

만성요통환자에서 족저 접촉면의 정도에 따른  
요추전만도의 변화

대구대학교 재활과학대학원 물리치료전공  
공 희 경  
동아대학교병원 물리치료실  
조 현 래  
대구대학교 재활과학대학 물리치료학과  
배 성 수

The Change of Lordosis according to Plantar Surface Compliance  
in Patients with Chronic Low Back Pain

Kong, Hee-Kyung, P.T.,M.S.

Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation, Daegu University  
Cho, Hyun-Rae, P.T.

Department of Physical Therapy, Dong-A University Hospital  
Bae, Sung-Soo, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

The purpose of this study was to evaluate the change of lordosis according to plantar surface compliance in patients with chronic low back pain. Thirty patients with chronic low back pain aged between 20 and 40 were assigned to 3 groups: control group, experimental groups (FHRS group, FSRH group). The lordosis was examined before and after adaptation with corresponding foam types.

The results were as follows :

1. As the result of comparing lordosis before and after test of the control group which any change did not exist in plantar surface compliance, there was not a significant difference( $p>0.05$ ).
2. As the result of comparing lordosis before and after test of the FHRS group which forefoot part of plantar surface is hard and rear foot part is soft, there was the significant increase( $p<0.05$ ).
3. As the result of comparing lordosis before and after test of the FSRH group which forefoot part of plantar surface is soft and rear foot part is hard, there was the significant decrease( $p<0.05$ ).
4. As the result of comparing lordosis of the FHRS group and FSRH group, there was not a significant difference before test( $p>0.05$ ). But, there was a significant difference after test( $p<0.05$ ).

## I. 서 론

요통은 현대사회의 심각한 문제로써 일생에 한 번 이상 발생할 비율이 50~90%정도로 보고되고 있다(Riihimaki 등, 1989; 나영무 등 1996). 요통의 원인으로서는 자세의 이상, 추간판 탈출증, 추간판의 퇴행성 변화, 퇴행성 척추증, 염좌, 근육 수축 등이 있으며, 이중 자세의 이상이 요통의 발생에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Christie 등, 1995).

척추의 정상 시상만곡은 인체의 서 있는 자세에 대한 골격의 정력학적 적응의 결과이면서(Norkin과 Levangie, 1992; Kapandji, 1982) 동시에 인체는 척추의 정상 시상만곡을 가짐으로써 체중을 고르게 분포시킨다. 이로써 척추체뿐 아니라 각 관절에 대한 부담을 극소화시켜 무리가 가지 않도록 조절할 수가 있고, 연부조직에 대한 긴장과 변형을 방지할 수 있는 좋은 자세를 유지하게 된다(민경옥 등, 1991; 윤범철과 이명화, 1998; Paris와 Loubert, 1990).

어떤 원인에 의해 척추의 정상 만곡이 변화되었다면 이는 곧 자세정렬의 변화를 유도하며, 자세가 바르게 정렬되어 있지 못하면 관절이나 근육에 불필요한 부담을 주게되어 통증을 유발하고 나아가 변형을 초래하게 된다(민경옥 등, 1991; Kottke 등, 1989). 따라서 자세를 변화시키면 중력선에 대한 정렬의 변화는 다른 적용된 자세의 변화를 가져올 것이다(Christie 등, 1995).

인간의 자세 및 균형조절은 시각계, 전정계, 체성감각계로부터의 통합된 정보에 의해 이루어진다(Wu와 Chiang, 1996). 체성감각계는 족저 피부 기계수용기(planter cutaneous mechanoreceptor), 관절 수용기, 근육 수용기를 통하여 고유수용성 정보와 운동감각을 제공한다(Kandel 등, 2000). 안정된 기립자세를 유지하는데 체성감각이 주요한 역할을 하며(Anacker와 DiFabio, 1992; Lord 등, 1991), 건강한 성인이 균형을 조절하는데 주로 택하는 감각입력은 지지면과 접촉한 발로부터의 체성감각 정보이다(Shumway-Cook와 Horack, 1986).

자세조절에서 체성감각계의 역할을 연구하기 위해 가장 쉽고 보편적으로 사용되는 방법은 폼(foam)층을 증가시키면서 족저면과 바로 접촉하는 지지면의 경도를 변화시키는 것이다(Anacker와 DiFabio 1992; Lord 등 1991; Shumway-Cook와 Horak 등 1986; Teasdale 등 1993). 발과 바로 접촉하는 지지면의 물질적인 특성을 변화시키는 것은 감각입력을 변화시키고(Wu와 Chiang, 1996), 발에서의 감각의 변화는 족저압을 변화시키고, 변화된 감각 피드백에 대한 근 활성화 패턴을 변화시킨다(Nurse와 Nigg, 2001). 족저 접촉면 물질의 특성을 변화시킴으로 근육의 반응을 조절할 수 있으며, 발로부터 유입된 감각정보는 중추신경계로 보내져 특수한 동적인 반응을 만들어 낸다(Nigg 등, 1999).

중추신경계는 정적, 동적인 균형조절과 일반적인 움직임을 위해 의식, 무의식적으로 하지 근육과 피부 수용기로부터의 감각유입에 의존하여 자세와 보행을 위한 효과적인 운동 패턴을 만들어 낸다(Nurse와 Nigg, 2001). 정상 균형 조절에서 운동 과정은 동요를 최소화하고 지지면내에 인체중심을 유지하기 위해 체간과 다리 근육의 활동을 조정하는 것이며(Horack과 Nashner, 1986), 기립 자세에의 하지의 기능은 체간과 다리사이의 통합조절능력에 기초를 두고 있다(Ryerson와 Lewit, 1997).

또한 족부는 기립자세에서 일반적으로 인체와 외부 환경사이에 직접적으로 접촉하는 유일한 지점이기 때문에, 족저면의 감각유입이 변화할 때 족저압의 증가나 감소에 반응하여 근 활동 또한 영향을 받으므로 족저면에서의 구심성 감각유입을 변화시킴으로서 근육, 움직임,

패턴을 조절할 수 있다(Nurse와 Nigg, 2001).

요추전만도는 1924년 Von Lackum이 요통의 원인으로 요추전만도의 모양이 중요하다고 최초로 발표한 이후, 요통과 요추전만도의 변화에 대한 연구가 계속 진행되어 왔다(Christie 등 1995, Fernand와 Fox 1985, Jackson과 McManus 1994, Mosner 1989), 자세 이상이 요통 발생에 가장 큰 원인이기에 요통환자의 자세 이상과 요추전만도에 대한 연구가 많이 되었으나 방법이나 결과에 대해서는 연구마다 다르게 보고하고 있다(주병규 등, 1997). 박병권(1992)과 Christie 등(1995)은 요통환자의 자세관찰에서 급성과 만성 요통환자는 정상인보다 요추전만이 증가되어있다고 했으나, Hansson 등(1985)과 Pope 등(1985)은 요통환자와 정상인 사이에 요추전만도의 차이는 없다고 보고하였다. 반면 나영무 등(1996), Itoi(1991), Jackson과 McManus(1994)는 요추전만도 증가가 척추 후관절 부하를 증가시켜 요통의 원인이 될 수 있기 때문에 요통환자는 정상인에 비하여 요추전만도는 감소한다고 보고하였다.

이에 본 연구는 요통환자의 족저 접촉면 경도변화가 요추전만도에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고, 요통환자의 자세조절을 위한 체성감각의 유연성 있는 사용을 증진시키는 치료적 접근을 활성화하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 연구대상은 2002년 12월 1일부터 2003년 8월 30 일까지 요통을 주소로 부산 D 의료원에 방문하여 외래 또는 입원치료를 받은 환자 중에서 단순 방사선 촬영, 컴퓨터 단층 촬영, 요추 자기공명영상을 모두 시행했던 환자를 대상으로 하였다. 만 20~40세의 유병기간이 6개월 이상인 만성 요통환자들 중에서 족부에 변형과 피부질환이 없으며, 신경학적 문제로 인해 협응능력이 저하되거나 운동감각에 결손이 없는 총 30명(남 15, 여 15)을 대상으로 하였다. 종양, 척수손상, 감염, 척추의 구조적 장애가 동반되어 있거나 이전에 수술을 받은 환자는 연구 대상에서 제외하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 실험도구

대상자의 족저면과 지지면 사이 접촉면의 경도를 변화시키기 위해 전족부와 후족부 두 부분으로 나누어 경도 200인 UCO사의 Podialen Blue 200과 경도 20인 유랜드사의 Schaum로 연구 대상자의 신발 안창(insole)의 정확한 크기와 모양에 맞추어 두께 4mm로 제작한 폼(foam)을 사용하였으며, 이것을 대상자들의 신발에 삽입한 후 적응을 위하여 트래드밀을 사용하였다. 대상자들의 신발은 각각 크기만 다른 동일한 운동화를 사용하였다.

#### 2) 실험방법

실험실의 환경은 따뜻하고 밝고 조용한 상태로 유지시키고, 대상자들에게 실험 연구의 취지와 방법 등을 충분히 설명하고 실험에 영향을 미칠 수 있는 불필요한 행동은 제한하였다. 실험 대상자들은 실험 전 활동의 영향에 관계없이 먼저 양손을 양어깨에 교차하여 올려 시선을 전방을 주지시킨 기립자세에서 방사선 촬영을 한 후, 족저접촉면에 어떠한 변화도 주지 않은 대조군과 전족부는 Podialen Blue 200, 후족부는 Schaum인 폼을 신발 안에 삽입한 FHR5군, 전족부는 Schaum, 후족부는 Podialen Blue 200인 폼을 삽입한 FSRH군으로 무작

위로 나누어 대상자 모두 트래드밀에서 20분 동안 시속 1.6km의 속도로 걷게 한 후 실험 전과 동일한 방법으로 방사선 촬영을 하였다.

### 3) 측정방법

방사선 사진상 요추전만도의 측정은 Wiltse와 Winter(1983)의 방법을 이용하였다. 기립상태에서 찍은 측면 사진에서 제 1요추체 상연을 연결하는 직선의 수직선과 제 5요추체 상연을 연결하는 직선의 수직선이 이루는 각도로 측정하였다. 방사선 사진의 측정은 측정자 오차를 줄이기 위해 1명이 선을 긋고, 2명이 요추전만도를 재어 평균치로 하였다.

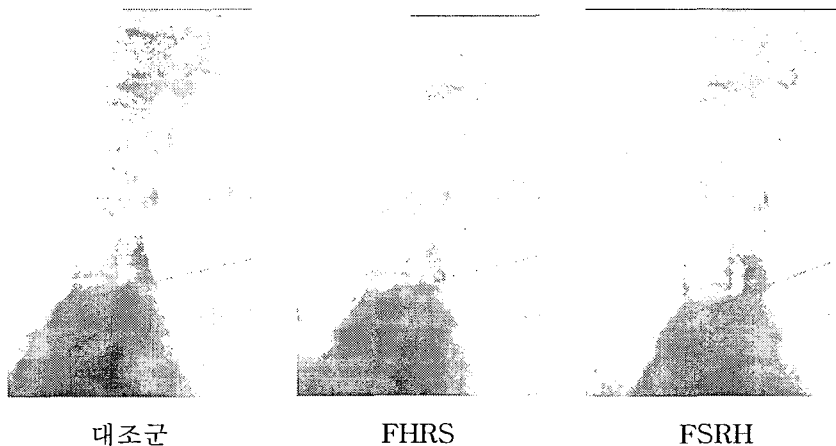


그림1. 대조군, FHRS군, FSRH군의 요추전만도 방사선사진

### 3. 분석방법

연구결과에 대한 분석은 SPSS(10.0 for WINDOWS)를 이용하였으며, 각 군내의 실험 전·후의 요추전만도의 변화를 비교하기 위해 대응표본 t-검정을, FHRS군과 FSRH군간 요추전만도의 변화를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 하였으며, 유의수준( $\alpha$ )은 0.05로 하였다.

## III. 결 과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

대상자의 일반적인 특성들 중에 성별은 대조군, FHRS군, FSRH군 모두 남자가 50%(5명)로 남·녀의 수가 동일하였다. 연령은 FSRH군이  $32.00 \pm 4.8$ 세로 다른 군들에 비해 다소 많았고, 신장은 대조군이  $167.00 \pm 6.94$ cm로 다른 군들에 비해 크게 나타났고, 체중은 FHRS군이  $56.99 \pm 8.66$ kg으로 다른 군들에 비해 적었으나, 대상자의 일반적인 특성 모두 각 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $P > 0.05$ )(표 1).

표 1. 대상자의 일반적인 특성

	대조군(n=10)	FHRS군(n=10)	FSRH군(n=10)	계	P
성별(남)	50(%)	50(%)	50(%)	50(%)	1.000
연령(세)	29.90±3.48	31.10±5.38	32.00±4.83	31.00±4.56	.602
신장(cm)	167.00±6.94	164.80±6.54	166.45±6.95	166.08±6.64	.756
체중(kg)	63.51±11.13	56.99±8.66	60.63±10.96	60.38±10.32	.614

2. 대조군, FHRS군, FSRH군의 각 군내 실험 전·후 요추전만도 비교

대조군의 실험 전·후의 요추전만도를 비교한 결과 실험 전 33.09±4.33°, 실험 후 32.53±4.31°로 유의한 차이가 없었으나(P>0.05), FHRS군은 실험 전 33.87±3.16°에서 실험 후 35.03±3.24°로 요추전만도가 유의하게 증가하였고(P<0.05), FSRH군은 실험 전 32.90±3.44°에서 실험 후 31.50±3.84°로 요추전만도가 유의하게 감소하였다(P<0.05)(표 2, 그림2)

표 2. 각 군내 실험 전·후 요추전만도 비교(단위:°)

	실험 전	실험 후	t-value	P
대조군	33.09±4.33	32.53±4.31	1.974	.080
FHRS군	33.87±3.16	35.03±3.24	-3.573	.006
FSRH군	32.90±3.44	31.50±3.84	7.995	.000

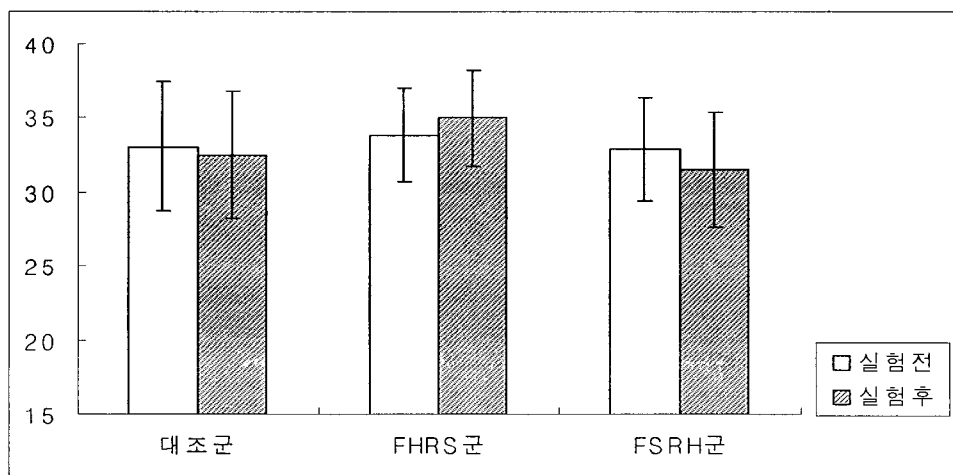


그림 2. 각 군내 실험 전·후 요추전만도 비교

### 3. FHRSc군과 FSRHc군의 실험 전·후 요추전만도 비교

FHRSc군과 AFRHc군의 실험 전 요추전만도를 비교한 결과 FHRSc군은  $33.87 \pm 3.16^\circ$ , FSRHc군은  $32.90 \pm 3.44^\circ$ 로 유의한 차이가 없었으나( $P > 0.05$ ), 실험 후 요추전만도를 비교한 결과 FHRSc군은  $35.03 \pm 3.24^\circ$ , FSRHc군은  $31.50 \pm 3.84^\circ$ 로 유의한 차이가 있었다( $P > 0.05$ )(표 3, 그림 3).

표 3. FHRSc군과 FSRHc군의 실험 전·후 요추전만도 비교(단위:°)

	FHRSc군(n=10)	FSRHc군(n=10)	t-value	P
실험 전	$33.87 \pm 3.16$	$32.90 \pm 3.44$	.656	.520
실험 후	$35.03 \pm 3.24$	$31.50 \pm 3.84$	2.220	.039

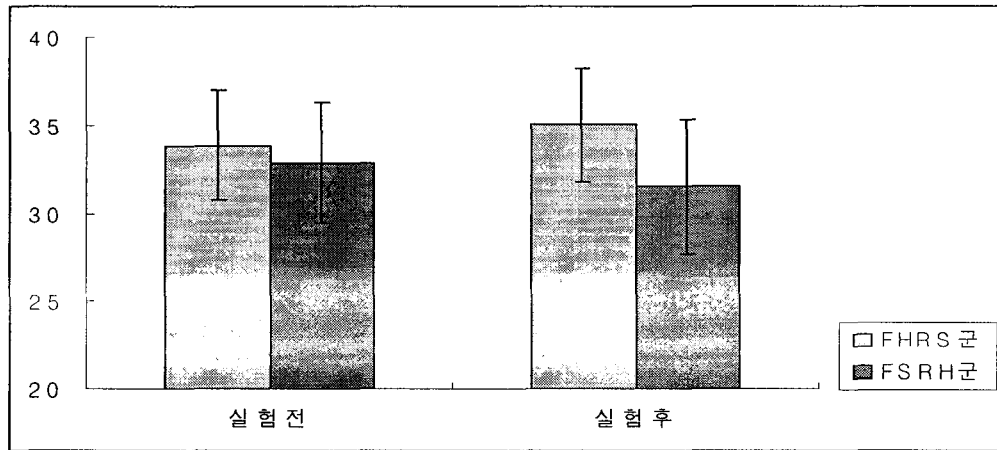


그림 3. FHRSc군과 FSRHc군의 실험 전·후 요추전만도 비교

## IV. 고 찰

자세란 우리 몸의 여러 부분들이 연관된 정렬(relative alignment)로 정의 할 수 있으며, 이러한 자세의 이상으로 인해 요통이 발생될 수 있다(Christie 등, 1995, Franklin 등 1995). 자세 이상으로 인하여 비정상적인 척추만곡을 유지시에 즉, 흉추부 후만곡이 증가하거나 요추부 전만곡의 증가 또는 감소로 인하여 무리한 하중이 척추관절 및 추간판에 가해져 신경근의 압박, 근육의 수축, 추간판의 퇴행성 변화, 관절막의 염증 및 파열 등이 일어나게 된다(Christie 등, 1995).

자세조절에서 체성감각계의 역할을 이해하기 위해, 체성감각계의 기능을 변화시키는 다양한 연구들이 있었다. Mauritz와 Dietz(1980)와 Diener 등(1984)이 체성감각을 인위적으로 차단하기 위해 사용한 허혈은 허혈원위부로부터 대부분의 구심성 감각섬유를 차단할 수 있지만 원심성 운동신경에도 영향을 미치지 않기 때문에 어느 것이 잠재적으로 영향을 미치는가를 명

확히 알 수 없다(Horak 등, 1990). 다른 방법으로 냉 적용이 주로 사용되어지고 있으나(Asai 등, 1990; Magnusson 등, 1990), 발에서의 모든 구심성 유입이나 수용기들을 무능력하게 하는지는 알 수 없으며(Magnusson 등, 1990), 족관절이나 발가락에서 고유수용성 감각이나 운동기능을 완전히 감소시키지는 못한다(Perry 등, 2000). 이 외에도 부드럽거나 움직이는 지지면의 사용(Anacker와 DiFabio, 1992; Horak 등, 1990), 족관절 고정(Wu, 1993) 등의 방법들이 있지만, 본 연구에서는 족저접촉면의 물질적인 특성인 경도를 변화시키기 위해 폼을 사용하였다.

폼은 피부 기계수용기 뿐만 아니라 발에 있는 관절수용기와 근육 수용기로의 감각유입을 변화시킬 가능성은 있지만, 적어도 정적 기립자세에서 족저접촉면 경도의 변화는 주로 족저면 피부 기계수용기를 변화시킨다고 볼 수 있다(Wu와 Chiang, 1996). 족저 피부 유입은 지지면과 발과 지지면 사이의 접촉면 물질의 특성에 대한 정보를 제공하기 때문에 족저 피부 기계수용기를 자극하면 자세 반응이 유도된다(Maurer 등, 2001). 폼에 따라 피부 기계수용기로의 유입이 변화되어지고, 이런 수용기에 의해 야기된 신경과 근육의 활동도 영향을 받을 것이다(Chiang과 Wu, 1997).

폼을 이용한 이전 연구들은 두께(Magnusson 등, 1990; Teasdale 등, 1991)나, 밀도(Lord 등, 1991)에 따라 다양한 형태를 사용하였지만, 본 연구에서는 폼의 두께는 동일하게 하고, 부분별로 경도의 변화를 주었다. Chiang과 Wu(1997)는 폼 층을 증가시키며 족저 접촉면의 경도를 변화시켰을 때, 전족과 후족에서는 경도에 따라 족저압의 유의한 차이가 있었으나, 중족에서는 유의한 차이가 없었다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 폼을 중족을 제외하고 전족과 후족, 두 부분으로 나누어 경도 차이를 주었다.

Nurse와 Nigg(2001)는 대상자의 기본적인 생체학적 차이, 나이, 신발구조, 지지면의 특성으로 인한 감각피드백의 변화는 운동출력의 차이를 나타낸다고 하였다. 이에 본 연구는 대상자들의 신발을 모두 동일하게 하였고, 대상자들의 일반적인 특성들도 각 군간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 동일한 집단임을 나타내었다. 또한, Chen 등(1995)은 발에서 감각유입의 변화는 족저압을 변화시키고, 족저압 분포에 대한 감각유입 변화의 영향은 시간 의존적이라고 하였다. 따라서, 본 연구에서는 폼을 적용시키는 시간을 대상자 모두 동일하게 하였다.

족저접촉면 경도에 따른 인체의 변화를 Wu와 Chiang(1996)과 Dickstein 등(2001)은 압력 중심(center of pressure)의 동요나 이동 등으로 평가하였고, Chiang과 Wu(1997)는 족저압, 족관절 회전, 비복근과 전경골근의 활동으로 평가하였으나, 본 연구에서는 경도에 따라 변화된 감각피드백에 의한 자세의 변화를 요추전만도로 측정하고자 하였다.

요추전만도는 흉추후만증에 대한 보상작용이나 여성에서는 골다공증의 결과로 연령에 따라 자연적인 요추전만도의 변화가 나타난다(Milne과 Lauder, 1974). 따라서, 본 연구에서는 퇴행성 변화로 인한 척추만곡의 변화를 배제하고자 환자의 연령을 20세부터 40세까지로 제한하였다.

임상에서 요추전만에 대한 평가는 주로 사진에 의하지만, 그 신뢰도를 증명할 수 없으며, 정량화된 수치를 제공하지 못하므로 객관화 될 수 없다. 요추 전만도의 측정 방법에는 몇몇 방법들이 사용되고 있는데 방사선 촬영에 의한 방법(박병권, 1992; Jackson과 McManus, 1994), 측삭기(inclinometer)를 이용한 방법(Bendix 등, 1984), 동작 분석기를 이용한 방법(나영무 등, 1996; Franklin 등, 1995), 자유 곡선자(flexible ruler)를 이용한 방법(윤소영, 1999; Youdas 등, 1996) 등이 있다. 본 연구에서는 이러한 방법들 중에서 요추전만도 측정시 가장

높은 타당도와 신뢰도를 가지고 있는 방사선 촬영에 의한 방법으로 측정하였다(Lovell 등, 1989, Lussell 1984).

Chiang과 Wu(1997)은 부드러운 폼 위에 섰을 때는 전족부와 후족부에서 족저압이 유의하게 감소되고 덜 부드러운 폼 위에 섰을 때는 딱딱한 지지면에 섰을 때보다 전족부와 후족부의 압력차이가 유의하게 낮다고 하였으며, Dickstein 등(2001)은 부드러운 지지면이 딱딱한 지지면보다 체성감각정보를 감소시키거나 부가적으로 역학적 불안정성을 초래한다고 하였다. 본 연구에서도 폼을 삽입하지 않아 족저면에 어떠한 정도 변화도 없었던 대조군은 실험 전과 후에 요추전만도의 유의한 차이가 없었다. 그러나, 후족부의 족저접촉면 정도가 낮은 부드러운 지지면인 FHRS군은 후족부의 체성감각유입의 감소로 인하여 요추전만도가 유의하게 증가하였고, 전족부가 부드러운 지지면인 FSRH군은 전족부의 체성감각유입의 감소로 인해 요추전만도가 유의하게 감소하였다. 또한, 족저면 감각변화 전에는 FHRS군과 FSRH군간에 유의한 차이가 없었으나, 각각 다른 감각변화가 있었던 실험후에는 두 군간에 유의한 차이가 있었기에 이와 밀접한 관련이 있음을 생각할 수 있다.

Nurse와 Nigg(2001)는 발의 감각을 변화가 족저압과 하지의 근육 활동에 미치는 영향에 관한 연구에서 후족부에 감각 감소시 압력중심이 유의하게 전족부로 이동하고, 전경골근의 활동이 감소하고, 내측 비복근의 활동이 증가하였으며, 전족부 감각 감소시 압력중심은 유의하게 후족부로 이동하고, 내측 비복근의 활동이 감소하고, 슬딕근의 활동은 증가하였다고 하였다. 본 연구에서도 족저면의 감각변화에 대한 하지의 근 활동의 변화가 정렬에 영향을 주어 요추전만도를 변화시킨 것으로 사료된다.

## V. 결 론

요통환자의 족저 접촉면의 정도에 따른 요추전만도의 변화를 연구하고자 만 20~40세의 만성 요통환자 성인 남·여 각각 15명을 무작위로 10명씩 대조군과 전족부와 후족부에 정도가 다른 폼을 족저면에 적용한 두 실험군인 FHRS군과 FSRH군으로 나누어, 폼 적용 방사선 촬영을 하고, 폼을 삽입하여 트레이드밀에서 적용시킨 후 적용전과 동일한 방법으로 방사선 촬영을 하여, 방사선필름에서 얻은 요추전만도를 측정하여 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 족저 접촉면에 어떠한 정도 변화도 없었던 대조군의 실험 전·후 요추전만도를 비교한 결과 유의한 차이가 없었다( $P>0.05$ ).
2. 족저 접촉면에서 전족부의 정도가 높고, 후족부의 정도가 낮은 FHRS군의 실험 전·후 요추전만도를 비교한 결과 유의하게 증가하였다( $P<0.05$ ).
3. 족저 접촉면에서 전족부의 정도가 낮고, 후족부의 정도가 높은 FSRH군의 실험 전·후 요추전만도를 비교한 결과 유의하게 감소하였다( $P<0.05$ ).
4. FHRS군과 FSRH군의 요추전만도를 비교한 결과 실험 전에는 유의한 차이가 없었으나( $P>0.05$ ), 실험 후에는 유의한 차이가 있었다( $P<0.05$ ).

이상의 결과로 미루어 볼 때, 요통환자를 치료함에 있어 족저 접촉면의 정도의 차이나 변화를 이용하여 족저면의 감각유입에 변화를 주고, 요추전만도를 변화시켜 비정상적인 자세



와 움직임으로 인한 요통의 발생을 좀 더 효과적으로 치료적 중재에 끌어들이 수 있으리라 사료된다.

#### 참 고 문 헌

나영무, 강성웅, 배하석 등 : 요통 환자에서 척추만곡의 분석. 대한재활의학회지, 20(3), 669-674, 1996.

민경옥, 김용천, 김용주 : 임상운동학. 서울 : 현문사, 1991.

박병권 : 요통환자와 비요통환자의 방사선학적 Parameter의 차이. 대한재활의학회지, 16(3), 272-275, 1992.

윤범철, 이명화 : 기립자세에서 신발 굽의 높이가 요추부 시상 만곡각에 미치는 영향. 대한물리치료사학회지, 5(4), 47-59, 1998.

윤소영 : 20대 정상성인의 구두굽 높이에 따른 요추 전만도의 변화. 한국전문물리치료학회지, 6(2), 43-55, 1999.

주병규, 전민호, 하상배 : 요통환자에서 요추전만도의 변화에 관한 연구. 대한 재활의학회지, 21(2), 368-375, 1997.

Anacker 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.

Asai H, Fujiwara K, Toyama H et al : The influence of foot soles cooling on standing postural control. In T. Brandt, W. Paulus, W. Bles, M. Deiterich, S. Krafczyk, A. Straube (Eds.), Disorders of Posture and Gait(pp. 198-201). New York : Stuttgart, 1990.

Bendix T, Sorensen SS, Klausen K. : Lumbar curve, trunk muscles, and line of gravity with different heel heights. Spine, 9, 223-227, 1984.

Chen H, Nigg BM, Hulliger M, Koning J. : Influence of sensory input on planter pressure distribution. Clinl. Biomech, 10(5), 271-274, 1995.

Chiang JH, Wu G. : The influence of foam surfaces on biomechanical variables contributing to postural control. Gait & Posture, 5, 239-245, 1997.

Christie HJ, Kummer S, Warren S. : Postural aberrations in low back pain. Arch Phys Med Rehabil, 76, 218-224, 1995.

Dickstein R, Shupert CL, Horak FB. : Finger tip touch improves postural stability in patients with peripheral neuropathy. Gait&Posture, 14, 238-247, 2001.

Diner HC, Dichgans J, Guschlbauer B, Mau H. : The significance of proprioception on postrural stabilization as assessed by ischemia. Brain Res, 296, 103-109, 1984.

Fernand, Fox DE. : Evaluation of lumbar lordosis, A prospective and restrospective study. Spine ; 10: 799-803, 1985.

Franklin ME, Chenier TC, Brauningner L, et al. : Effect of positive heel inclination on posture. J Orthop Sports Phys Ther, 21, 94-99, 1995.

Hansson T, Biogs S, Beecher P, et al. : The lumbar lordosis in acute and chronic low-back pain. Spine, 10, 154-155, 1985.

Horak FB, Nashner LM. : Central programming of posture movements: Adaptation to

altered support surface configuration. *J Neurophysio*, 55, 1369- 1381, 1986.

Horak FB, Nashner LM, Diener HC. : Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res*, 82, 167-177, 1990.

Itoi E. : Roentgenographic analysis of posture in spinal osteoporotics. *Spine*, 16, 750-756. 1991.

Jackson RP, McManus AC. : Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size : A prospective controlled clinical study. *Spine*, 19, 1611-1618. 1994.

Kandel ER, Jessell TM, Schwartz JH. : Principles of Neural Science, 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

Kapandji IA. : The physiology of the joint. New york : Churchill Living stone, 1982.

Kottke, Stiwell, Lehmann. : Krusen's Handbook of physical medicine and rehabilitation : Saunders company, 1989.

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.

Lovell FW, Rothstein JM, Personius WJ. : Reliability of clinical measurements of lumbar lordosis taken with flexible rule. *Phys Ther*, 69, 96-105, 1989.

Magnusson M, Enbom H, Johansson R, Pyykkö I. : The importance of somatosensory information from the feet in postural control in man. In T. Brandt, W. Paulus, W. Bles, M. Deiterich, S. Krafczyk, A. Straube (Eds.), *Disorders of Posture and Gait* (pp.190-193). New York : Stuttgart. 1990.

Maurer C, Mergner T, Bolha B, Hlavacka F. : Human balance control during cutaneous stimulation of the plantar soles. *Neuroscience letters*, 302, 45-48, 2001.

Mauritz KH, Dietz V. : Characteristics of postural instability induced by ischemic blocking of leg afferents. *Exp Brain Res.*, 38, 117-119, 1980.

Mosner EA. : A comparison of acute and apparent lumbar lordosis in black and white adult females. *Spine ; 14*: 310-314, 1989.

Nigg, B. M., Nurse, M. A., Stefanyshyn, D. J. : Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Med Sci Sports Exerc*, 31(7), 421-428, 1999.

Norkin CC, Levangie PK. : Joint structure & function. Second Edition, Philadelphia : F. A. Davis. 1992.

Nurse MA, Nigg BM. : The effect of changes in foot sensation on planter pressure and muscle activity. *Clin Biomech*, 16, 719-727. 2001.

Paris SV, Loubert PV. : Foundations of clinical orthopaedics. Institute press : Division of Patris Inc. 1990.

Perry J. : Gait Analysis: Normal and pathological function. New York: McGraw-Hill, 1992.

Pope MH, Bevins T, Wilder DG, et al. : The relationship between anthropometric, postural, muscular and mobility characteristics of males ages 18-55. *Spine*, 10, 644-648, 1985.

Riihimaki H, Tola S, Videman T, Hanninen K. : Low-back pain and occupation. A

cross-sectional questionnaire study of man in machine operating, dynamic physical work. Spine, 14, 204-9, 1989.

Russell JB : How dangerous are diagnostic X-ray? Clinical Radiol, 35, 347-351, 1984.

Ryerson S, Lewit K. :Functional movement reeducation. New York: Churchill Livingstone. 1997.

Shumway-Cook A, Horak FB. : Assessing the influence of sensory interaction on balance. Phys Ther, 66(10), 1548-1550, 1986.

Teasdale N, Stelmach GE, Breunig A. : Posture sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface condition. J Gerontol Biol Sci, 46(6), B238-244, 1991.

Teasdale N, Bard C, Fleury M et al : On the cognitive penetrability of posture control. Exp Aging Res, 19, 1-13, 1993.

Von Lacombe HL : The lumbosacral region. JAMA 1924; 82: 1109-1114, 1924.

Wu G. : The effect of impaired lower limb joint function on postural balance and falls. The 17th Annual meeting of the American Society of Biomechanics, Iowa City, 1993.

Wu G, Chiang JH. : The effects of surface compliance on foot pressure in stance. Gait & Posture, 4, 122-129, 1996.

Youdas JW, Garrett TR, Harmsen S, et al. : Lumbar lordosis and pelvic inclination of asymptomatic adults. Phys Ther, 76, 1066-1081, 1996.