

만성 요통 환자의 골반지표와 발의 생체역학적 특징 연구

공재철¹ · 문수정¹ · 조동찬¹ · 고연석² · 송용선¹ · 이정환^{1,3*}

1: 원광대학교 한의과대학 한방재활의학과교실, 2: 우석대학교 한의과대학 한방재활의학과교실, 3: 원광대학교 한국전통의학연구소

Study on Pelvic Parameters and Biomechanical Characteristics of Foot in Patients with Chronic Low Back Pain

Jae Cheol Kong¹, Soo Jeong Moon¹, Dong Chan Jo¹, Youn Suk Ko², Yung Sun Song¹, Jung Han Lee^{1,3*}

1: Department of Oriental Rehabilitation Medicine, College of Oriental Medicine, Wonkwang University,

2: Department of Oriental Rehabilitation Medicine, College of Oriental Medicine, Woosuk University,

3: Research Center of Traditional Korean Medicine, Wonkwang University

The structural and biomechanical characteristics of pelvic and foot are important factors of back pain, but it is still complicated to clearly explain the relationship among them. The purpose of this study was to find out the characteristic of pelvic parameters and biomechanics of foot in patients with low back pain. Thirty-three female subjects with chronic low back pain were enrolled and ODI and VAS score were measured for back pain index. All subjects were taken the X-ray examination for major pelvic parameters and foot scan analysis for foot pressure, gait angle, fore-foot/rear-foot peak pressure ratio and asymmetric index. Statistical analysis were performed to examine the inter-relation between the measurement. As a result, it was shown the positive interrelation between back pain and F/R ratio, but others were not shown the relationship related to low back pain. And there were correlations between the lumbo-pelvic structure and biomechanics of foot in some aspects, but the causal relationship between them are still indefinable. In order to get more information about structures and biomechanics related to low back pain, subsequent researches are needed.

Key words : low back pain, pelvic parameter, gait analysis, biomechanics

서 론

요통은 전 인구의 80%가 한번 이상 경험하게 되며, 이로 인하여 병원을 찾게 되는 가장 흔한 원인일 뿐만 아니라 직장을 결근하거나 조퇴하는 많은 원인이 되고 있어 개인적인 건강문제와 함께 사회 경제적인 측면에서도 큰 문제가 되고 있다. 특히 3개월 이상 지속되는 만성 요통 환자는 전체 요통 환자의 5-7%만을 차지하지만 요통을 경험하는 전체 인구의 통계를 감안한다면, 그 수는 대단히 많을뿐더러 이들 환자들이 겪는 고통 역시 만성 고질적인 것으로 신체, 정신적인 장애의 원인이 된다^{1,2)}.

현재까지 이러한 만성 요통의 원인에 대해서는 아직도 명확한 병인이나 병태생리가 제대로 규명되지는 않았지만 일반적으로 만성 요통 환자들의 체간근육은 위축되고 약화되어 있으며

* 교신저자 : 이정환, 전북 익산시 신용동 344-2, 원광대학교 익산한방병원

· E-mail : milpaso75@hanmail.net, · Tel : 063-859-2807

· 접수 : 2012/01/25 · 수정 : 2012/02/02 · 채택 : 2012/02/14

체간근육의 부조화와 함께 천장관절의 비대칭적 움직임, 골반 변위로 인한 기능적 하지 단축, 발의 과도한 회내 및 척추와 골반의 조절에 불안정성이 관찰되는 특징을 보인다³⁻⁵⁾. 이러한 측면에서 자세의 이상으로 인한 요추 및 골반, 그리고 발에 이르는 구조의 변화가 만성 요통의 원인이거나 지속 혹은 악화 요인이 될 것으로 보아 이에 대한 연구는 지속적으로 이루어 지고 있다⁶⁻⁸⁾. 그러나 대부분의 연구는 주로 요추 및 천추, 하지 길이 차이 등의 단 항목에 국한된 점이 있고, 그 상관성에 대한 결과도 상반된 경우가 많다.

따라서 본 연구에서는 만성 요통 환자를 대상으로 골반과 발의 구조적이며 연쇄적인 생체역학적인 특징과 함께 요통과의 상관성에 대해 연구하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2011년 8월 1일부터 2011년 10월 31일까지 원광대학교 익산한방병원 한방재활의학과에 요통을 주소로 내원한 환자 중 급성 요추부 염좌, 추간관 탈출증, 신경근 병변, 염증성 척추 질환 및 신경학적 이상 소견이 없었고, 3개월 이상의 만성 요통을 지속적으로 호소한 여성 환자 33명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 척추 기능 장애 지수(Oswestry disability index, ODI)⁹⁾ 평가

Oswestry Disability Index(ODI)는 환자에 의해 작성되는 선다형 설문으로서 요통의 평가에 있어서 기능적인 상태를 수치로 나타낸 것이다. 일상생활의 각각의 동작과 관련된 10개의 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목은 일상생활의 장애를 0에서 5점까지 6가지 단계로 기술한다.

2) 시각적 유사척도(Visual analogue scale, VAS)¹⁰⁾ 평가

통증이 없는 상태를 0으로 하고 참을 수 없는 통증을 10으로 표현된 평행선 위에 환자가 자각하는 통증의 정도를 표시하도록 하였다.

3) 골반 지표^{11,12)} 및 요추 전만각 측정

원광대학교 의과대학병원의 협진체계를 통하여 단순 방사선 촬영을 시행하였으며, 기립위에서 요추부위에 대한 측면 사진을 촬영하였다. 의료영상저장전송시스템(PACS) 프로그램을 이용하여 골반 입사(pelvic incidence), 골반 경사(pelvic tilt), 천추 경사(sacral slope), 골반 전만각(pelvic lordosis angle), 요추 전만각(lumbar lordosis angle)을 측정하였다(Fig. 1, 2).

(1) 골반 입사(Pelvic incidence, PI)

고관절 축의 중심과 제1천추체 상연의 중심을 이은 선이 천추 상연과 직각인 선과 이루는 각.

(2) 골반 경사(Pelvic tilt, PT)

고관절 축을 지나는 수직선과 고관절축과 제1천추체 상연의 중심을 이은 선이 이루는 각.

(3) 천추 경사(Sacral slope, SS)

천추 상연을 평행하게 그은 선과 수평선이 이루는 각.

(4) 골반 전만각(Pelvic lordosis angle, PLA)

고관절 축의 중심과 제1천추체 상연의 후상방구석을 이은 선이 천추 상연을 평행하게 그은 선과 이루는 각.

(5) 요추 전만각(Lumbar lordosis angle, LLA)

제1요추와 제1천추의 추체 상연에서 그은 선에서 각각 수직이 되는 선을 그어 교차하는 곳의 각.

4) 족부 분석

족저부 압력 및 보행을 분석하는 Gateview AFA-50(주)알푸스, 서울, 대한민국)을 이용하여 기립 및 보행 시의 족저압과 보행각을 측정하였고, Gateview Pro 1.0 프로그램을 이용하여 Fore foot/Rear foot peak pressure ratio(F/R ratio)^{13,14)}, Asymmetric Index(AI)¹⁵⁾를 구하였다(Fig. 3).

(1) 족저압 측정 및 보행각 측정

기립 상태에서의 족저압은 Gateview 발판 위에 올라가서 양 발을 어깨너비로 벌린 채 두 세 번 제자리걸음 후 대상자가 편안히 느끼는 상태로 가만히 서 있을 때의 족저압을 측정하였

다. 보행 상태에서의 족저압 측정은 신발을 벗고 맨발로 자연스럽게 걸으면서 Gateview 발판 위를 한 쪽 발로 찍고 지나가고, 뒤돌아서 돌아오면서 나머지 반대편 발을 찍고 지나가도록 하였다. 자연스러운 보행을 위해 환자가 몇 번의 연습을 통해 익숙해지면 측정을 시행하였다. 보행각은 보행 자세에서 신체의 진행 방향선과 발 장축 사이의 각도를 말하며, 보행 시 족저압 측정과 함께 Gaitview로 측정된 값을 기준으로 하였으며, 정상범위는 7°이다^{16,17)}.

(2) Fore foot/Rear foot peak pressure ratio(F/R ratio)

당뇨병성 신경병증 환자들과 파킨슨 환자들의 족압 분포를 분석하였던 방법인 Pmax F/R ratio(Fore foot/Rear foot peak pressure ratio)를 응용하여 Fore foot pressure ratio를 Rear foot pressure ratio로 나누어 F/R ratio를 구하여 족압 분포의 특징을 파악하였다. F/R ratio는 값이 작은 것을 추진력이 더 떨어지는 발로 보고 작은 값을 나타내는 발을 선택하였다.

(3) Asymmetric Index(AI)

기립 상태와 보행 시의 전후, 좌우 발의 족저압 분포를 이용해 기립과 보행 시의 Anteroposterior Asymmetric index(| anterior foot pressure-posterior foot pressure |), Right-left Asymmetric index(| right foot pressure-left foot pressure |)값을 구하여 전후 및 좌우 발의 압력 배분의 불균형을 파악하였다.

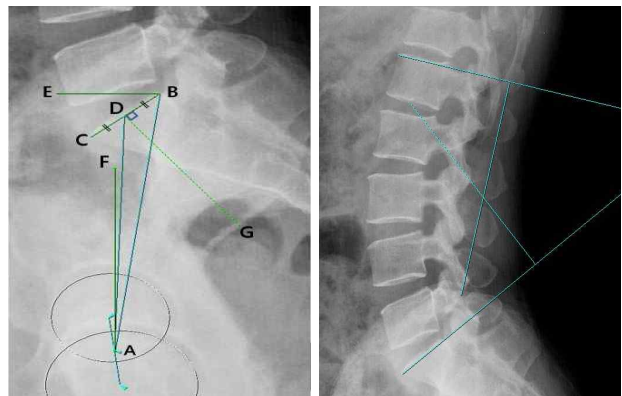


Fig. 1. Pelvic parameters. ∠CBE: sacral slope, ∠DAF: pelvic tilt, ∠ADG: pelvic incidence, ∠ABC: pelvic lordosis angle.



Fig. 3. Gateview AFA-50.

Table 1. Hardware feature of Gateview AFA-50

Mechanical and Electronic data	
Size(length, width, height) : 700×500×45 mm	
Thickness : 3 mm	
Active Area : 410×410 mm	
Sensor type : 48HV matrix sensor	
Sensor size : 0.73 cm ²	
Number of sensor : 2304(48×48)	
Test time : changeable	
Temperature range : -40℃~85℃	
Sensor lifetime : >1,000,000 actuations	
Maximum pressure : 100 N/cm ²	
Interface PC/Platform : USB	
Voltage : External power supply 5 V	
Acquisition frequency : ≤86 images per seconds	
Analogic / Digital conversion : 16bits	

3. 자료분석

SPSS version 18.0 for windows를 사용하여 각 측정항목들의 분석을 실시하였으며, 유의수준은 p-value 0.05 이하로 하였다. 각 자료의 기술분석은 mean±S.D.로 표시하였다. 요통과 골반지표 및 발과의 상관관계 분석을 위해 Pearson correlation을 이용하였다.

결 과

1. 일반적 특성

대상자는 총 33명의 여성으로 연령분포는 21-64세로 평균 연령은 38.82±11.51세였다. 신체 계측치를 보면 키는 평균 159.81±5.15 cm이며, 몸무게는 평균 56.56±9.72 kg이었으며, 체질량 지수는 평균 22.17±3.3 kg/m²로 나타났다. 척추 기능 장애 지수(ODI)는 평균 32.13±12.05%였으며 시각적 상사척도(VAS)는 평균 5.69±1.55로 나타났다(Table 2).

Table 2. Characteristics of Subjects(n=33)

Characteristics	Mean±S.D.
Age(years)	38.82±11.51
Height(cm)	159.81±5.15
BW(kg)	56.56±9.72
BMI(kg/m ²)	22.17±3.39
ODI(%)	32.13±12.05
VAS	5.69±1.55

BW: body weight, BMI: body mass index, ODI: Oswestry disability index, VAS: visual analogue scale

2. 골반 지표 및 요추 전만각

골반 지표 중 골반 입사(PI)는 평균 52.71±8.77이고, 천추 경사(SS)는 평균 38.96±7.41, 골반 경사(PT)는 평균 13.75±6.41이었으며, 골반 전만각(PLA)은 평균 33.37±7.88으로 나타났다. 또한 요추 전만각(LLA)은 평균 39.40±10.12으로 측정되었다(Table 3).

3. 족저압 및 보행각과 Asymmetry index

족저부에 가해지는 총압력을 100으로 보았을 때, 기립 시 좌측의 평균 족저압은 55.46±3.79이며, 우측의 평균 족저압은 44.54±3.78이고, 전방의 평균 족저압은 49.98±6.03, 후방의 평균

족저압은 50.02±6.02으로 나타났다. 보행 시 좌측의 평균 족저압은 49.42±1.93이고, 우측의 평균 족저압은 50.58±1.94이었으며, 전방의 평균 족저압은 56.21±4.60, 후방의 평균 족저압은 43.79±4.59으로 나타났다. 기립 시 좌우 족저압의 Asymmetry index(AI)는 평균 11.69±6.24이고, 전후 족저압의 AI는 평균 9.66±7.01이었다. 보행 시 좌우 족저압의 AI는 평균 3.06±2.59이었으며, 전후 족저압의 AI는 평균 12.94±8.42로 나타났다. 보행 시 좌측 발의 보행각은 평균 9.54±3.99이었고, 우측 발의 보행각은 평균 10.08±6.71이었다. F/R ratio 값은 평균 1.21±0.23으로 나타났다(Table 4).

Table 3. Mean ± S.D. of Pelvic Parameters and Lumbar Lordosis Angle

	Mean±S.D.
Pelvic incidence(°)	52.71±8.77
Sacral slope(°)	38.96±7.41
Pelvic tilt(°)	13.75±6.41
Pelvic lordosis angle(°)	33.37±7.88
Lumbar lordosis angle(°)	39.40±10.12

Table 4. Mean ± S.D. of Foot Pressure, Gait Angle, F/R Ratio and Asymmetric Index

		Mean±S.D.
Foot pressure in standing(%)	Left	55.46±3.79
	Right	44.54±3.78
	Fore	49.98±6.03
	Rear	50.02±6.02
Foot pressure in walking(%)	Left	49.42±1.93
	Right	50.58±1.94
	Fore	56.21±4.60
	Rear	43.79±4.59
Asymmetric index in standing	Anteroposterior	9.66±7.01
	Right-left	11.69±6.24
Asymmetric index in walking	Anteroposterior	12.94±8.42
	Right-left	3.06±2.59
Gait angle(°)	Left	9.54±3.99
	Right	10.08±6.71
F/R ratio		1.21±0.23

Asymmetric index(anteroposterior)= | anterior foot pressure-posterior foot pressure |. Asymmetric index(right-left)= | right foot pressure-left foot pressure |. F/R ratio: fore foot/rear foot peak pressure ratio

4. ODI 및 VAS와 골반 지표 및 요추 전만각과의 상관관계

요통 환자들의 ODI 및 VAS와 골반 지표 및 요추 전만각 사이에 특정한 상관관계가 있는지 알아 본 결과 유의한 상관관계는 나타나지 않았다(Table 5).

Table 5. Correlation between ODI, VAS, Pelvic Parameters and Lumbar Lordosis Angle

	ODI	VAS
Pelvic incidence	-0.061	0.056
Sacral slope	-0.197	-0.177
Pelvic tilt	0.145	0.281
Pelvic lordosis angle	0.048	-0.076
Lumbar lordosis angle	-0.237	-0.164

ODI: Oswestry disability index, VAS: visual analogue scale

5. ODI 및 VAS와 보행각, F/R ratio 및 Asymmetric Index와의

상관관계

요통 환자들의 ODI 및 VAS와 보행각, F/R ratio 및 Asymmetric Index와의 상관관계를 분석한 결과 ODI와 F/R ratio는 유의한 음의 상관관계($r=-0.308, p<0.05$)를 보였으나 그 외에는 유의한 상관관계가 없었다(Table 6).

Table 6. Correlation between ODI, VAS, Gait Angle, F/R Ratio and Asymmetric Index

		ODI	VAS
Gait angle	Left	0.223	0.079
	Right	0.179	0.227
F/R ratio		-0.308*	-0.076
AI in standing	Anteroposterior	0.017	-0.054
	Right-left	-0.199	-0.223
AI in walking	Anteroposterior	-0.282	-0.133
	Right-left	-0.122	-0.288

* $p<0.05$. ODI: oswestry disability index. VAS: visual analogue scale. F/R ratio: fore foot/rear foot peak pressure ratio. AI: asymmetric index. Asymmetric index(anteroposterior)= | anterior foot pressure-posterior foot pressure |. Asymmetric index(right-left)= | right foot pressure-left foot pressure |

6. 골반 지표 및 요추 전만각과 보행각, F/R ratio 및 Asymmetric Index와의 상관관계

골반 지표 및 요추 전만각과 보행각, F/R ratio 및 Asymmetric Index(AI)와의 상관관계를 살펴본 결과, 골반 입사(PI)와 보행 시 전후 족저압의 AI와는 유의한 양의 상관관계($r=0.392, p<0.05$)가 있었다. 천추 경사(SS)는 보행 시 전후 족저압의 AI($r=0.294, p<0.05$)와 좌우 족저압의 AI($r=0.427, p<0.05$)와 모두 유의한 양의 상관관계가 있었다. 골반 전만각(PLA)과 보행 시 좌우 족저압의 AI사이에는 유의한 음의 상관관계($r=0.345, p<0.05$)가 있었으며, 요추 전만각(LLA)은 보행 시 좌우 족저압의 AI와 유의한 양의 상관관계($r=0.311, p<0.05$)가 있었다(Table 7).

Table 7. Correlation between Pelvic Paramertes, Lumbar Lordosis Angle, Gait Angle, F/R Ratio and Asymmetric Index

		PI	SS	PT	PLA	LLA
Gait angle	Left	-0.169	-0.308	0.208	0.126	-0.244
	Right	-0.049	-0.228	0.197	0.023	-0.134
F/R ratio		0.009	0.230	-0.253	0.006	0.117
AI in standing	Anteroposterior	-0.169	-0.121	-0.091	0.032	0.041
	Right-left	-0.079	-0.163	0.081	0.048	0.094
AI in walking	Anteroposterior	0.066	0.294*	-0.286	0.024	0.160
	Right-left	0.392*	0.427*	0.042	-0.345*	0.311*

* $p<0.05$. PI: pelvic incidence. SS: sacral slope. PT: pelvic tilt. PLA: pelvic lordosis angle. LLA: lumbar lordosis angle. F/R ratio: fore foot/rear foot peak pressure ratio. AI: asymmetric index. Asymmetric index(anteroposterior)= | anterior foot pressure-posterior foot pressure |. Asymmetric index(right-left)= | right foot pressure-left foot pressure |

고찰

일반적으로 요통은 허리부위에 나타나는 통증을 광범위하게 표현하는 것으로 주로 척추신경이 끝나는 2번 요추 이하부터 천장골 관절까지 나타나는 모든 통증을 지칭하며, 그 원인이 다양하고 통증이 수개월 또는 수년간 지속되면서 심리적, 사회적 요인이 작용하는 경우가 많다. 특히 만성 요통은 요통의 원인이 사라졌음에도 불구하고, 통증이 3-6개월 이상 지속되는 것을 의미하는데¹⁸⁾, 성별의 차이와는 관계없이 발생되고, 모든 연령이나

사회계층에서 나타나며 대부분 반복성으로 나타나는 특징이 있다^{19,20)}.

요통으로 인한 통증은 근육과 감각 기관에서 유입되는 정상적인 신호를 왜곡하여 자세균형 수행을 방해하고, 균형을 유지할 수 있는 능력에 손상을 일으켜 비정상적인 자세를 유발시키며 근골격계의 생체역학적 스트레스의 증가를 가져오게 된다²¹⁾.

정상적인 자세는 관상면에서 좌, 우 대칭이어야 하며, 시상면에서는 중력선이 외이의 전방, 상완 관절의 중심, 슬관절의 전방, 발 외과의 전방을 지나는 것으로, 이러한 자세는 척추 및 골반, 하지의 역학적인 상태에 따라 변화하게 된다. 요통 환자의 대부분은 긴장된 자세를 유지하고 있으며 이러한 자세는 항중력근과 골격 형태에 의해 규정되어지는 것이 아니며 일정범위 내에서 변화되는 특징이 있다²²⁾.

골반은 보행 능력에 가장 효과적으로 영향을 미치는 조절점이라 할 수 있으며 복부와 체중을 지지하고 척추와 하지를 연결하며, 기립 자세에서 체중을 양측 하지에 균등하게 분배하는데, 이때 골반과 하지의 정상적 정렬이 요구된다. 보행 시에는 골반 관절구에 하지가 연결되는 구조적 특성으로 인해 하지에 체중이 전달 될 때마다 골반은 생체역학적 보상 작용을 보이며 하지의 운동에 영향을 미치게 된다. 골반이 평행하지 않으면 척추가 한 쪽으로 기울어져 인체의 대상성 커브가 나타나고 골반의 구조적 변위로 인해 특히, 천장관절에서 장력의 좌우 균형이 깨지게 되면 기능적 다리 길이의 차이를 비롯한 비정상적인 하지 기전 및 변형은 물론 골반 주위 연부조직의 손상을 초래하게 된다^{23,24)}.

척추와 골반간의 균형을 기술하는데 있어 골반의 모양을 측정하는 방법은 여러 가지가 있지만 가장 많이 사용되는 방법은 골반 입사(PI)와 골반 전만각(PLA)이다^{11,12)}. 골반 입사(PI)는 천추 상연 중심에서 상연과 직각인 선이 hip axis의 중심과 연결한 선과 이루는 각으로 골반 기울기(PT)와 천추 경사(SS)의 합이기도 하며, 골반의 형태를 반영하는 해부학적 지표로서 사람에 따라 고유한 일정한 값을 가진다. 본 연구에서 골반 입사(PI)는 평균 52.71±8.77로 만성 요통환자를 대상으로 한 조 등²⁵⁾의 측정치(52.35±11.96)와는 차이가 없었으나 20-30대 젊은 한국 여성을 대상으로 한 김 등²⁶⁾의 측정치(48.5±9.4)보다는 크게 나타났다. 이 등²⁷⁾은 골반 입사(PI)가 클수록 후추에 상요추부에서 척추의 전만이 정상보다 길게 연장되고 가파른 천추 경사(SS)와 척추의 큰 시상만곡을 가지고 있음을 보고하였는데, 이러한 결과로 볼 때 만성 요통환자는 정상인보다 척추 시상만곡의 이상 발현 가능성을 고려해볼 수 있다.

골반 경사(PT)는 천추 상연 중심과 hip axis 중심을 연결한 선이 central gravity line과 이루는 각이며, 시상면 불균형이 있을 때 골반 보상기전을 반영하는 위치 지표이다. 정상적으로는 골반 입사(PI)에 의해 크게 영향을 받지 않고 10-15도 사이의 좁은 범위에 위치하고 있으며, 본 연구에서는 평균 13.75±6.41로 정상범위 안에 분포하여 골반의 균형이나 보상의 정도를 확인할 수는 없었다. 천추 경사(SS)는 천추 상연이 수평선과 이루는 각으로 값이 클수록 요추 전만이 증가하고, 요천관절의 변형과 압력이 증가되어 요통을 일으키는 기계적 요소가 되며, 반대로 골

반 보상기전이 일어나면 이 값은 감소하게 된다. 일반적으로 정상범위는 30-57도의 범위로 정 등²⁸⁾은 급성 요통 환자의 경우 만성 요통 환자의 경우보다 천추 경사(SS) 각이 더 작게 분포함을 보고하였다. 본 연구의 천추 경사(SS)는 평균 38.96±7.41이었다. 요추 전만각(LLA) 소실로 인한 시상면 불균형이 일어나면 기립 상태를 유지시키기 위해 골반이 hip axis를 중심으로 뒤로 회전하게 되며, 이때 골반 경사(PT)는 증가하고 천추 경사(SS)는 작아지게 된다. 또한 골반 입사(PI)와 천추 경사(SS), 요추 전만각(LLA), 흉추 각도 사이에는 강한 상관관계가 있다^{29,30)}. 골반 전만각(PLA)은 hip axis의 중심과 제1천추체 상연의 후상방구석을 이은 선이 천추 상연을 평행하게 그은 선과 이루는 각으로 척추 만곡 중 제1천추골이 기여하는 정도를 수치화하여 계산할 수 있다는 장점이 있으며 골반 입사(PI)가 증가할수록 골반 전만각(PLA)은 감소하는 반비례 관계를 가진다. 본 연구에서는 평균 33.37±7.88로 김 등²⁶⁾의 측정치(38.7±8.3)와 비교 시 골반 입사(PI)와는 반대로 작게 나타났다.

만성 요통과 골반과의 관계를 살펴보기 위해 만성 요통 환자의 ODI 및 VAS와 골반지표와의 상관관계를 분석한 결과 유의한 관련성은 없는 것으로 나타났다. 이는 조 등²⁵⁾의 연구와도 상응하는 결과로 골반 지표 값이 통증의 상태나 강도를 반영하기 보다는 척추의 이상만곡과 같은 정렬에 있어서 불균형적인 상태와 이에 대한 보상의 정도를 나타낸다고 생각 해 볼 수 있다.

발은 서 있을 때 인간이 외부환경과 직접적으로 접촉하는 유일한 부분으로 건강한 성인은 균형조절을 위해 지면과 접촉한 발로부터 체성 감각 정보를 입력받게 되고, 입력된 정보는 감각 피드백에 영향을 미쳐 이로 인해 근 활성화 패턴을 변화시키는 등 발의 생체역학적 기능은 인체의 자세와 척추의 정렬에 영향을 미치게 된다^{31,32)}.

발의 기능적, 구조적 상태를 파악하는 방법으로는 방사선 촬영 또는 족부진단기(foot scan)를 이용하거나 각도기와 자를 이용하여 실측하는 방법 등이 있다^{33,34)}. 이 중에서 족부진단기(foot scan)는 압력 센서를 통해 족저부 압력의 측정 및 보행을 분석하는 방법으로 검사가 간단하고 단시간에 다양한 측정을 할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 압력 센서 시스템인 Gateview AFA-50를 이용하여 만성 요통 환자들의 족저 압력의 전후비와 좌우차를 구하여 만성 요통과 척추 및 골반과의 상관관계를 분석하였다.

본 연구에서 족저압은 기립 시에는 주로 좌측과 후방에서 높은 것으로 나타났고, 보행 시에는 우측과 전방에서 높은 것으로 나타났다. 그리고, 기립 시에는 전후 보다는 좌우 족저압의 불균형이 큰 것으로 나타났으며, 보행 시에는 좌우 보다는 전후 족저압의 불균형이 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기립과 보행에 있어서 안정된 균형의 유지와 양측 하지의 원활하고 완전한 체중부하의 분배에 대한 수행기전이 다르다고 생각해 볼 수 있으며 이에 대한 보다 자세하고 구체적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

만성 요통과 족부와의 관계를 살펴보기 위해 만성 요통 환자의 ODI 및 VAS와 보행각, F/R ratio, AI와의 상관관계를 분석

한 결과 ODI와 F/R ratio간에는 유의한 음의 상관관계가 있었으며($r=-0.308$, $p<0.05$), 그 외에는 유의한 관련성을 보이지 않았다. ODI와 F/R ratio가 음의 상관관계를 나타내는 것은 만성 요통환자에 있어서 척추의 기능이 좋을수록 F/R ratio가 높게 나타나는 경향이 있으며, 이는 척추의 기능이 저하된 환자들 보다 보행 시 발의 앞쪽 부분에 압력이 집중되는 경향이 있다고 해석할 수 있고, 그만큼 앞으로 걸어 나갈 때 발 앞쪽으로 체중이 집중되어 잘 걸어나갈 수 있게 해 주는 추진력을 제공하는 것으로 해석할 수 있다.

골반과 족부와의 관련성을 살펴보기 위해 골반지표 및 요추 전만각과 보행각, F/R ratio, AI와의 상관관계를 분석한 결과 골반 입사(PI)는 보행 시 좌우 AI와 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며, 천추 경사(SS)는 보행 시 전후 및 좌우의 AI와 모두 양의 상관관계를 나타내었다. 또한 골반 전만각(PLA)는 보행 시 좌우의 AI와 음의 상관관계가 나타났고, 요추 전만각(LLA)는 보행 시 좌우의 AI와 양의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 천추 경사(SS)가 보행 시 족저압 불균형과의 관련성이 주된 요인일 것으로 생각되어지는데, 천추 경사(SS)가 증가 할수록 보행 상태에서의 족저압 불균형, 특히 좌우의 불균형도 커지는 것으로 해석할 수 있다. 천추 경사(SS)와 골반 경사(PT)의 합인 골반 입사(PI) 또한 골반 경사(PT)가 10-15도의 좁은 범위 내에서 위치함을 간주할 때 주로 천추 경사(SS)에 의해 결정되며, 이는 골반 입사(PI)가 보행 시 좌우의 족저압 불균형과 양의 상관관계가 나타날 수 있음을 보여준다. 골반 전만각(PLA)은 골반 입사(PI)와 반비례하는 특성 상 보행 시 좌우 족저압 불균형과 음의 상관관계가 나타날 수 있으며, 요추 전만각(LLA) 또한 천추 경사(SS)가 증가할수록 커짐을 고려할 때, 보행 시의 좌우 족저압 불균형과도 양의 상관관계가 나타내어지는 것으로 생각된다. 이상에서 유추해 볼 수 있는 것은 만성 요통환자에 있어서 골반 지표들은 보행각이나 기립 상태에서의 발의 불균형보다는 보행 상태에서 발의 불균형과 연관이 크다고 생각해 볼 수 있다. 그러나 단순 상관관계 분석으로는 골반 지표값들이 보행 시 발의 불균형에 영향을 주었는지, 환자의 보행습관으로 인해 나타나는 발의 불균형이 골반 지표값들에 영향을 주었는지는 명확하게 알 수 없으며, 이에 대해서는 유관 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 만성 요통 환자만을 대상으로 연구를 시행하였으므로 추후 정상인에 해당되는 대상자에 대한 관련 연구와 함께 전체적인 골격계의 구조와 생체역학적 관계를 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

본 연구는 만성 요통 환자들을 대상으로 X-선 및 foot scan을 이용하여 골반 지표와 족부의 생체역학적 특징을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

ODI 및 VAS와 골반 지표, 요추 전만각 사이에는 유의한 관련성이 나타나지 않았다. ODI와 F/R ratio는 유의한 음의 상관관계를 보였으나, ODI 및 VAS와 발의 보행각, Asymmetric

Index 사이에는 유의한 관련성이 나타나지 않았다. 골반 입사(PI)와 보행 시 전후 족저압의 Asymmetric Index와는 유의한 양의 상관관계를 나타내었다. 천추 경사(SS)는 보행 시 전후 족저압의 Asymmetric Index 및 좌우 족저압의 Asymmetric Index와 모두 유의한 양의 상관관계를 나타내었다. 골반 전만각(PLA)과 보행 시 좌우 족저압의 Asymmetric Index사이에는 유의한 음의 상관관계를 나타내었다. 요추 전만각(LLA)은 보행 시 좌우 족저압의 Asymmetric Index와 유의한 양의 상관관계를 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 2010학년도 원광대학교의 교비지원에 의해서 수행 됨.

참고문헌

- Andersson, G.B. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet*. 354: 581-585, 1999.
- von Korff, M., Saunders, K. The course of back pain in primary care. *Spine*. 21: 2833-2837, 1996.
- Verbunt, J.A., Seelen, H.A., Vlaeyen, J.W., van de Heijden, G.J., Heuts, P.H., Pons Knottnerus, J.A. Disuse and deconditioning in chronic low back pain: concepts and hypotheses on contributing mechanisms. *Eur J Pain*. 7: 9-21, 2003.
- Renkawitz, T., Boluki, D., Grifka, J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *The Spine Journal*. 6: 673-683, 2006.
- Hubley-Kozey, C.L., Vezina, M.J. Differentiating temporal electromyographic waveforms between those with chronic low back pain and healthy controls. *Clinical Biomechanics* 17: 621-629, 2002.
- Knutson, G.A. Incidence of foot rotation, pelvic crest unleveling, and supine leg length alignment asymmetry and their relationship to self-reported back pain. *Manipulative Physiol Ther*. 25(2):110E, 2002.
- Roncarati, A., MacMullen, W. Correlates of low back pain in a general population sample. *J Manipulative Physiol Ther*. 11(2):158-164, 1988.
- Christie, H.J., Kumar, S.A., Warren, S. Postural aberrations in low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 76(3):218-224, 1995.
- Fairbank, J.C.T., Davis, J., Couper, J., O'Brien, J. The Oswestry Disability Questionnaire. *Physiotherapy*. 66: 271-273, 1980.
- David, A.W., Ensor, T. 맥납의 요통. 제4판. 서울, 가본의학, pp 19-22, 2008.
- Legaye, J., Duval-Beaupere, G., Hecquet, J., Marty, C. Pelvic incidence: a fundamental parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J*. 7: 99-103, 1998.
- Jackson, R.P., Phipps, T., Hales, C., Surber, J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine*. 28: 151-160, 2003.
- 이찬녕, 엄광문, 박건우, 고성범, 김병조, 오경미, 김호정, 이대희. Foot Scan system을 이용한 파킨슨병 환자의 역동적 족압분석. *대한신경과학회지* 25(2):172-179, 2007.
- Caselli, A., Pham, H., Giurini, J.M., Armstrong, D.G., Veves, A. The fore-to-rear foot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration. *Diabetes Care*. 25: 1066-1071, 2002.
- Park, B.J., Park, S.B., Park, J.W., Lee, S.J., Lee, K.H. The effects of Physical Factors on Anteroposterior, Intersidal Weight-Bearing Pattern and Stance Phase in Normal Adults. *J Korean Acad Rehab Med*. 32: 576-581, 2008.
- Murray, M.P. Gait as a total pattern of movement. *Am J Phys Med*. 46: 290, 1967.
- Jacquelin Perry. Perry의 보행분석. 서울, 영문출판사, p 29, 2006.
- Frymore, J.W. Predicting disability, from low back pain. *Clin Orthop*. p 279, 1991.
- van den Hoogen, H.J., Koes, B.W., van Eijk, J.T., Bouter, L.M., Deville, W. On the course of low back pain in general practice: A one year follow up study. *Ann Rheum Dis*. 57: 13-19, 1998.
- van Tulder, M.W., Koes, B.W., Bouter, L.M. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain: A systematic review of randomized controlled trials of the most common interventions. *Spine*. 22: 2128-2156, 1997.
- Graves, J. Pelvic restraint effecton lumbar gluteal and hamstring muscle electromyographic activation. *Arch Phys Med Rehabil*. 80(4):428-431, 1999.
- Gill, K. & Callaghan, M. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine*. 23(3):371-377, 1998.
- 이홍재, 나영무, 임길병. 만성 요통을 호소하는 축구선수들의 골반 및 하지의 생체역학적 특징. *대한스포츠의학회지* 22(1):59-66, 2004.
- 황병용, 김승원, 김선희. 편마비 환자에서 골반과 하지 사이의 재정렬 후 족저압 변화. *한국BOBATH학회지* 3(2):65-72, 1998.
- 조유정, 정석희, 송미연. 만성 요통 환자의 하지 길이 부전과 요천추부 및 골반의 방사선학적 지표와의 관계. *한방재활의 학과학회지* 20(4):171-183, 2010.
- 김원중, 이상호, 민상혁, 최병관, 이은숙, 신송우. 젊은 한국 여성의 시상면상 골반 형태에 대한 방사선학적 계측. *대한정*

- 형외과학회지 40: 14-18, 2005.
27. 이종서, 정성수, 정광훈, 김상림. 이상 척추 시상 만곡의 발현에 있어서 Pelvic Incidence가 가지는 의의. 대한정형외과학회지 41: 274-280, 2006.
28. 정성엽, 박영희, 금도호, 이명중, 조윤철. 유병기간에 따른 요통환자의 ferguson각과 요추 중력중심선의 통계적 관찰. 한방재활의학과학회지 13(1):119-129, 2003.
29. Legaye, J., Duval-Beaupere, G. Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation. Acta Orthop Belg. 71: 213-220, 2005.
30. Vialle, R., Levassor, N., Rillardon, L., Templier, A., Skalli, W., Guigui, P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. J Bone Joint Surg Am. 87: 260-267, 2005.
31. Shumway-Cook, A., Horak, F.B. Assessing the influence of sensory interaction on balance. Phy Ther. 66(10):1548-1550, 1986.
32. Nigg, B.M., Nerse, M.A. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. Clin Biomech. 16: 719-727, 2001.
33. D'Amico, M. Scoliosis and leg asymmetries: a reliable approach to assess wedge solutions efficacy. Stud Health Technol Inform. 88: 285-289, 2002.
34. Irvin, R.E. Reduction of lumbar scoliosis by use of a heel lift to level the sacral base. J Am Osteopath Assoc. 91(1):34, 37-44, 1991.