌로 인한 통증 척도는 Cline 등(1992)이 개발하여 사용되어졌던 10점 만점의 통증 시각적상사 척도(visual analog scale)로 측정 하였고, 통증이 나타나지 않는 것을 0점으로 하며, 최대치의 통증을 10점으로 하여 실험에 참여한 대상자가 주관적으로 직접 참여하도록 하였다.

3) 균형능력 장비

측정 도구로는 균형 능력의 변화 차이를 보기 위하여 사용한 균형 측정 장비(Balance system SD, Biodex, USA)를 사용하였다(Fig 2). 균형 측정 장비는 균형판(plate form)과 전면에 부착된 디스플레이 장치로 이루어져 있으며, 균형 측정판 내에서는 12개의 변형측정기(strain gauge)가 있어서 균형판과 경사각을 측정하였다. 균형판은 각 방향으로 20°의 경사를 이룰 수 있으며, 이 경사각은 정적균형의 안정성 수준으로 나타내며, 정적 검사는 5° 이내로 범위가 제한적으로 측정된다.

균형점수는 전-후, 좌-우, 전체점수로 구성이 되며, 균형판과 경사각이 나타내는 점수가 낮을수록 안정성이 더 좋은 결과를 갖는다. 이 검사의 측정자 내 신뢰도는 $r=.08$ 이고, 측정자간 신뢰도는 $r=.04$ 의 신뢰도를 가지고 있다(Pereira 등, 2008).



Fig 2. Biodex balance system

3. 중재방법

본 연구에서 실험에 참가한 모든 대상자들에게 1회 30분씩 주5회 총 8주 동안 발목 염좌로 인한 불안정이 있는 환자를 대상으로 적용하였다. 참여자는 제비뽑기를 통해 무작위로 두 군에 배정하였다.

Balance trainer 훈련 적용군(Balance trainer group; BT)은 균형훈련기 제어 장치(Fig 1)를 이용한 훈련을 적용하였다. 환자의 엉덩관절, 무릎관절을 보조 장치로 고정하고, 발목은 움직임을 유도하기 위하여 고정 장치를 하지 않았으며 전방에 설치된 모니터를 통하여 1일 30분씩 수행하였다. 과제 프로그램은 화면의 “토끼” 그림이 환자가 체어에 서 있는 상태를 나타내고 주변에 “사과” 그림에서 무작위로 5초씩 색이 바뀌면 환자는 체중을 이용하여 발목의 움직임을 유도하여 체어를 이동한 상태에서 전-후, 좌-우, 대각선 방향으로 과제물을 획득하는 방식의 프로그램을 적용하였다(Fig 3). 프로그램 실시 후 결과를 통하여 발목 관절의 통증과 자세균형능력을 측정하였다.

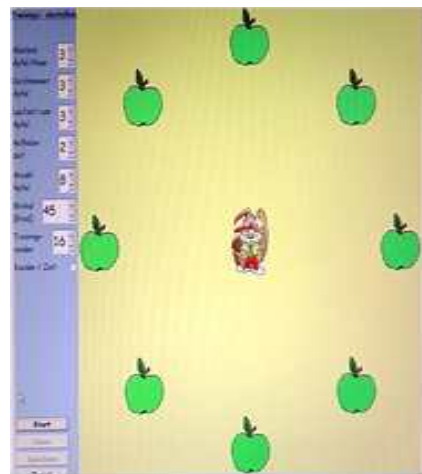


Fig 3. Balance trainer program

Balance cushion 훈련 적용군(balance cushion group; BC)은 발란스 쿠션을 이용하여 BT군과 동일한 조건인 서 있는 자세를 유지한 상태에서 치료사의 명령에 따라 전-후, 좌-우, 대각선의 방향으로 체중을 지지한 상태의 동적인 움직임을 제공하였다. 실험군과 동일하게 시간차를 두고 치료사는 볼(Ball) 도구를 이용하여, 5초씩 볼의 위치를 다르게 적용하여 환자가 밸런스 쿠션 위에서 랜덤하게 공을 잡는 방식으로 과제를 수행할 수 있도록 하였다. 발목의 불안으로 낙상의 위험을 방지하고자 보조도구로 지지대를 사용하였고 훈련 과정에서 낙상의 위험이 증가하면 치료사는 지지대를 바닥에 대고 환자가 넘어지지 않도록 도움을 주었다.

4. 분석 방법

본 연구에서 자료는 윈도우용 SPSS Ver 17.0 통계 프로그램을 이용하여 사용하였으며, 대상자들의 일반적

정상모 등. 외측측부인대 손상을 동반한 발목염좌 환자에서 균형 훈련기를 이용한 훈련이 통증 및 균형능력에 미치는 영향

인 특성은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, BT를 적용한 그룹과 BC를 적용한 군을 비교는 독립표본 t-검정, 중재 전- 후 차이 비교는 대응표본 t-검정을 이용해 통계 처리를 하였다. 통계학적으로 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구의 연구대상자는 총 20명으로 BT군 10명, BC군 10명이었다. BT군의 평균 나이는 31.40 ± 2.51 세, 남성 5명, 여성 5명이며, 키는 평균 170.1 ± 3.22 cm, 체중은 64.4 ± 11.74 kg이었다. BC를 적용한 군의 평균 나이는 33.80 ± 1.84 세이며, 남성 5명, 여성 5명이며, 키는 평균 173.2 ± 4.21 cm, 체중은 68.3 ± 10.23 이었다. 나이, 성별, 키, 체중은 두 군간 비교에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$)(Table 1).

Table 1. General characteristic of subjects

	BT group (n=10)	BC group (n=10)	t	p
Gender (Male/Female)	5/5	5/5	.316	.483
Age (yrs)	31.40 ± 2.51^a	33.80 ± 1.84	.237	.392
Height (cm)	170.10 ± 3.22	173.22 ± 4.21	.335	.431
Weight (kg)	64.43 ± 11.74	68.31 ± 10.23		

BT: balance trainer
BC: balance cushion
^aMean \pm SD

2. 그룹 간 통증 변화 비교

BT군의 치료 전 통증의 변화는 5.1이었고, 8주 후 2.5로 통증 변화가 줄었다는 것을 알 수 있었으며, BC군은 5.4에서 4.1로 통증의 변화가 있었으며, 집단 내 비교에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 2).

3. 그룹 간 균형능력 변화 비교

1) 전체 균형능력 변화 비교

BT군의 치료 전 전체 균형능력은 4.21 ± 1.31 이었고, 8

주 후 2.23 ± 1.41 로 균형 능력이 현저히 좋아졌다는 것을 알 수 있었으며, BC군은 4.86 ± 1.45 에서 3.11 ± 1.33 로 균형 능력이 향상되었으나 전보다는 많은 차이를 보이지 않았다. 집단 내 비교에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 3).

Table 2. Comparison of pain variety

	BT group (n=10)	BC group (n=10)	t	p
Pre-test	5.10 ± 1.21^a	5.42 ± 2.35	.244	.122
Post-test	2.53 ± 2.13	4.13 ± 3.62	.316	.037
Δ	$.27 \pm 2.51$	$.26 \pm 3.14$.298	.025
t	10.47	4.99		
p	.021	.034		

BT: balance trainer
BC: balance cushion
^aMean(score) \pm SD

Table 3. Comparison of overall balance test

	BT group (n=10)	BC group (n=10)	t	p
pre	4.21 ± 1.31^a	4.86 ± 1.45	.141	.142
Overall post	2.33 ± 1.41	3.11 ± 1.33	2.418	.031
Δ	1.83 ± 1.19	1.49 ± 1.02	2.546	.035
t	3.521	4.212		
p	.001	.001		

BT: balance trainer
BC: balance cushion
^aMean(score) \pm SD

2) 전-후 균형능력 변화 비교

BT군의 치료 전 전-후 균형능력은 2.89 ± 1.82 이었고, 8주 후 $1.22 \pm .24$ 로 균형 능력이 현저히 좋아졌다는 것을 알 수 있었으며, BC군은 3.04 ± 1.44 에서 2.68 ± 2.55 로 균형 능력이 향상되었으며 실험 전보다 현저한 차이를 보였으며, 집단 내 비교에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 4).

3) 내-외측 균형능력 변화 비교

BT군의 치료 전 내/외측 비교 능력(medial/lateral)에 서는 1.89±.89이었고, 4주 후 2.22±1.6로 균형능력이 향상되었음을 알 수 있었으며, BC군은 2.22±1.6에서 1.6±1.15로 실험 전보다 유의한 차이를 보였으며, 집단 내 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05)(Table 5).

Table 4. Comparison of anterior and posterior balance test

	BT group (n=10)	BC group (n=10)	t	p
Anterior/ pre	2.89±1.82 ^a	3.04±1.44	.08	.117
posterior post	1.22±.24	2.68±2.55	.14	.043
△	1.45±.61	.27±1.58	.12	.035
t	3.112	2.871		
p	.023	.046		

BT: balance trainer
BC: balance cushion
^aMean(score)±SD

Table 5. Comparison of medial and lateral balance test

	BT group (n=10)	BC group (n=10)	t	p
Medial/ pre	1.89±.89 ^a	2.22±1.6	-.584	.561
lateral post	.71±2.33	1.62±1.15	-2.383	.392
△	1.05±.89	.68±.60	1.082	.283
t	4.392	3.141		
p	.002	.012		

BT: balance trainer
BC: balance cushion
^aMean(score)±SD

IV. 고 찰

본 연구는 발목 염좌로 인한 불안정이 있는 환자를 대상으로 BT군과 BC군으로 나누어 통증의 변화 및 균형 능력을 측정하였다. 발목 염좌로 인한 불안정을 이전 연구에서 운동 지각능력과 위치 감각 상실로 인하여 발생하는 것을 가장 크게 보고 있으며, 계속적으로 만성적인 발목의 불안정을 가져온다고 하였다(Hertel, 2008). 발목 염좌가 있는 환자들의 발목 관절 주변의 근육 약화에 관한 많은 연구들이 이루어졌다(Lentell 등, 1995). 여러 선행 연구들을 기초하여, 본 연구는 발목 염좌로 인한 불안정을 갖고 있는 환자들을 대상으로 균

형훈련기 훈련을 시행하였고, Matjacić 등(2000)의 연구에 의하면 BT군에 장착된 체어의 안정 장치는 환자에게 안정성을 제공하고 축을 중심으로 한 적절한 체중의 이동이 용이하며 불안정한 상태에서 발목의 근력 강화를 진행할 수 있었다. 반면 대조군에서는 밸런스 패드 위에 안정장치 없이 서 있는 상태는 발목의 염좌가 있는 환자에게 불안정을 더 증가시켜 초기 통증으로 악순환을 초래하며, 약화된 발목 근육과 고유수용 감각의 저하로 치료사에게 도움을 받거나 보조 도구를 이용하여 균형훈련을 진행할 수 있었다.

또한, 발목의 염좌로 인한 불안정은 외측 인대 손상을 동반한 인대 손상 환자에서 배측 굴곡의 제한을 가져온다고 보고되었다(Green 등, 2001). 거골의 전 후방 움직임 증가시키기 위한 이전 연구에서 수동적 관절 가동기법으로 관절 범위의 증가를 가져왔지만 체중을 부하지 않은 상태는 그렇지 않은 움직임보다 발목 주변 근육의 활성화가 비교 변화에서 감소한다고 하였다(구창희 등, 2005). 이전 연구에서 불안정한 지면 정도에 따른 발목 염좌가 있는 환자와 비손상자의 발목 근력의 근전도 변화에서 유의성이 없는 것으로 보고되었다(Natasha, 2000). 그 이유는 기저면(base of support)안에서 움직임은 일상생활 동안 일어나는 혼란의 범위 내에서는 발목의 기능적인 안정성이 제공되기 때문에 자세 변화는 크게 차이를 보이지 않았다. 신체의 자세를 조절하거나 균형을 유지하기 위한 자세 반응은 발목 관절 전략, 무릎 관절 전략, 고관절 관절 전략 그리고 스텝 전략으로 이루어진다.

발목 관절 전략은 자세 안정성을 유지하기 위하여 먼저 발목 관절의 안정성 조절을 가져오고 기립 자세의 신체 동요에 따라 무릎 관절, 고관절의 주변 근육들의 동원으로 자세 조절을 유지하게 된다. 각 관절의 지지 작용, 협응 작용을 포함한 운동기능 및 감각 기능이 적절히 통합되어야 한다(Horak, 1987).

기립 자세에서 균형 및 평형은 발목의 안정성 기능에 매우 중요하게 고려되어져 왔다(Nasgner, 1990). 발목 염좌로 인한 불안정성을 갖은 환자들에게 BC군에 적용한 밸런스 패드 훈련은 서 있는 자세에서 보조 도구를 초기부터 지지하지 않은 상태에서 많은 자세동요로 불안정을 증가시킨다고 사료된다. 본 연구에서와 같이 BT군의 균형 훈련기 체어는 서 있는 자세에서 자세동요로 인한 불안정성을 감소시켜 BC군에 비하여 안정적인 상태에서 발목의 전략을 가져올 수 있었다. 따라서, 본 연구의 전체 균형능력과 전-후 균형 능력 비교에서 유의한 차이를 보였다. 하지만 좌-우 균형 변화 비교는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 이유는

BT군에서 균형훈련기의 전-후의 움직임에서 환자의 체중을 기반으로 무게중심을 이동하는 것이 더 용이하였기에 많은 움직임의 변화가 나타났으며, 좌-우의 움직임은 발목 염좌에 동반된 외측부 인대의 손상으로 체중의 이동이 전-후의 움직임보다 제한이 있기에 움직임의 이동 변화가 감소되었다고 사료된다.

안정지지 상태에서도 좌-우 방향에서 외측 인대 부위 통증과 체중의 이동이 전-후의 움직임보다 제한을 받았을 것이라 사료된다. BC군에서는 밸런스 패드에서는 전체, 전-후, 좌-우 움직임에 대한 불안정성이 현저히 증가하였다는 것을 확인 할 수 있었다.

따라서 본 연구를 통하여 발목 염좌로 인한 불안정을 갖은 환자들은 BT군의 균형 훈련기 적용 시 발목의 전체와 전-후 방향의 움직임이 좌-우 방향의 움직임보다 증가하였고, BC군보다 통증의 감소와 안정적인 자세 조절 능력을 가져올 수 있었다.

본 연구의 제한점은 발목 전략에 따른 자세 변화만을 국한되어 비교하는 것보다 무릎 관절에의 전략에 따른 변화 비교와 기간을 8주에서 12주로 연장하여 추가적으로 시행하는 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결론

본 연구는 발목 염좌로 불안정이 있는 환자에게 BT 훈련과 BC훈련을 각 1회 30분씩 주5회 적용 후, 그에 따른 통증 및 균형 능력의 변화를 알아보고자 하였으며, 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

1. BT군에서 BC군보다 통증 변화 비교에 대해서는 실험 후에 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
2. BT군에서 BC군보다 전체, 전-후의 균형 능력에 대해서는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그러나 내-외측 균형 능력에서는 유의한 차이가 없었다 ($p > .05$).

따라서, 본 연구의 결과들을 보았을 때, BT군에서 적용한 균형훈련기가 BC군에 비해 발목 염좌로 인한 불안정이 있는 환자들에게 통증 및 자세 균형능력 중 전체, 전-후 방향에서 효과가 있었다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

구창희, 이인학, 박경리. 아급성기의 발목 외측 염좌에 게 수동적 관절가동기법과 마사지가 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2005;17(4):457-467.

Alt W, Lohrer H, Gollhofer A. Functional properties of adhesive ankle taping: Neuromuscular and mechanical effects before and after exercise. *Foot Ankle Int*, 1999;20:238-245.

Buchner H, Buchner mack. Balance trainer in early stage rehabilitation of the clinic for neurology of the Knappschaftskrankenhaus Recklinghausen. 2004.

Cline ME, Herman JA, Shaw ER, et al. Standardization of the visual analogue scale nursing. *Research*. 1992;(2):378-380.

Egger G. A report to the national better health program. Sydney : Centre for health promotion and research. *Sports injuries in Australia : Causes, costs and prevention*. 1990;4:23-27.

Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. 2001;(3):120-133.

Ekstrand J, Tropp H. The incidence of ankle sprains in soccer. *Foot ankle*. 1990;11(1):41-44.

Evans GA, Hardcastle P, Frenyo AD. Ate rupure of the lateral ligaments of the ankle : To suture or not to suture. *J Bone Joint Surg Br*. 1984; 66:209-212.

Green T, Refshauge K, Crosble J, et al. A randomized controlled trial of a passive accessory joint mobilization on acute ankle inversion sprains. *Physical Therapy*. 2001;81:984-994.

Horak FB. Proprioceptive capabilities of the ankle in stable and unstable joints. *Sports exerc inj*. 1996;2:167-171.

Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise. Foundations and techniques*. 1996:3rd ed.

Lentell G, Bass B, Lopez D, et al. The conditions of proprioceptive deficits, muscle function and anatomical laxity to functional instability of the ankle. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995;21: 206-215.

Lephart SM, Perrin DH, Fu FH, et al. Functional performance tests for the anterior cruciate ligament insufficient athlete. *J Athl Train*. 1991; 26:44-50.

Matjacić Z, Johannesen IL, Sinkjaer T. A multi-purpose rehabilitation frame: A novel apparatus for balance training during standing of neurologically

- impaired individuals. *J Rehabil Res Dev.* 2000;37(6):681-691.
- Mattacola CG, Mccluskey LC. Management of ankle sprains. *Americans Family Physiciam*, 2001;63(1): 93-104.
- Mckeon PO, ingersoll CD, Kerrigan DC, et al. Balance training improves function and postural control in chronic ankle instaility. *Med sci sports exerc.* 2008;40:1810-1819.
- Messina DF, Farmey WC, DeLee JC. The incidence of injury in Texas high school basketball: A prospective study among male and female athletes. *Am J Sports Med.* 1999;27:294-299.
- Nashner LM. Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance. *Proceedings of the APTA forum, alexandria. ATPA publications.* 1990;1-12.
- Natasha F, Allison G. Peroneal latency in normal and injured ankles at varying angles of perturbation. *Clin orthop and res.* 2000;3 75:193-201.
- Pereira HM, de Campos TF, Santos MB, et al. Influence of knee position on the postural stability index registered by the Biodex Stability System. *Gait Posture.* 2008;28(4):668-672.
- Porzych P, Hanger W, Kuczma W, et al. Balance trainer device for dynamic and static training for patients in standing position, chronic ankle instability. *Physiotherapy*, 2008;16(1):99-103.
- Smith RW, Reischl SF. Treatment of ankle sprains in young athletes. *Am J Sports Med.* 1986;14: 465-471.
- Verhangen RA, de Keizer G, van Dijk CN. Long-term follow-up of inversion trauma of the ankle. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1995;114:92-96.