

발목관절 가동술이 목과 어깨의 자세에 미치는 영향

대구 대학교 대학원 재활과학과 스포츠정형물리치료전공

형 인 혁 · 안 목 · 김 형 수

고신대학교 의학대학원 미생물전공

김 은 영

시드니 대학교 물리치료학과

이 해 정

대구대학교 물리치료학과

배 성 수

The Effect of Ankle Mobilization on Neck and Shoulder Position

Hyoung, In-Hyok, P.T., M.S · Ahn, Mock, P.T., M.S

Kim, Hyoung-Soo, P.T., M.S.

Department of sport orthopedic physical therapy, Graduate school of Rehabilitation science, Daegu University.

Kim, Eun-Young, P.T., M.S.

Department of Ko-sin medical College Graduate school

Lee, Hae-Jung, P.T., Ph.D.

Department of physical therapy ,University of Sydney

Bae, Sung-Soo, P.T., Ph.D.

Department of physical therapy, College of Rehabilitation science, Daegu University.

<Abstracts>

The purpose of the study was to investigate the effectiveness of ankle mobilization on neck and shoulder position. One hundred volunteers, aged between 18 and 26 years (mean age 22), were recruited and each subject was divided into four mobilization groups by their body type, which is based on the concept from 'general coordinative manipulation' and a control group. Ankle mobilization was applied based on their body type and no mobilization was applied on those of the control group. The positions of shoulders and neck were measured in comfortable standing posture. All measurements were taken before and after ankle mobilization from each subject in mobilization groups and those of control group was measured twice between ten minutes by a different tester on three different occasions. Twenty subjects were in each group basis of their body type and a control. In the position of neck and shoulder, all subjects regardless group showed significantly changed their neck

I. 서론

자세는 인체 여러 부위의 배열 (arrangement)과 관련이 있는 것으로 주어진 운동에서 일어나는 신체 모든 관절들의 위치의 합성으로 배치에 따라 특정 근육의 작용이나 각 관절에 걸리는 부하에 따라 달라져 근골격계에 영향을 미치기 때문에 자세관리는 물리치료영역에서 필수적 사항이라 할 수 있다 (문상은, 2004). 각 관절의 자세는 다른 관절의 자세에도 영향을 미치며 정확한 자세는 각 관절에 최소한의 긴장이 가해져야하며 자세가 올바르면 자세를 유지하는데 최소한의 근육활동이 필요하다 (대한정형물리치료학회역, 1998).

균형은 최소한의 흔들림으로 지지기지면 내에서의 신체의 중력 중심을 유지하는 능력 (Nichols 등, 1996)이며 일상생활의 모든 동작 수행에 주요한 영향을 주며 신체를 평형상태로 유지시킨다 (Cohen 등, 1993 ; Schlmann 등, 1987). 균형은 똑바로 선자세의 목적을 달성하기 위한 인식과 감각정보의 구조화 그리고 운동계획과 수행을 포함하는 복잡한 과정으로 주어진 감각환경에서 체중지지기반 (base of support)위로 무게중심을 조절하는 능력이다 (Allison, 1995).

자세균형을 유지하기 위하여 전정계, 시각계, 체성감각요소들이 고려되어야 하고 (Riemann, 2002) 자세 및 균형조절은 시각계, 전정계, 체성감각계로부터의 통합된 정보에 의해서 이루어진다 (Wu 와 Chiang, 1996).

체성감각계는 족저 피부 기계수용기 (planter cutaneous Mechanoreceptor), 관절수용기, 근육수용기를 통하여 고유수용성 정보와 운동감각을 제공하며 (배성수 등, 2003 ; Kandel 등, 2000) 중추신경계는 정적, 동적인 균형조절과 일반적인 움직임에 의해 의식, 무의식적으로 하지 근육과 피부수용기로부터의 감각유입에 의존하여 자세와 보행을 위한 효과적인 운동패턴을 만들어낸다 (Nurse 와 Nigg, 2001).

안정된 기립자세를 유지하는데 체성감각이 주요한 역할을 하며 (Anacker 와 Difabio, 1992 ; Lord 등, 1991) 건강한 성인이 균형을 조절하는데 주로 택하는 감각입력은 지지면과 접촉한 체성감각정보이다 (Shumway-cook 과 Horack, 1986). 발목관절 주변 인대나 관절낭 등에 위치하고 있는 관절 수용기로부터의 정보가 부족할 때 자세조절에 영향을 줄 수 있고 (Riemann, 2002 ; Freeman 등, 1965) 특별히 만성발목관절 불안정성의 특성을 가진 사람들에게 적용 될 수 있다 (Riemann, 2002 ; Lentell 등, 1995).

족관절 주위 인대의 약화와 관절가동범위의 제한은 기립위에서 불균형을 수정하기 위해 고관절과 체간으로 더 큰 보상작용을 일으키며 (권혁철 등, 1999 ; Horak, 1987) 한쪽 발의 변형은 족관절, 슬관절, 고관절의 높이가 지면으로부터 서로 달라져 균형이 깨어지게 되며, 균형이 깨어지게 되면 골반 양쪽 장골 능의 높이도 달라져 요추는 장골능이 높은 쪽으로 굴곡 되게 되고, 흉추는 반대편으로 굴곡 되게 한다 (배성수 등, 2000).

발과 발목관절은 복합적으로 서로 하지에서 연관되어 있어서 발과 발목관절만으로는 기능 이상은 거의 일어나지 않으며 한 곳에 이상이 있으면 근위에서 원위, 또는 양쪽 모두에 영향을 준다 (배성수 등, 2002).

척추의 변형이나 이상은 그 정도에 따라서 족부의 유형이나 패턴에 영향을 미칠 수 있으며, 척추의 측만부위나 반곡방향에 따라 체중부하를 받는 족부의 변형을 어느 정도 예측할 수 있으며 역설적으로 족부의 문제로 인하여 척추의 변형을 초래할 수 있는가 하면, 척추의 변형으로 인하여 해당족부의 피질, 근질, 경질 및 내장기에 영향을 줄 수 있다 (최현임, 2001).

발과 발목관절에 있는 거골 하 관절은 거골과 종골 사이에 전, 중, 후면이 분리된 관절면으로서 삼면운동이 단일 축으로 일어나며 회내와 회외를 형성하고 (Hamill 과 Knutzen, 1995) 비체중 부하 시 거골 하 관절이 회외 방향으로 움직일 때 발은 거골 주위에서 종골의 내반, 족저 굴곡, 내전되며 (Lattanza 등, 1988) 거골 하 관절이 회내로 움직일때 종골은 외전, 외반, 배측 굴곡 된다 (Wright 등, 1964).

거골 하 관절 운동에서 체중이 부과될 때 종골의 회외, 회내 운동은 거골이 반대로 일어나며 체중 지지 하에서 거골 하 관절의 회외 자세는 종골의 움직임이 수평면에서 일어나고, 거골의 움직임은 수평면과 시상면 에서 일어난다 (이상용 등, 2002).

체중을 지지하고 있는 발목관절의 변화에 따라서 거골 하 관절과 거골은 반대방향으로 움직이게 되고 또한 이러한 연쇄작용은 하지에 영향을 미치게 된다. 예를 들면 발의 과도한 회내는 하지의 다양한 근 골격 장애의 원인과 관련이 있으며 증가된 회내는 경골과 대퇴골의 과도한 내회전을 만들고 골반과 무릎에 회전 스트레스를 증가시킨다 (배성수 외 2002 ; Blake 와 Denton, 1985 ; Donatelli 등, 1988 ; Tiberio, 1987).

자세와 균형 조절을 평가하는 첫 단계는 근골격계를 평가하는 것이며(Horak, 1987) 자세 불안정을 호소하는 환자에게서 특별히 강조해야 할 점은 발, 발목관절 그리고 하지의 근골격계 기능에 중점을 두어야 한다(Shumway-cook & Horack, 1990).

발의 형태학적 변화는 보행은 물론 자세의 변화에도 많은 영향을 미치게 되며, 신발의 뒷굽이 높은 구두는 두관절 근육인 비복근을 단축시켜 지지능력을 감소시키고, 이에 관한 연쇄작용은 슬관절, 고관절의 굴곡과 함께 요추를 신전시키므로 요추부의 전만을 더욱 증가시킨다 (문상은, 2004). 전신관절가동에 연관된 근육 및 관절연쇄 (Muscle and joint Kinematic chain system)에 따라서 (Norkin and Levangie,1992) 근골격계는 전체적인 개념에서 서로 연결되어 있고 원위관절이 근위관절을 조절 할 수 있고 근위관절이 원위관절을 조절 할 수 있으며 사지가 척추를 척추가 사지를 조절 할 수 있다고 하였다 (문상은, 1998, 2004).

따라서 본 연구의 목적은 유기체적으로 연결되어 있는 근골격계의 관계를 확인하기 위하여 발목관절 모빌리제이션이 어깨와 목의 자세에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2003년과 2004년에 실시하였으며 본 연구의 취지를 알고 자원한 마산에 위치한 00대학 보건계열, 부산00대학 보건과학대학 대학생들 중에서 18세 이상인 남,녀 정상인을 실험대상으로 하였다.

실험군은 1, 2, 3, 4 체형 집단 각각 20명씩 전신조정술 (General Coodinative Manipulation)의 체형분류 (문상은, 1998)에 따라 나누고 대조군은 20명으로 하였다

전신조정술의 체형분류는 각자 고유의 운동 증감 패턴에 의한 것이며 그중에 가장 핵심이 되는 견갑골의 오구돌기 (coracoid process)와 장골의 전상장골극 (ASIS)의 기울기만으로 체형을 분류하였으며 왼쪽 견갑골과 왼쪽 장골이 전방경사 되면 1형, 오른쪽 견갑골과 오른쪽 장골이 전방경사 되면 2형, 왼쪽 견갑골과 오른쪽 장골이 전방경사 되면 3형, 오른쪽 견갑골과 왼쪽 장골이 전방경사 되면 4형이라 한다.

2. 실험도구와 측정

1) 실험도구

본 연구에서는 자세의 변화를 알아보기 위하여 측연선과 줄자를 사용하여 변화를 알아보았다.

2) 측정

신발을 벗은 상태에서 발뒤꿈치를 일직선상에 동일하게 맞춘 후 어깨 넓이 정도로 다리를 벌리고, 팔은 모두 체간에 나란히 늘어뜨린 자세를 취한다. 견봉과 귀볼 끝의 거리를 측정하여 양쪽 귀의 높낮이를 표시하고, 견봉의 높이를 바닥에서 부터 측정하여 양쪽 어깨의 높낮이를 표시하였다.

3. 실험절차

10일 간격으로 3회 실시하고 한번 실험 시 10분 간격으로 실험을 3회 실시하였으며 실험의 객관성을 높이기 위하여 실험자와 측정자는 다르게 하였다.

1) 실험과정

측정 후 양와위 자세를 취하여 양쪽 족관절의 ROM을 측정하여 ROM에 제한이 있는 쪽을 선택하여 거골을 촉진한다. 거골 촉지는 양쪽 복사뼈를 엄지와 시지로 잡은 후 밑으로 천천히 내려오면서 거골의 목 부분을 촉진한다. 반대편 손으로는 경골의 원위1/3지점을 잡은 후 경골과 거골의 관절부분을 견인 시켜 거골을 수평선상에서 내전, 시상면 상에서 족저굴곡의 방향으로 30초 정도 진동을 주면서 모빌리제이션을 실시하였다.

30초 정도의 모빌리제이션이 끝난 후 다시 측연선에 양쪽 뒤꿈치를 일직선상에 동일하게

고정하여 선 후 양팔을 나란히 늘어뜨리고 동일한 방법으로 측정하였다.

2) 실험적용

(1) 1형, 4형: 전신조정술의 체형특성에 따라 발목관절의 관절가동범위중 배측굴곡이 제한되는 오른쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시하였다.

(2) 2형, 3형 실험군: 전신조정술의 체형특성에 따라 발목관절의 관절가동범위중 배측굴곡이 제한되는 왼쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시하였다.

(3) 대조군: 모빌리제이션을 실시하지 않고 전, 후 측정하였다.

4. 전신조정술의 체형특성

1) 1체형특성

1체형 특성은 상대적으로 좌측 발이 크며 우측아킬레스건이 구축되며 좌측 족내반 및 발가락 굴곡근이 구축되며 좌측 슬부굴곡과 좌측 둔부선 상위, 좌측 전상장골극 하강 및 전방 돌출, 좌측 장골능 상위, 우측 체간부 제한, 좌측 늑골 우리 전방돌출, 우측흉쇄관절 상위 및 좌측 전방 돌출 및 골반의 좌측편위와 건부의 우측편위. 좌측요추부의 경미한 측만, 우측 흉추부 측만, 좌측 경추부 측만, 우측 두부 경사 및 좌측 두부회전을 보인다. (문상은, 1988, 2004).

2) 2체형특성

2체형의 특성은 상대적으로 우측발이 크며 좌측 아킬레스건이 구축되며 우측 족내반 및 발가락 굴곡근이 구축되며 우측 슬부 굴곡과 우측 둔부선 상위, 우측 전상장골극 하강 및 전방돌출, 우측 장골능 상위, 우측 배꼽성향, 좌측 체간부 외측굴 제한, 우측 늑골우리 전방 돌출 및 좌측 흉쇄관절 상위 및 우측 전방돌출 골반부의 우측편위 건부의 좌측편위 우측요추부의 경미한 측만, 좌측 흉추부 측만, 우측 경추부 측만 좌측 두부 경사 및 우측 두부회전을 보인다. (문상은, 1988, 2004).

3) 3체형특성

3체형 특성은 상대적으로 우측 발이 크며 좌측아킬레스건이 구축되며 우측 족내반 및 발가락 굴곡근이 구축되며 우측 슬부굴곡과 우측 둔부선 상위, 우측 전상장골극 하강 및 전방 돌출, 우측 장골능 상위,우측 배꼽성향, 우측 체간부 외측굴 제한, 좌측 늑골 우리 전방돌출, 우측흉쇄관절 상위 및 좌측 전방 돌출 및 골반의 우측편위와 건부의 좌측편위. 우측요추부의 경미한 측만, 우측 흉추부의 경미한 측만, 좌측 경추부 측만, 우측 두부 경사 및 좌측 두부회전을 보인다.(문상은, 1988, 2004).

4) 4체형특성

4체형 특성은 상대적으로 좌측 발이 크며 우측아킬레스건이 구축되며 좌측 족내반 및 발가락 굴곡근이 구축되며 좌측 슬부굴곡과 좌측 둔부선 상위, 좌측 전상장골극 하강 및 전방 돌출, 좌측 장골능 상위, 좌측 배꼽 편향, 좌측 체간부 외측굴 제한, 우측 늑골 우리 전방돌출, 좌측흉쇄관절 상위 및 우측 전방 돌출 및 골반의 좌측편위와 건부의 우측편위. 좌측요추부의 경미한 측만, 좌측 흉추부 경미한 측만, 우측 경추부 측만, 좌측 두부 경사 및 우측 두부회전을 보인다.(문상은, 1988, 2004).

5. 자료처리

얻어진 정보들을 본 연구에서 자세의 변화를 알기 위한 척도로 정하고 각 군마다 3회씩 반복 측정하여 그 값들을 통계자료로 사용하였다.

측정된 결과를 컴퓨터에 입력한 후 Psy program의 반복측정 ANOVA (Repeated measures ANOVA, 5×12 design)를 이용하여 통계처리 하였으며 유의수준은 .05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 남 31명 여 69명이었고 평균연령은 22.03±2.33세, 평균신장은 165.17±6.23cm, 평균체중은 57.86±8.62Kg이었다.

<Table 3-1> The mean (standard deviation) and p-values of subjects' demographic variables for each group

	1Group	2Group	3Group	4Group	Control group	P
Age(year)	22.15±2.13	22.95±2.27	22.20±2.55	22.25±2.69	20.80±1.64	.61
Height(cm)	166.30±7.44	166.65±4.86	166.40±7.12	162.22±5.59	164.30±5.11	.11
Weight(kg)	57.20±4.32	57.00±8.39	57.00±8.93	63.30±11.76	54.80±6.09	.02

2. 목의 자세변화 결과

1) 실험 전, 후 결과

실험군과 대조군을 나누지 않은 전체 실험 전, 후 결과는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 전신조정술의 체형특성에 따라 오른쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 1, 4형 실험

군과, 왼쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 2, 3형 실험군에서도 실험 전, 후 변화를 보였지만 통계학적으로 유의하지 않았다.

1형 실험군의 왼쪽 목의 기울기 상승, 오른쪽 하강된 자세에서 첫 번째 실험 후 왼쪽 하강, 오른쪽 상승된 자세 변화를 보였고 2회, 3회 실험 시까지 변화된 자세가 유지되고 있었다. 2형 실험군에서는 전신조정술의 체형 특성인 왼쪽 목의 기울기 하강, 오른쪽 목의 기울기 상승된 자세 특성과 맞지 않았다. 이와 같은 측정 결과는 두 가지로 해석 할 수 있는데 첫 번째는 체형진단의 부정확함을 들 수 있고 두 번째는 인체의 보상작용에 의한 결과로 볼 수 있다. 첫 번째 실험 후 왼쪽 목의 기울기 하강, 오른쪽 상승된 자세 변화를 보였지만 오른쪽과 왼쪽의 목의 기울기가 바뀌는 자세 변화는 나타나지 않았다. 3형 실험군에서는 왼쪽 목의 기울기 상승, 오른쪽 하강된 자세에서 첫 번째 실험 후 왼쪽 하강, 오른쪽 상승된 자세 변화를 보였고 2회, 3회 실험 시까지 변화된 자세가 유지되고 있었다. 4형 실험군에서는 전신조정술의 체형 특성인 왼쪽 목의 기울기 하강, 오른쪽 목의 기울기 상승된 자세 특성과 맞지 않았다. 이와 같은 측정 결과는 두 가지로 해석 할 수 있는데 첫 번째는 체형진단의 부정확함을 들 수 있고 두 번째는 인체의 보상작용에 의한 결과로 볼 수 있다. 첫 번째 실험 후 왼쪽 목의 기울기 하강, 오른쪽 상승된 자세 변화를 보였지만 오른쪽과 왼쪽의 목의 기울기가 바뀌는 자세 변화는 나타나지 않았다.

2) 1회 실험과 2회 실험 비교

실험군과 대조군을 나누지 않은 모든 군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

3) 1회 실험과 2회 실험 대조군과의 비교

전신조정술의 체형특성에 따라 왼쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 2, 3형 실험군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각 실험군과 대조군과의 변화량 비교에서도 각각의 실험군이 변화를 보였고 특히 1형 실험군에서 왼쪽 목의 기울기 하강하고 오른쪽 목의 기울기는 상승하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

4) 1회 실험과 3회 실험 비교

실험군과 대조군을 나누지 않은 모든 군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

5) 1회 실험과 3회 대조군과의 비교

실험군 전체의 4개 군과 대조군과의 비교에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 전신조정술의 체형특성에 따라 오른쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 1, 4형 실험군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각의 실험군과 대조군과의 비교에서도 변화를 보였고

특히 1형 실험군과 대조군과의 비교에서 왼쪽 목의 기울기는 하강하였고 오른쪽 목의 기울기는 상승하였고 4형 실험군과 대조군과의 비교에서는 왼쪽 목의 기울기는 상승하였고 오른쪽 목의 기울기는 하강하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

6) 2회 실험과 3회 실험 비교

실험군 전체의 4개 군과 대조군과의 비교 결과는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 전신조정술의 체형특성에 따라 왼쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 2, 3형 실험군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각의 실험군과 대조군과의 비교에서도 변화를 보였고 특히 2형 실험군에서 왼쪽 목의 기울기는 상승하였고 오른쪽 목의 기울기는 하강하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 대조군에서는 목의 기울기의 자세 변화가 나타나지 않았다.

7) 2회 실험과 3회 실험 대조군과의 비교

통계학적으로 유의한 변화가 없었다.

<Table 3-2> Results of the t-test for neck tilt on each occasion

		pre-test	post-test	t-value	p
		Mean±SD	Mean±SD		
Group1	LN1	15.67±1.81	15.85±1.77	-1.16	.25
	RN1	15.64±2.19	16.14±2.16	-4.90	<.01
	LN2	15.85±1.77	15.66±1.52	1.25	.22
	RN2	16.14±2.16	16.10±1.98	0.26	.79
	LN3	15.64±1.50	15.89±1.59	-2.46	.02
	RN3	16.10±1.98	16.12±2.02	-0.21	.83
Group2	LN1	17.19±2.43	16.82±1.97	1.44	.16
	RN1	16.20±2.49	16.26±2.64	-2.52	.80
	LN2	16.82±1.97	16.76±1.71	0.24	.80
	RN2	16.06±2.49	16.38±2.54	-2.42	.02
	LN3	16.76±1.71	16.74±2.21	0.09	.92
	RN3	16.38±2.54	16.10±2.56	2.14	.04
Group3	LN1	16.86±1.97	16.50±1.86	1.96	.06
	RN1	16.83±1.35	16.90±1.65	-0.45	.65
	LN2	16.55±1.86	16.56±1.64	-0.08	.93
	RN2	16.80±1.61	16.85±1.37	-0.37	.71
	LN3	16.56±1.64	16.85±1.52	-3.60	<.01
	RN3	16.87±1.39	16.33±1.55	3.17	<.01
Group4	LN1	16.00±1.80	16.06±1.90	-1.16	.25
	RN1	16.52±1.53	16.28±1.94	1.41	.17
	LN2	16.10±1.83	15.76±1.76	3.17	<.01
	RN2	16.50±1.64	16.24±2.14	1.04	.31
	LN3	15.72±1.81	15.56±2.28	1.21	.24
	RN3	16.56±1.68	15.98±1.63	6.36	<.01
Control group	LN1	15.91±1.12	15.57±1.05	2.37	.29
	RN1	16.47±1.00	16.23±.78	1.39	.17
	LN2	15.54±1.00	15.61±1.09	-0.41	.68
	RN2	16.47±.76	16.26±.80	-1.45	.16
	LN3	15.56±1.09	15.91±1.12	-2.66	.15
	RN3	16.51±.80	16.45±1.00	0.32	.75

LN1: left neck tilt LN2: left neck tilt LN3: left neck tilt

RN1: right neck tilt RN2: right neck tilt RN3: right neck tilt

3. 어깨의 자세 변화 결과

전신조정술의 체형특성에 따라 왼쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 2, 3형 실험군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각의 실험군과 대조군과의 비교에서는 각각의 실험군에서 변화를 보였고 특히 4형 실험군에서 왼쪽어깨가 상승 하였고 오른쪽 어깨는 하강하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

1) 실험 전, 후 비교

실험군과 대조군의 실험 전, 후 비교에서는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 1형 실험군에는 전신조정술의 체형 특성에 따라 왼쪽 어깨가 상승, 오른쪽 어깨가 하강하는 자세를 보여야 하는데 실험군에서는 왼쪽 어깨 하강, 오른쪽 어깨 상승된 자세를 보였다. 이와 같은 측정 결과는 두 가지로 해석 할 수 있는데 첫 번째는 체형진단의 부정확함을 들 수 있고 두 번째는 인체의 보상작용에 의한 결과로 볼 수 있다. 1회 실험 후 왼쪽 어깨 상승, 오른쪽 어깨 하강된 자세 변화를 보였고 2회, 3회 실험 시 까지 변화된 자세가 유지되고 있음을 보여 준다. 2형 실험군에는 왼쪽 어깨 하강, 오른쪽 어깨 상승된 자세에서 1회 실험 후 양쪽 모두가 상승된 자세 변화를 보였고 2회 실험 후에는 양쪽 모두 하강된 자세 변화를 보였고 3회 실험 후에는 양쪽 모두 상승된 자세 변화를 보였다. 3형 실험군에서는 왼쪽 어깨 상승, 오른쪽 어깨 하강된 자세에서 1회 실험 후 양쪽 모두 상승된 자세 변화를 보였고 2회 실험 후 왼쪽 어깨 하강, 오른쪽 어깨 상승된 자세 변화를 보였고 3회 실험 시 까지 유지됨을 보여 준다. 4형 실험군에서는 전신조정술의 체형 특성인 왼쪽 어깨의 하강, 오른쪽 어깨의 상승된 자세 특성과 맞지 않았다. 이와 같은 측정 결과는 두 가지로 해석 할 수 있는데 첫 번째는 체형진단의 부정확함을 들 수 있고 두 번째는 인체의 보상작용에 의한 결과로 볼 수 있다. 1회 실험 후 왼쪽 어깨 하강, 오른쪽 상승된 자세 변화를 보였지만 오른쪽과 왼쪽 어깨 높이가 바뀌는 자세 변화는 나타나지 않았다. 대조군에서는 어깨의 자세 변화는 나타나지 않았다.

2) 1회 실험과 2회 실험과의 비교

각각의 실험군에서 변화를 보였고 특히 4형 실험군에서 왼쪽어깨가 상승 하였고 오른쪽 어깨는 하강하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

3) 1회 실험과 2회 실험 대조군과의 비교

1회 실험과 2회 실험과의 비교에서는 실험군과 대조군의 모든 군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각의 실험군과 대조군과의 비교에서도 변화를 보였고 특히 4형 실험군에서 왼쪽어깨가 상승 하였고 오른쪽 어깨는 하강하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

4) 1회 실험과 3회 실험과의 비교

전신조정술의 체형분류에 따라 오른쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 1,4형 실험군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각의 실험군과의 비교에서도 변화를 보였고 특히 1형 실험군에서 왼쪽어깨가 하강 하였고 오른쪽 어깨는 상승하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

5) 1회 실험과 3회 실험 대조군과의 비교

통계학적으로 유의한 변화가 없었다.

6) 2회 실험과 3회 실험 비교

전신조정술의 체형분류에 따라 오른쪽 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 1,4형 실험군에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각의 실험군과의 비교에서도 변화를 보였고 특히 4형 실험군에서 왼쪽어깨가 상승 하였고 오른쪽 어깨는 하강하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

7) 2회 실험과 3회 실험 대조군과의 비교

실험군 4개군과 대조군과의 비교에서 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. 각각의 실험군과 대조군과의 비교에서 특히 4형 실험군에서 왼쪽어깨가 상승 하였고 오른쪽 어깨는 하강하는 통계학적으로 유의한 변화를 보였다.

<Table 3-3> Results of the t-test for shoulder height on each occasion

		pre-test	post-test	t-value	p
		Mean±SD	Mean±SD		
Group1	LS1	131.46±4.19	132.41±4.36	-1.87	.07
	RS1	132.78±4.41	132.20±4.10	3.40	<.01
	LS2	133.40±4.36	133.03±4.41	-5.69	<.01
	RS2	132.20±4.10	132.66±3.87	-5.75	<.01
	LS3	133.03±4.41	132.84±4.20	1.67	.11
	RS3	132.66±3.87	132.75±3.78	-1.06	.29
Group2	LS1	135.08±5.57	135.15±5.74	-0.39	.69
	RS1	135.19±5.87	135.43±6.10	-1.43	.16
	LS2	135.15±5.74	134.90±5.94	1.44	.16
	RS2	135.43±6.10	135.06±6.00	1.74	.09
	LS3	134.90±5.94	135.29±5.99	-3.19	<.01
	RS3	135.06±6.00	135.20±6.19	-0.81	.42
Group3	LS1	132.94±5.91	133.32±5.73	-2.13	.04
	RS1	132.86±5.80	133.34±5.81	-3.01	<.01
	LS2	133.13±5.55	133.01±6.01	0.87	.39
	RS2	133.24±5.71	133.25±5.90	-0.08	.93
	LS3	133.07±5.96	133.20±5.94	-0.68	.50
	RS3	133.18±5.84	133.23±5.91	-0.20	.83
Group4	LS1	137.04±1.42	136.34±6.69	2.47	.02
	RS1	135.68±5.81	135.80±5.92	-0.74	.46
	LS2	136.36±6.65	136.54±6.58	-1.43	.16
	RS2	135.70±6.00	135.92±5.95	-1.26	.22
	LS3	136.62±6.61	136.74±6.39	-1.05	.30
	RS3	135.22±6.03	135.68±6.19	2.97	<.01
Control group	LS1	130.99±4.27	131.16±4.39	-1.76	.09
	RS1	131.01±4.57	131.07±4.65	-0.41	.68
	LS2	131.19±4.38	131.00±4.41	1.64	.11
	RS2	131.07±4.68	130.92±4.61	0.98	.33
	LS3	131.00±4.41	130.95±4.29	0.54	.58
	RS3	130.94±4.71	130.58±4.84	1.08	.29

LS1: left shoulder height LS2: left shoulder height LS3: left shoulder height
RS1: right shoulder height RS2: right shoulder height
RS3: right shoulder height

IV. 고찰

족부는 기립 및 보행 시 지면에 접촉하는 유일한 신체부위로 정지 시에 전체 체중을 안정성 있게 지탱시켜주는 수동적 작용과 보행 시 전방으로 추진하는 능동적 작용을 하며 보행 운동에 적응하기 위해 횡족궁과 종족궁을 형성하고 있으며 횡족궁은 원위족근골이 만드는 아치가 기초이며, 종족궁은 다시 내측과 외측으로 나누어지는데 내측부는 외측보다 좀더 높으며 스프링 작용을 하고, 외측부는 주로 체중지지 역할을 한다 (문상은, 1996). 본 연구는 정지 시 체중지지와 보행 시 능동 작용을 하는 발목관절에 모빌리제이션을 실시하였을때 인체의 전체적인 자세변화 중에서 목과 어깨의 자세변화를 통한 관절사슬계의 상호작용에 대하여 알아보았다.

문상은 (2000)의 견갑골과 장골의 경사에 따른 족궁 및 발바닥의 형태 변화에 관한 연구에서, 견갑골과 장골의 경사유형에 따라 분리한 각 체형에서 1형체형의 경우(N=22) 좌우 발바닥 상호간의 종족 및 길이의 크기를 비교 분석한 결과 종족은 좌측18명, 횡족은 우측17에서 더 길게 나타, 났으며 내측 종족궁의 좌우 크기 분석결과 좌측 20명이 더 크게 나타났으며 좌우 족관절의 내반 징후 분석결과 좌측18명에서 크게 나타났으며 좌우 모족지의 굽기에 관한 상관성 분석결과 좌측14명에서 더 굽게 나타났다고 하였으며 2형 체형의 경우(N=15) 좌우 발바닥 상호간의 종족 및 길이의 크기를 비교 분석한 결과 종족은 우측11명, 횡족은 좌측13명에서 더 길게 나타났으며 내측 종족궁의 좌우 크기 분석결과 우측13명에서 더 크게 나타났고 좌우 족관절의 내반 징후 분석결과 우측 12명이 크게 나타났으며 좌우 모족지의 굽기에 관한 상관성 분석결과 우측 7명에서 더 굽게 나타났다고 하였다. 따라서 족부의 모족지의 굽기, 발바닥의 종·횡족 길이의 크기, 내측 종족궁의 크기, 족관절의 내, 외반 등의 특성들은 이상적인 해부학적 측면 자세의 정렬에 도움을 줄 수 있다고 하였다.

이와 같은 주장은 본 연구에서 각 체형별 신체특성에 따라 관절가동범위가 제한되는 발목관절에 모빌리제이션을 실시한 결과 1형 실험군의 1회 실험에서 목의 기울기가 실험 전 왼쪽 상승, 오른쪽 하강된 자세에서 실험 후 왼쪽 하강, 오른쪽 상승되어서 해부학적 측면자세의 정렬에 도움을 준 것과 일치하며, 어깨의 높이 역시 1형 실험군의 3회 실험에서 실험 전 왼쪽어깨의 높이가 상승, 오른쪽 어깨의 높이가 상승된 자세에서 실험 후 왼쪽어깨의 높이가 하강, 오른쪽 어깨의 높이가 상승되어서 해부학적 측면자세의 정렬에 도움을 준 것과 일치한다.

Freeman 등(1965)은 발목손상이 인체 자세조절에 치명적인 영향을 미친다고 처음으로 주장하였으며 이러한 주장은 사지를 포함하거나 혹은 포함하지 않는 한 다리서기 검사에서 환자의 수행능력과 관찰 등에 자주 사용되었고 결과적으로 발목손상을 입은 환자들의 신속한 훈련전후를 비교한 보고서의 결과들에서 균형운동의 관리가 자세불량과 주관적인 증상들을 모두 감소시킨다고 하였다. 이러한 생각들은 더 진행되어서 자세 안정성과 발목손상과의 연결고리를 더욱 객관적인 도구로서의 접근을 가능하게 했고 Tropp 등(1985)은 특별히 눈을 뜬 상태에서 압력판을 통한 한 다리 서기 동작을 압력중심의 변화로 기록한 보고서에서 자

세 안정성과 발목과의 연결고리에 대하여 주장하였다. 이와 같은 주장은 발목관절이 인체의 자세조절에 영향을 미친다는 본 연구의 주장과 동일하나 본 연구는 관절사슬계의 척추와 사지로서의 접근이며 Freeman등(1965)의 접근은 운동수행능력을 통한 자세조절과 균형운동의 관점으로의 접근으로 상이하다고 할 수 있다.

Lentell 등(1990)은 발목손상을 당한 사람과 건강한 사람과의 눈을 뜬 상태에서의 한쪽 발서기의 안정성 실험을 통하여 발목 손상을 당한 사람의 45%에서 대칭적인 균형유지가 가능했고 55%에서 사지를 포함한 균형유지에서 결함을 나타내었다고 보고하였으며 ForKin 등(1996)은 체조선수들(N=11)에게 동일한 실험을 통하여 63%가 기능적 발목 불안정성을 나타내었다고 하였다. Tropp 과 Odenrick (1988)는 기능적 발목 불안정성을 가진 15명과 건강한 사람 15명을 대상으로 눈을 뜬 상태에서 한 다리서기의 실험을 통하여 발목관절과 고관절의 연결고리를 알아보려고 하는 실험에서 대조군에서 압력중심이 바뀌었고 고관절과 연결고리가 있다고 주장하였다. 본 연구의 1형 실험군의 3회 실험에서 어깨의 자세가 실험 전 왼쪽 어깨 상승, 오른쪽 어깨 하강에서 실험 후 왼쪽 어깨 하강, 오른쪽 어깨 상승 변화된 자세를 보이고 있다. 이와 같은 결과는 Tropp 과 Odenrick (1988)가 주장한 발목관절과 고관절과의 연결고리를 포함하여 전체적인 유기체로서의 인체의 연결고리를 보여준다고 할 수 있다. 따라서 발목관절은 균형을 유지하는데 필요한 역할을 하며 불안정성이 있는 환자들의 불안정성은 정적 (역학적)이나 동적 (근골격계)의 균형의 정도를 바꾸며 이것은 발목관절이 원위에 위치하여 전체적인 보상작용으로 적용되기 때문이다 (Riemann, 2002).

Nurse 와 Nigg (2001)는 발의 감각의 변화가 족저압과 하지의 근육활동에서 미치는 영향에 관한 연구에서 후족부에 감각감소의 압력중심이 유의하게 전족부로 이동하고 전경골근의 활동이 감소하고, 내측 비복근의 활동이 증가하였으며 전 족부 감각 감소 시 압력 중심은 유의하게 후족부로 이동하고 배측비복근의 활동이 감소하고, 슬괵근의 활동은 증가하였다고 하였다 (공희경 등, 2003). 또한 족저면의 감각변화에 대해서 폼 (form)을 가지고 실험한 연구결과에서 하지 근 활동의 변화가 정렬에 영향을 주어 요추 전만도를 변화시킨다고 하였다 (공희경 등, 2003). 이와 같은 주장은 척추의 전, 후 변화에 대한 관점이고 본 연구는 목의 좌, 우 기울기의 변화 즉 경추의 측만에 관한 관점으로 1형 실험군의 1회 실험에서 실험전 왼쪽 목의 기울기 상승, 오른쪽 하강된 자세에서 실험 후 왼쪽 목의 기울기 하강, 오른쪽 상승된 자세변화를 보이고 있으므로 발목관절 모빌리제이션이 경추의 좌, 우 측만을 변화시킨다고 생각된다.

Cordo 와 Nasher (1982)는 자세유지근이 처음 지지하는 형태에 따라 즉각적인 반응을 보인다라고 주장하고 있으며 예를 들어 체중을 지지하고 있는 하지의 근육들이 상지근육들을 안정되게 잡아서 안정성을 유지한다고 라고 말하고 있다. 본 연구에서도 30초간의 하지의 발목관절 모빌리제이션후 상지의 목과 어깨의 자세가 즉각적인 반응을 보이고 있는 것은 Cordo 와 Nasher (1982)의 주장과 동일하다.

Hoppenfeld등(1991)은 특발성 측만증에 대한 발바닥 체중부하 패턴 연구에서 요추에 상대적으로 영향을 받지 않는 환자들은 정상적인 시상면의 체중부하 패턴을 보인 반면 최현임

(2001)은 요추 만곡과 양측 만곡을 가진 환자들은 체중부하 패턴에서 이상상태 (비정상)를 보여준다고 보고하였다.

최현임 (2001)은 척추측만증과 족부의 관련성 연구에서 척추 변형이 족부의 특징부위 혹은 족부 전체와 어떤 형태로든 관련성을 가지며, 역으로 족부의 병변이 척추변형과도 어떤 형태로든 관련성을 가지며 또한 척추 변형의 한 형태인 척추 측만증의 경우도 이와 같은 맥락에서 족부와 관련성을 가지는 것으로 해석하였다. 본 연구에서도 발목관절의 모빌리제이션을 통한 목의 좌, 우 기울기의 변화가 보이며 이와같은 변화는 발목관절이 경추에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있으며 최현임 (2001)의 주장과 동일하다.

Paul(2001)은 몸의 결합조직은 구조적인 면 뿐만 아니라 기능적인 면에서 하나의 단위라고 주장하였고 Howell (1990)도 근막 연속성은 임상적으로 진단과 치료로 이용 된다고 하였으며 무릎 손상이 오래되면 두통을 유발한다고 하였다. Paul (2001)은 무릎은 슬괵근이 좌골에 부착함으로써 연결되며 이것은 천결절인대로 연결되어 천골과 연결되며 상부 경추로부터 천골까지 경막이 부착되어 있는데 이것과 대후두공이 슬괵근의 당겨짐에 의해 비틀어진다면 sutherland falcrum도 비틀어진다고 하였다. 이와 같은 연구는 몸의 결합조직의 관점에서의 접근이며 본 연구는 관절의 모빌리제이션을 통한 전체적인 관절연쇄의 관점이므로 인체를 하나의 연결된 유기체로서 본다는 관점은 일치한다.

Wu 와 Chiang (1996)과 Dickstein등 (2001)등은 자세변화를 압력중심(center of pressure)의 동요와 이동 등으로 평가 하였고 Chiang 과 Wu (1997)는 족저압, 족관절 회전, 비복근과 전경골근의 활동으로 평가 하였고 공희경 (2003)등은 경도에 따른 변화된 감각 피드백에 의한 요추 전만도로 측정하였다. 본 연구에서는 발목관절 모빌리제이션을 통한 자세의 변화를 양쪽 어깨의 높낮이 변화와 목의 양측 기울기를 통하여 알아보았으며 인체는 전체적인 유기체로서 서로 연결되어 있어서 발목관절 모빌리제이션을 통한 자극은 상지의 자세에 영향을 미쳐서 어깨의 좌, 우 높낮이 변화에 영향을 줄 수 있고 또한 발목관절 모빌리제이션을 통한 자극은 경추의 자세에 영향을 미쳐서 목의 좌, 우 기울기의 변화에 영향을 줄 수 있다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 발목관절 모빌리제이션을 통한 목과 어깨의 자세변화를 측정하기 위해 실험대상 100명 중 전신조정술(General Coordinative Manipulation)의 체형분류에 따라 실험군 80명을 각각 20명씩 1, 2, 3, 4형으로 나누어서 발목관절 모빌리제이션 전, 후의 목과 어깨의 변화를 측정하였고 대조군 20명은 발목관절 모빌리제이션을 실시하지 않고 측정 하였으며, 실험 진행은 10분 간격을 두고 측정하였으며 10일 간격으로 3회 측정 하였다.

전신조정술의 체형분류중 견갑골의 기울기를 오혜돌기(coracoid process)의 기울기로 측정하고 장골의 기울기를 전상장골극(ASIS)의 기울기로 진단하였고 진단에 사용되는 다른 관절의 증감패턴이나 근육의 작용들은 배제 시켰고 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 목의 기울기 자세변화는 1형 실험군에서 왼쪽 목의 기울기 상승, 오른쪽 하강된 자

세에서 1회 실험 후 왼쪽 하강, 오른쪽 상승된 자세 변화를 보였고 2회, 3회 실험 시까지 변화된 자세가 유지되고 있었다. 3형 실험군에서는 왼쪽목의 기울기 상승, 오른쪽 하강된 자세에서 1회 실험 후 왼쪽 하강, 오른쪽 상승된 자세변화를 보였고 2회, 3회 실험 시까지 변화된 자세가 유지되고 있었으며 대조군에서는 자세변화가 나타나지 않았다.

둘째, 어깨의 자세변화는 2형 실험군에는 왼쪽 어깨 하강, 오른쪽 어깨 상승된 자세에서 1회 실험 후 양쪽 모두가 상승된 자세 변화를 보였고 2회 실험 후에는 양쪽 모두 하강된 자세 변화를 보였고 3회 실험 후에는 양쪽 모두 상승된 자세 변화를 보였다. 3형 실험군에서는 왼쪽 어깨 상승, 오른쪽 어깨 하강된 자세에서 1회 실험 후 양쪽 모두 상승된 자세 변화를 보였고 2회 실험 후 왼쪽 어깨 하강, 오른쪽 어깨 상승된 자세 변화를 보였고 3회 실험 시 까지 유지됨을 보여주었고 대조군에서는 자세변화가 나타나지 않았다.

<참 고 문 헌>

- 공희경, 조현래, 배성수 : 정적자세에서 하지 정렬 측정방법에 관한 고찰, 대한물리치료학회지, 15(1), 117-123, 2003.
- 공희경, 조현래, 배성수 : 만성요통환자에서 족저 접촉면의 정도에 따른 요추전만도의 변화, 대한물리치료학회지, 15(4), 725-733, 2003.
- 문상은 : 요추부 추간판 탈출증 환자의 신체변형에 관한 연구, 대한물리치료사학회지, 3(2), 1996.
- 문상은 : 체형에 따른 요통의 진단과 치료, 대학서림, 1997.
- 문상은 : 견갑골과 장골의 경사에 따른 족궁 및 발바닥의 형태변화에 관한 연구, 대한물리치료사학회지, 7(2), 219-232, 2000.
- 문상은, 이천복 : 요통환자의 척추골격근 균형회복을 위한 실증적 연구, 대한물리치료사학회지, 8(1), 181-189, 2001.
- 문상은 : 전신조정술, 정담미디어, 2004.
- 박경리 : 두개천골치료에 대한 고찰, 대한물리치료사학회지, 15(4), 1045-1053, 2003.
- 이상용, 김한수, 배성수 : 발의 회내, 회외 변화에 따른 슬개대퇴골과 총경골각 측정, 대한물리치료학회지, 14(4), 295-305, 2002.
- 이한숙, 최홍식, 권오윤 : 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국전문물리치료학회지, 3(3), 82-91, 1996.
- 정동훈, 권혁철 : 체위에 따른 균형 안정성 한계의 비교. 한국전문 물리치료학회지, 6(1), 35-46, 1999.
- 정동훈, 권혁철 : 자세 조절에 영향을 주는 연령대별 균형 안정성 한계에 대한 비교. 대한물리치료학회지, 11(12), 139-147, 1999.
- 정동훈, 권혁철 : 자세와 균형조절에 관한 연구. 대한물리치료학회지, 11(3), 23-36, 1999.
- 최현임 : 척추 측만증과 족부의 관련성 연구. 대구대석사학위논문, 2001
- 형인혁, 안목, 문상은 등 : 전신조정술 발목관절치료가 어깨와 목에 미치는 영향. 대한물리

치료학회지, 15(4), 985-992 , 2003.

- Alexander KM , LaPier TK : Difference in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. J orthop sports Phys Ther, 28(6), 378-383 , 1998.
- Allison L : Balance disorders. In Umphred DA, eds. Neurological Rehabilitation 3rd . Mosby, 803-833 , 1995.
- AnackKer SL , DiFabio RP : Influence of Sensory inputs on standing balance in community - dwelling elders with a recent history of falling. Phys Ther, 72(8), 575-583 , 1992.
- BlaKe RL , Denton JA : Functional foot orthoses for athletic injury. A retrospective study, J Am podiatr Med Assoc, 75, 359-362 , 1985.
- Chiang JH , WH G : The influence of foam surfaces on biomechanical variables contributing to postural control. Gait & Posture, 5, 239-245, 1997.
- Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL : A study of the clinical test of sensory interaction and balance. Phys Ther, 73(6), 346-354 , 1993.
- Cordo PJ , Nasher LM : Properties of postural adjustments associated with rapid arm movement. J Neurophysiol, 47 , 287-302 , 1982.
- Dickstein R, Shupert CL, Horak FB : Finger tip touch improves postural stability in patients with periperal neuropathy. Gait & posture, 14, 238-247 , 2001.
- Donatelli R, Hurbert C, Conway D et al. : Biomechanical foot orthotic ; A retrospective study. J orthop sports Phys Ther, 10, 205-212 , 1988.
- Forkin DM, Koczur C, Battle R, Newton RA : Evaluation of Kinesthetic deficits indicative of balance control in gymnasts with unilateral chronic ankle sprains. J orthop sports Phys Ther, 23. 245-250 . 1996.
- Freemann MAR, Dean MR, Hanhan IW : The etiology and prevention of functional instability of the foot. J Bone Joint Surg Br, 47, 678-685 , 1965.
- Garn SN, Newton RA ; . Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. Phys Ther, 21, 23-27 , 1988.
- Hamill J, Knutzen KM : Biomechanical basis of human movement . Baltimore, Wilson&Wilkins , 1965.
- Hoppenfeld, S., Lopez, R.A Molnar, G : Plantar weight-bearing pattern in idiopathic scoliosis. Spine, 6(7), 757-760 , 1991.
- Horak FB : Clinical measurement of postural control in adults. Phys Ther, 67, 1881-1885 ,1987.
- Kandel ER, Jessel TM, Schwartz JH : Principles of neural science 4th ed. New-York , McGraw-Hill ,2000.
- Lattanza L, Gray GW, Kantner RM : Closed versus open Kinematic chain measurement

- of subtalar joint eversion ; Implications for clinical practice. J orthop sports Phys Ther, 9(9), 310-314 ,1988.
- Lentell GL, Katzman LL, Walters MR : The relationship between muscle function and ankle stability. J orthop sports Phys Ther, 11, 605-611 , 1990.
- Lentell G, Baas B, Lopez D, Mc Guire L, Sarrels M, Snyder P : The contributions of proprioceptive deficits, muscle function and anatomic laxity to functional instability of the ankle. J orthop Phys Ther, 21, 206-215 , 1995.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW ; Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. J Gerontol Med Sci, 46, M69-76 , 1991.
- Magee D.J. Orthopedic physical assessment. 대한정형물리치료학회(역) : 정형물리치료진단학. 현문사 , 1998
- Mc Collum G, & Leen T : The form and exporation of mechanical stability limits in erect stance. J Mot Behavior, 21, 225-238 ,1989.
- Nasher LM ; Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance. proceeding of the APTA Forum, Balance , 1989.
- Nachols DS, Glem TM, Mutchinson KJ : Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. Phys Ther, 75, 699-706 , 1995.
- Norkin CC, Levangie PK ; Joint Structure & Function. 배성수의 21명(역). 임상운동학. 영문출판사 ,2000.
- Nurse MA, & Nigg BM : The effect of changes in foot sensation on planter pressure and muscle activity. Clin Biomech, 16, 719-727 ,2001.
- Paul RL ; The primary respiratory mechanism beyond the craniospinal axis. American Osteopathic Association. (1) , 2001.
- Riemann BL : Is there a link between chronic ankle instability and postural instability. J athletic training, 37(4), 386-393 , 2002.
- Root ML, Orien WP, Weed JH ; Normal and abnormal function of the foot ; Clinical biomechanics, Vol II. Clinical Biomechanics Corp, Los Angeles , 1997.
- Shulmann DL, Goldfish E, Fisher AG : Effect of movement on dynamic equilibrium. Phys Ther, 67, 1054-1057 , 1987.
- Shumway-Cook A, Horak FB : Assessing the influence of sensory interaction on balance. Phys Ther, 66(10), 1548-1550 , 1986.
- Shumway-Cook A, Horak FB : Rehabilitation strategies for patients with vestibular deficits. Neurologic Clinics, 8, 441-457 , 1990.
- Tibero D : The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics, A theoretical model. J orthop sport. Phys Ther, 9, 160-165 , 1987.

- Tropp H, Odenrick P, Gillquist J : Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int J sports Med*, 6, 180-182 , 1985.
- Tropp H, & Odenrick P : postural Control in single-limb stance. *J orthop Res*, 6, 833-839 , 1988.
- Wright DG, Desai SM, Henderson WH : Action of the subtalar and ankle joint complex during the stance phase of walking. *J Bone Joint surg(Am)*,46, 361-362 , 1964.
- Wu G, & Chiang JH : The effects of surface compliance on foot pressure in stance. *Gait & Posture*. 4. 122-129 . 1996.