

발보조기가 자세동요에 미치는 효과

삼육대학교 대학원 물리치료학과

송창호, 이승원

Effects of Foot orthotic on Postural sway

Song, Chang Ho, M.P.E., R.P.T. · Lee, Seung Won, M.S., R.P.T.

Department of Physical Therapy, Graduate School, SahmYook University

〈Abstract〉

The purpose of this study was to investigate the effect of foot orthotic on postural sway. Subjects were 15 patients(7 men and 8 women) who prescribed foot orthotic at B hospital and L rehabilitation medicine clinic in Seoul. Postural sway during a single limb stance was measured using the CMS 10 Measuring System when subjects positioned on the balance trainer under two treatment conditions(orthotic and nonorthotic). RCSP(resting calcaneal stance position) while subjects were standing on the glass plate was measured using the angle finder after subjects were positioned in prone to divide equally lower leg and calcaneus using the goniometer. The result was as follows. There were significant difference between postural sway of orthotic and nonorthotic conditions($t=4.888, 4.589, p<0.001$), and the leg of the small RCSP within a subject has the small postural sway index($\chi^2=26.000, p<0.001$).

In conclusion, foot orthotics provide structural support for detecting and controlling postural sway in patients prescribed foot orthotics.

Key word : postural sway, foot orthotic

I. 서론

발과 족관절은 많은 뼈로 구성되어 매우 복잡한 구조를 가진다. 이러한 발의 복잡한 구조는 안정된 지지, 기계적 지렛대, 충격 흡수, 보호 그리고 균형을 위한 기초를 제공하며 (Saltzman et al., 1995), 뼈의 형태와 뼈의 결합 때문에 안정성과 유연성을 동시에 갖는다 (Magee, 1997). 발과 족관절은 보행과 기립자세에서 매우 중요한 역할을 한다. 발은 추진과 지지라는 두 가지 중요한 기능을 가지며, 추진을 위해서 유연성 있는 지렛대 역할을 해야 하고, 지지를 하기 위해서는 몸 전체를 버티는 견고한 구조의 역할을 해야 한다(Magee, 1997). 하지의 운동학적 사슬의 마지막 부분인 발은 지면에 접촉하여 신체에 활동하는 힘을 부여하고 전달하는 능력을 가진다(Donatelli, 1987).

이러한 중요한 역할을 하는 족관절과 발이 병변을 갖게되면 보행 기전을 바꿀 수 있고 그 결과로 다른 하지 관절에 영향을 주므로 다른 관절들의 병리를 초래하게 되며(Magee, 1997), 그 예로 발의 병변은 무릎의 과사용 증상(overuse syndrome)을 쉽게 일으킬 수 있다.(James et al., 1978).

기능적 발 보조기의 사용은 하지 질환의 치료에 두드러지게 성공적이었으며(Johanson et al., 1994; Moraros et al., 1993), 기능적 발 보조기의 사용으로 인한 합병증은 거의 없는 것으로 나타났다(Eng & Pierrynowski, 1993; Henneford, 1986). 발의 생체역학적 측면을 토대로 고안된 발 보조기는 발과 신발사이에 삽입되어 과도한 회내에 의해 발생된 증상을 완화시키는데 사용되어졌으며, 종골건염, 족저근막염, 후경골건염 뿐만 아니라 슬개대퇴골 동통증후군과 같은 무릎 통증으로 인한 증상들을 완화시켰다.(Clement et al., 1981; Eggold, 1981; Eng & Pierrynowski, 1993).

발은 인체의 균형을 유지하는데 시각기관이나 전정기관과 같이 매우 중요한 기관이다. 특히 인간은 넘어지는 것을 피하기 위하여 발로 지지함을 유지함으로써 무게중심점(center of mass)을 재위치로 조정하는 과정인 자세조절을 통하여 안정된 균형을 유지하게 한다. 이러한 조절들은 신체 움직임과 두 발 사이의 체중 이동을 조절하는 것이다(Robbins et al., 1997).

자세균형(postural balance)이란 신체의 중력중심(center of gravity, COG)을 지지면(base of support) 위에서 최소의 자세동요(postural sway)하에 유지시키는 능력을 말한다(Nichols et al., 1996; Shumway-Cook et al., 1986). 중력중심은 지지면에 수직으로 투사되는 신체안에서의 중력활동의 지점이다(Galley & Froster, 1985; Nichols et al., 1995). 자세균형을 유지시키는 능력은 인간이 생활을 영위해 나가거나 목적 있는 활동을 수행하는데 가장 기본이 되는 필수 요소이고, 자세 안정성을 지속적으로 유지해 가는 과정을 의미한다(Cohen et al., 1993). 이러한 균형의 유지는 전형적으로 족관절 전략(ankle strategy)과 고관절 전략(hip strategy)이 이용되어 이루어지는데, 특히 족관절 전략에는 고관절이나 슬관절의 최소한의 운동과 더불어 족관절에 대한 신체의 회전으로 인한 신체무게중심의 이동이 포함되어 있다(이한숙 등, 1996; Tropp et al., 1988). 균형의 중심은 발의 자세, 바닥의 상태와 시각의 상태에 따라 영향을 받으며, 특별히 눈을 감은 상태에서는 지지 기저면과 지지 표면의 움직임이 동반되어 균형의 중심이 깨진다(Nichols, 1995).

자세 동요는 이상적인 균형의 중심으로부터 움직여진 거리와 시간을 측정하는 것이다(Guskiewicz & Perrin, 1996). 자세동요의 측정은 힘판(force plate)을 이용하여 신체 압력 중심(center of pressure)의 변화를 측정함으로써 자세균형제어력을 정량화하고 정적균형

(static balance) 뿐 아니라 동적균형(dynamic balance)까지 측정하고 있으며, 힘판을 이용하여 바이오피드백을 통한 자세균형제어력도 훈련하고 있다(Goldie et al., 1989; Goldie et al., 1990; Hamman et al., 1992; Hocherman et al., 1984). 특히 족관절 손상이나 발의 구조로 인한 자세균형제어력을 측정하기 위해 힘판을 이용하여 자세 동요 지수를 측정하고 있다(Cornwall & Murrell, 1991). Godie 등(1994)은 족관절의 불안정성이 균형 훈련을 시행함으로써 자세동요와 함께 개선되었다고 보고하였고, Guskiewicz와 Perrin(1996)은 보조기를 착용한 후 대상자는 안정감을 느꼈으며, 자세동요가 감소하였다고 보고하였다. 그러나 Hertel 등(2001)은 족관절 염좌 후 보조기의 착용이 치료의 효과는 있을지 몰라도 자세동요와 관련되어 기능 개선의 과정에는 큰 도움이 되지 않는다고 보고하였으며, Percy와 Menz(2001)는 숙련된 운동선수에게 발 보조기를 착용시킨 후 외발서기 자세로 측정된 자세동요가 착용 전과 비교하여 유의한 차이가 없다고 하였다.

이와 같이 발 보조기의 착용으로 인한 자세동요의 개선 효과에 대한 논란의 여지가 있으므로 본 연구자는 발 보조기를 처방 받아 착용하는 환자를 대상으로 보조기 착용전과 착용후를 비교하여 발 보조기가 자세동요에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2003년 11월 3일부터 11월 26일까지 서울에 소재하는 B병원 재활의학과와 L재활의학과 의원에 내원한 환자들 중 의사로부터 발 보조기를 처방을 받아 한달 이상 발 보조기를 착용하고 있는 15명(남자 7명, 여자 8명)의 환자들을 대상으로 하였으며 신경외과적 질환, 정형외과적 장애, 시력손상이나 전정계질환으로 인한 균형장애로 균형훈련기(balance trainer) 위에서 외발서기 수행이 어려운 환자를 제외시켰다.

연구대상의 연령분포는 17세에서 59세로 평균 연령은 남자 33.9세, 여자 36.1세이었고, 평균 체중은 남자 68.14Kg, 여자 55.00Kg이었으며, 평균키는 남자 172.43cm, 여자 162.88cm이었다(표 1).

표 1 연구대상자의 일반적 특성

		값=평균 ± 표준편차		
		나이(세)	체중(Kg)	신장(cm)
남자	(n=7)	33.86 ± 12.86	68.14 ± 6.23	172.43 ± 2.30
여자	(n=8)	36.13 ± 13.34	55.00 ± 6.57	162.88 ± 2.42
합계	(N=15)	35.07 ± 12.70	61.13 ± 9.18	167.33 ± 5.43

자세동요 지수는 신경-정형 치료에 응용되어 균형 향상 목적으로 사용되어지고 있는 균형 훈련기(Posturomed, Germany)에 설치된 2개의 작은 초음파 마커(Ultrasonic marker)로부터 나오는 X축과 Y축으로 흔들리는 신호를 3D 동작 분석기인 CMS 10 Measuring System(zebris, Germany)을 통해 받아 소프트웨어인 Win posture(V0.12)로 측정하였다.

2. 연구 방법

각 대상자는 실험 전 성별, 연령, 키, 몸무게, 과거병력 등의 일반적 특성을 기록할 수 있는 질문지를 배부하여 직접 기록하도록 하고, 자세분석기(CMS-10)를 이용하여 외발서기의 좌우 자세동요지수를 각각 4회씩 측정하였다.

측정 전 환자들에게 균형 훈련기 위에서의 자세를 설명하고, 균형 훈련기 위에서 실험과 같은 동작으로 연습할 수 있는 기회를 1분 동안 제공하였다. 연습 후에는 2분 정도의 휴식을 취하고 각 검사 사이에는 1분의 휴식을 하도록 하여서 검사-재검사의 효과를 최소화하였다.

환자는 균형 훈련기 중앙에 표시된 십자가 위에 발을 위치하여 좌우를 교대로 외발서기를 하였다.

'준비'라는 구령에 눈을 3m 전방에 위치한 지름 15cm의 검정 점을 주시하면서 양손으로 안전손잡이를 잡은 채로 외발서기를 하였으며, 이 때 지지하지 않는 다리는 슬관절과 고관절을 살짝 구부리도록 하였고, 지지한 다리에 닿지 않도록 주의를 주었다(Hertel et al, 2001). 이는 예비실험에서 균형을 잡기 위해 지지하지 않는 다리를 지지한 다리에 닿게 함으로 자세동요지수가 좋게 나왔기 때문이다. 지지하지 않는 다리가 지지한 다리에 닿았을 경우에는 다시 측정을 하였다.

또한 '시작'이라는 구령에 양손을 서서히 대상자 가슴에 가져와 팔짱을 끼도록 하였고, 측정시점은 대상자가 팔짱을 낀 후부터로 하였으며, 측정은 왼쪽 다리부터 시작하여 시간은 10초씩, 횟수는 각각 4회씩 실시하였다. 좌우 측정이 끝난 후에는 1분간의 휴식시간을 가진 후 다시 측정하였다(그림 1).

자세동요지수는 4회 측정 한 값의 평균값으로 하였고, 그 단위는 mm이다.

휴지종결 입각각도의 측정은 Elveru 등(1988)에 의해 고안된 방법을 사용하여 거골하관절의 중립 위치에서 선을 그은 후 족저경 위에 대상자를 세워 각도기(goniometer)로 측정하였다.

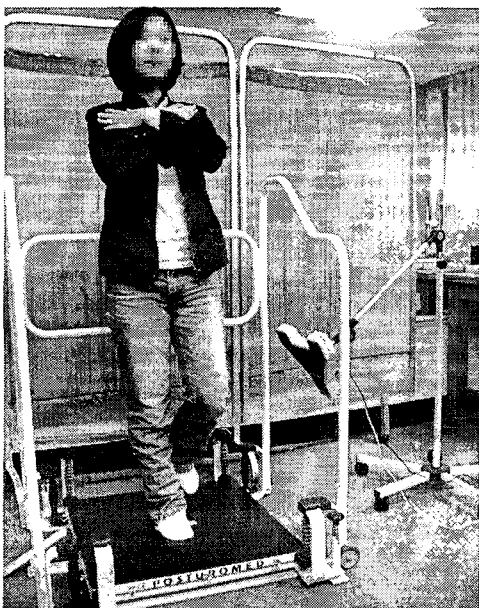


그림 1. 자세동요 측정자세

3. 분석 방법

본 연구의 모든 작업과 통계는 SPSS(v. 10)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하여 발 보조기 착용 전과 착용 후의 자세동요와 휴지종골 입각각도를 비교하기 위하여 짝 비교 (paired t-test)를 실시하였고, 대상자 내 휴지종골 입각각도와 대상자 내 자세동요의 상관을 알아보기 위하여 교차분석을 실시하였으며, 자료의 유의수준은 $p < 0.5$ 로 하였다.

III. 결과

1. 발 보조기 착용 전과 착용 후의 자세동요

왼발 외발서기시 발 보조기를 착용하기 전 자세동요는 평균 37.00mm이었고, 보조기를 착용한 후의 자세동요는 평균 24.83mm로 유의한 차이($p < 0.001$)가 있었고, 오른발 외발서기시 발 보조기를 착용하기 전 자세동요는 평균 30.30mm와 보조기를 착용한 후의 자세동요는 17.60mm로 99.9% 유의수준에서 유의한 차이가 있었다.

표 2 발 보조기 착용 전과 착용 후의 자세동요의 비교

	(단위 : mm)			
	발 보조기 착용 전 (평균±표준편차)	발 보조기 착용 후 (평균±표준편차)	착용 전 - 착용 후 (평균±표준편차)	t value
왼발 자세동요지수	37.00 ± 40.61	24.83 ± 41.46	12.17 ± 9.64	4.888***
오른발 자세동요지수	30.30 ± 23.91	17.60 ± 15.47	12.70 ± 10.72	4.589***

*** $p < 0.001$

2. 대상자 내 휴지종골 입각각도 대상자 내 자세동요의 상관

휴지종골 입각각도와 자세동요 지수를 표 3과 같이 분류하여 대상자 내 휴지종골 입각각도와 대상자 내 자세동요 지수와의 상관을 알아보기 위해 교차분석을 실시한 결과, 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수는 유의한 차이가 있었다($\chi^2 = 43.758, p < 0.001$).

표 3. 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수 분류의 차이

	대상자 내 자세동요 ^{b)}		합계	χ^2
	좋다	나쁘다		
대상자 내 휴지종골 입각각도 ^{a)} (N=15)				
같다	2	2	4	26.000***
좋다	13	0	13	
나쁘다	0	13	13	

주: a) 같다: 좌우 RCSP가 같다.

좋다: RCSP의 절대값이 작은 쪽

나쁘다: RCSP의 절대값이 큰 쪽

b) 좋다: 자세동요 지수가 작은 쪽

나쁘다: 자세동요 지수가 큰 쪽

*** $p < 0.001$

3. 발 보조기 착용 전과 착용 후의 휴지종골 입각각도

외발 서기시 발 보조기 착용전의 휴지종골 입각각도 평균은 3.53도이고, 발 보조기 착용 후의 휴지종골 입각각도 평균은 2.07도로 유의한 차이를 보였으며($t=6.813, p<0.001$), 오른발 서기에도 발 보조기 착용 전의 휴지종골 입각각도 평균이 3.53도, 발 보조기 착용 후의 휴지종골 입각각도 평균이 1.60도로 유의한 차이를 나타냈다($t=10.640, p<0.001$).

표 4 발 보조기 착용전과 착용후의 휴지종골 입각각도의 비교

(단위 : 도)

	발 보조기 착용전 (평균±표준편차)	발 보조기 착용후 (평균±표준편차)	착용전 - 착용후 (평균±표준편차)	t value
왼발 휴지종골 입각각도	3.53 ± 3.00	2.07 ± 2.69	1.47 ± 0.83	6.813***
오른발 휴지종골 입각각도	3.53 ± 2.10	1.60 ± 1.59	1.93 ± 0.70	10.640***

*** $p<0.001$

IV. 고찰

보행에 있어 움직임에 대한 하지의 동작은 발, 경골, 대퇴골 사이에 복잡한 상관관계를 가지며 양하지는 골반과 연결되어 있으며 체간의 자세나 동작에 따라 영향을 받는다(Knutzen & Price, 1994). 이러한 발의 손상 후 균형능력을 측정함으로써 개선여부를 확인 할 수 있을 뿐 아니라 치료의 목적과 병행이 가능하다(Goldie et al., 1994).

따라서 본 연구는 여러 가지 발의 분류 방법 중 가장 임상에서 적은 비용으로 쉽게 측정이 가능한 휴지종골 입각각도를 측정하였다(Dahle et al., 1991; Root et al., 1977). 발보조기가 자세동요에 미치는 효과를 알아보기 위하여 발 보조기를 처방 받아 착용하는 환자를 대상으로 보조기 착용전과 착용후를 비교하였다.

균형은 생체역학적 요소, 감각요소, 근육요소 외에 근긴장도, 청력, 두려움과 같은 생리학적 요인 및 신발, 바닥, 옷과 같은 환경적인 요인들에 의해서도 영향을 받는다(김은주, 1999). 균형기립 자세 균형을 방해하는 위험요인으로 외인과 내인이 있다. 약물투여나 어두운 조명이나 지지기저면의 변화와 같은 환경적 요인을 들 수 있다. 연령에 따른 감각계 민감성의 둔화 뿐 아니라 신경계, 근골격계와 심혈관계 요인이 내인에 속한다(Duncan et al., 1990).

이에 본 연구자는 실험에 들어가기 전에 균형에 영향을 줄 수 있는 환경적인 요인, 심리학적 요인과 생리학적인 요인을 최소화하기 위하여 노력하였고, 균형 수행에 필요한 조건들을 대상자가 정확히 이해할 수 있도록 충분한 설명을 해 주었으며, 연습을 하도록 한 후 시행하였다. 또한 예비실험 결과 심리적인 요인이 균형능력에 많은 영향을 주는 것을 알게 되어, 본 연구에서는 자세동요 측정 후 휴지종골 입각각도를 측정하였으며, 대상자에게 balance trainer에 대한 원리를 자세히 설명하여 심리적 요인을 최소화하였다.

체중지지 자세로 측정되는 휴지종골 입각각도는 비교적 좋은 신뢰도를 갖으며(Sell et al., 1994; Smith-Oricchio & Harris, 1990; Stacpoole-Shea et al., 1997), 신뢰성에 대한 이견이 있지만, 검사자 내 반복검사가 통계적으로 의미가 있다고 하였다(Menz & Keenan, 1997). 따라서, 본 연구에서도 측정의 신뢰도를 높이기 위하여 한 사람이 휴지종골 입각각도를 반복 측정하였으며, 예비실험에서 반복 측정된 값을 이용하여 Cronbach α 값을 구한 결과, 측정자 내 신뢰도는 왼발과 오른발의 휴지종골 입각각도에서 모두 0.95($p<0.01$)로 높은 신

리를 보였다. 이에 본 실험에서도 본 연구자가 모든 대상자를 측정하였다.

대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수 분류(표 3)를 비교한 결과 유의한 결과를 얻었다($p < 0.001$). 이러한 결과로 대상자 내 휴지종골 입각각도의 크기가 작은 쪽 하지의 자세동요도 작았다는 결론을 얻을 수 있었다.

보조기 치료는 비정상적인 발의 각을 정상적인 각으로 만드는 것인데, 즉 휴지종골 입각각도의 크기가 큰 발을 휴지종골 입각각도의 크기가 작은 발로 만드는 것이다. 족관절 염좌 후 보조기 착용으로 인하여 자세동요 지수의 크기가 감소하였다는 기존 연구의 결과(Godie et al., 1994; Guskiewicz & Perrin, 1996)는 본 연구의 결과와 일치하였다.

발 보조기를 처방 받은 환자들에게 있어서 발 보조기를 착용한 후 자세동요 지수의 감소가 유의하게 나타났다($p < 0.001$). 자세동요지수는 발 보조기 착용 전과 비교하여 착용한 후 왼발 기립시 평균 12.17mm, 오른발 기립시 평균 12.70mm로 각각 줄어들었다.

정상 성인에서 보조기 착용으로 인하여 자세동요 지수의 크기의 개선이 없었다는 연구(Percy & Menz, 2001)는 휴지종골 입각각도의 정상화 후 오히려 자세동요 지수가 커짐을 의미하는데, 이러한 결과는 예비실험에서 본 연구자가 휴지종골 입각각도의 정상화를 위하여 연 보조기(soft orthotic)를 사용하여 확인한 결과와 같았으며 본 연구와는 다른 결과를 보였다. 우리의 몸은 끊임없는 적응을 하여 균형을 잡아가는데, 위와 같은 결과는 갑자기 바뀐 몸의 위치에 적응하지 못하여 자세동요가 오히려 크게 나타난 것으로 생각되며 본 연구에서는 한달이상의 기간이 지나 적응이 된 상태이므로 자세동요가 감소된 것으로 생각된다.

V. 결론

의사로부터 발 보조기를 처방을 받아 한달 이상 발 보조기를 착용하고 있는 15명(남자 7명, 여자 8명)의 환자들을 대상으로 보조기의 착용전과 착용후의 자세동요지수와 휴지종골 입각각도를 측정하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 발보조기 착용전과 착용후에 자세동요에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).
2. 대상자 내 휴지종골 입각각도 분류에 따른 대상자 내 자세동요 지수 분류는 유의한 차이가 있었으며, 대상자 내 휴지종골 입각각도가 작은 쪽이 대상자 내 자세동요 지수도 작아 통계적으로 유의하였다($p < 0.001$).
3. 발보조기 착용전과 착용후에 휴지종골입각각도에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).

발보조기를 처방받은 환자에 있어서 발보조기는 구조적 지지를 제공하여 자세를 조절하므로 자세동요를 감소시키는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 이한숙, 최홍식, 권오윤.(1996) 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지, 3(3):82-91.
- 이승원.(2004) 정상 성인 휴지종결 입각각도와 자세동요와의 관련성 연구. 삼육대학교 대학원, 석사학위논문
- Clement D.B., Taunton J.E., Smart G.W., McNicol K.I.(1981) A survey of over use running injuries. *The Physician and Sportsmedicine*, 9(5):47-58.
- Cohen H., Blatchly C.A., Gombash L.L.(1993) A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther*, 73:346-354.
- Cornwall M.W., Murrell P.M.(1991) Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Pod Med Assoc*, 81:243-247.
- Donatelli R.(1987) Abnormal biomechanics of the foot and ankle. *J Ortho Sports Phys Ther*, 9:11-16.
- Eng J.J., Pierrynowski M.R.(1993) Effect of temporary foot orthotics on the kinematics of the knee joint. *Physiotherapy*, 41:5.
- Eng J.J., Pierrynowski M.R.(1993) Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther*, 73:62-70.
- Enggold J.F.(1981) Orthotics in the prevention of runners' overuse injuries. *The Physician and Sportsmedicine*, 9(3):125-131.
- Galley P.M., Forster A.L.(1985) Human movement : Churchill Livingstone.
- Goldie P.A., Bach T.M., Evans O.M.(1989) Force platform measures for evaluating postural control : Reliability and validity. *Arch Phys Med Rehabil*, 70:510-517.
- Goldie P.A., Evans O.M., Bach T.M.(1994) Postural control following inversion injuries of the ankle. *Arch Phys Med Rehabil*, 75:969-975.
- Goldie P.A., Matyas T.A., Spencer K.I., McGinley R.B.(1990) Postural control in standing following stroke: Test-retest reliability of some quantitative clinical tests. *Phys Ther*, 70:234-243.
- Guskiewicz K.M., Perrin D.H.(1996) Effect of orthotics on postural sway following inversion ankle sprain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23:326 -331.
- Guskiewicz K.M., Perrin D.H.(1996) Effect of orthotics on postural sway following inversion ankle sprain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23:326 -331.
- Hamman R.G., Mekjavic I., Mllison A.I., Longride N.S.L.(1992) Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch Phys Med Rehabil*. 73:738-744.

- Henneford D.R.(1986) Soft orthoses for athletes. *J Am Podiatr Med Assoc*, 76:566.
- Hertel J., Denegar C.R., Buckley W.E., Sharkey N.A., Stokes W.L.(2001) Effect of rearfoot orthotics on postural sway after lateral ankle sprain. *Arch Phys Med Rehabil*, 82:1000-1003.
- Hocherman S., Dickstein R., Pillar T.(1984) Platform training and postural stability in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil*, 65:588-592.
- James S.L., Bates B.T., Osternig L.R.(1978) Injuries to runners. *Am J Sports Med*, 6:40-50.
- Johanson M.A., Donatelli R., Wooden M.J., Andrew P.D.(1994) Effects of three different posting methods on controlling abnormal subtalar pronation. *Phys Ther*, 74:149-157
- Magee D.J.(1997) Orthopedic Physical Assessment. 3rd ed, Philadelphia, WB Saunders Co.
- Moraros J., Hodge W.(1993) Orthotic survey of preliminary results. *J Am Pod Med Assoc*, 83:139
- Nichols D.S., Glenn T.M., Mutchinson K.J.(1995) Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther*, 75:699-706.
- Nichols D.S., Glenn T.M., Mutchinson K.J.(1995) Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther*, 75:699-706.
- Robbins S.E., Waked E.G., Allard P.(1997) Aging in relation to optimization of footwear in older men. *J Am Geriatr Soc*, 45:61-67.
- Percy M.L., Menz H.B.(2001) Effects of prefabricated foot orthoses and soft insoles on postural stability in professional soccer players. *J Am Podiatr Med Assoc*, 91(4):194-202.
- Saltzman C.L., Nawoczenski D.A.(1995) Complexities of Foot Architecture as a Base of Support. *J Ortho Sports Phys Ther*, 21(6):354-360.
- Shumway-Cook A., Anson D., Haller S.(1998) Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 69:395-400.
- Tropp H., Odenrick P.(1988) Postural control in single-limb stance. *J Orthop Res*, 6:833-839.