

체간 안정화 운동이 요통환자의 요부안정성과 족저압에 미치는 영향

이우진¹, 박설¹, 박지원²

¹대구가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, ²대구가톨릭대학교 의료과학대학 물리치료학과

Influence of Trunk Stabilization Exercise upon the Lumbar Stabilization and Foot Pressure in Patients with Back Pain

Woo-Jin Lee¹, Seol Park¹, Ji-Won Park²

¹Department of Physical Therapy, General Graduate School, Catholic University of Daegu, ²Department of Physical Therapy, College of Medical Science, Catholic University of Daegu

Purpose: This study examined the effect of trunk stabilization exercise upon the lumbar stabilization and foot pressure on an unstable surface with back pain.

Methods: The subjects of the study were 10 patients who showed the symptom of back pain with excessive lumbar curve. This study was 4 weeks, 30 minutes per session, three times a week for a total of 12 times as a result of exercise radiation imaging device and foot pressure analyzer.

Results: The sacrohorizontal angle was statistically significant($p<0.05$). Comparison of the difference between static right and left foot pressure ratio analysis was statistically significant($p<0.05$). Dynamic right and left foot pressure comparisons for the difference was statistically significant in the analysis ($p<0.05$).

Conclusion: : Trunk stabilization exercise and the reduction of the excessive sacrohorizontal angle, and static and dynamic foot pressure imbalance reduced left and right.

Key Words: Back pain, Sacrohorizontal angle, Foot pressure

1. 서론

요통(back pain)은 인간의 약 70~80%가 일생에 한번 정도 경험하는 높은 빈도의 증상이다.¹ 요통을 유발하는 원인은 척추자체의 병변 때문에 생기는 구조적 요인, 복강 내 장기나 생식기 질환, 운동부족, 스트레스나 여성의 히스테리 같은 심리적 요인, 근골격계의 역학적 기능 저하로 인한 생체역

학적인 요인들을 들 수 있다.² 요추 부위는 직립보행을 하는 사람에게 중요한 부분이며 요추 부위에 통증이 지속되면 보행 시에 골반, 척추, 그리고 하지 움직임에 장애가 나타난다.³

기능적 관점에서 요통은 시상면(sagittal)에서 후천적인 손상으로 요추커브가 감소된 편평등(flat back)과 요추의 커브가 증가한 전만증이며, 골반의 기울기와 요추 커브 간의 상관관계에 대하여 밝혀지지는 않았지만, 골반이 전방으로 경사가 일어나면 요추의 커브는 증가되고 반면에 골반이 후방 경사되면 요추커브는 감소된다고 하였다.⁴ L5-S1 골단관절의 관절면은 다른 요추 영역보다 좀더 전두면을 향하고 있으며, 천골의 상부는 전하방으로 경사져 있어 약 40°의 천골수평각을 형성하며 체중의 64%에 해당하는 전방 전단력을 만들어내며, 서있거나 앉아있는 동안, 골반의 전방

Received Jan 20, 2014 Revised Feb 6, 2014

Accepted Feb 11, 2014

Corresponding author Ji-Won Park, mylovept@hanmail.net

Copyright © 2014 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

경사로 인해 요추 전만은 증가 될 수 있으며 여러 구조물들이 L5-S1 접경부위에 대한 전후 정렬의 안정성에 기여하게 되는데,⁵ 배부근(back muscle)들의 근력 또는 지구력 수용 능력의 감소는, 요통의 발생과 밀접한 관계를 가진다고 보고되어 왔으며,⁶ 신전근의 유연성과 지구력의 향상은 체간 안정성을 증진하여 요통을 줄일 수 있다고 보고하였다.^{7,8} 만성요통은 보행의 선행적 자세조절을 사용하여 정형화된 보행 특성을 나타낼 뿐 아니라⁹ 신체적 및 심리적 문제, 장애, 그리고 삶의 질의 저하가 수반되며,¹⁰ 통증 및 감각 저하로 인하여 보행속도, 보장, 분속 수, 편측 지지시간 등이 감소되는 경향을 보이며 이로 인한 비대칭적인 보행패턴을 나타낸다고 하였다.¹¹

Cho와 Lee¹²는 보행의 동작형태는 그 사회의 생활 습관이나 의식 구조와 같은 심리적 특성과 개인의 신체적 특성에 따라 다른 형태를 보일 수 있으며, 특히 바르지 못한 동작은 인체구조에 이상을 야기시킬 수도 있어 올바른 보행의 중요성을 보고하였다. 또한 보행에서 하지의 운동학적 사슬의 마지막 부분인 발은 지면에 접촉하여 신체에 활동하는 힘을 부여하고 전달하는 능력을 가지며, 병변을 갖게 되면 보행기전을 바꿀 수 있고 그 결과로 다른 하지 관절에 영향을 주므로 다른 관절의 병리를 초래하게 된다.^{13,14} 발은 인체의 균형을 유지하는데 시각, 전정 기관과 같이 매우 중요한 기관이며, 특히 넘어지는 것을 피하기 위하여 발로 지지함을 유지함으로써 무게중심점(center of mass)을 자세조절을 통하여 안정된 균형을 유지하게 한다. 이러한 조절은 신체 움직임과 두 발 사이의 체중이동을 조절 하는 것이며,¹⁵ Cohen 등¹⁶ 은 자세균형을 유지시키는 능력은 인간이 생활을 영위해 나가거나 목적 있는 활동을 수행하는데 가장 기본이 되는 필수 요소이고, 자세 안정성을 지속적으로 유지해 가는 과정을 의미한다고 보고하였다.

보행이 이루어지게 되면 발의 구조적, 기능적 상태 혹은 신발이나 노면 상태에 의해 족저압이라는 압력분포가 나타난다. 족저압은 인체의 균형정도에 반영하는 하나의 지표로서, 운동과학의 임상분야, 연구분야에서 많은 관심을 갖고 있는 측정대상 중 하나이다.¹⁷ 족저압력은 지면반력 분석(ground reaction force analysis)으로서 운동역학적(kinetic) 분석방법으로 인체가 외부 물체에 가하는 힘이나 반작용력이 작용할 때, 지면으로부터 발생하는 지면반력을 측정하여 힘을 정량적으로 분석하는 방법이다. 그러나, 지면 반력에 의하여 얻어진 근육의 모멘트(moment)는 링크-체절 역학을 통해서 산술적으로 계산된 값이기 때문에, 각

근육에 작용하는 힘이나 근육이 발휘하는 힘을 정확하게 측정하는 것은 불가능하다.¹⁸ 그러나 족저압을 측정함으로써 발의 특정부위에 가해지는 압력을 관찰할 수 있는데, 바르지 않은 자세의 보행패턴은 생리학적 장애를 가져와 근육과 관절에 피로를 주며, 척추에 반복적인 비정상 충격을 전달하여 척추질환의 직접적인 원인이 되기도 하며,¹⁹ 부적절한 보행 동작은 발과 지면의 접촉 시 발생하는 충격을 적절히 흡수하지 못해 인체의 근골격계에 과도한 피로를 유발시켜 부상을 야기시킬 수 있으며,²⁰ Lee 등²¹은 최근 청소년들에서 요통이나 어깨 통증, 경부통 등의 호소와 척추측만증, 후만증 및 전만증과 같은 척추 변형 발생률이 증가하고 있다고 보고하였다.

이에 본 연구는 과도한 요추전만을 동반한 만성 요통환자를 대상으로 체간 안정화 운동을 적용하여 요부의 안정화와 보행 시 좌, 우측 족저압 평균 분포도에 어떤 유의한 차이가 있는지 연구하여 발의 각 부위에 전달되는 충격을 자세하게 평가할 수 있을 뿐만 아니라, 만성 요통환자가 쉽게 접근할 수 있는 치료 프로그램을 제시하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 강릉시에 소재한 H내과 물리치료센터에서 치료를 받고 있는 방사선 소견상 천골수평각이 40° 이상이며 허리 통증이 6개월 이상인 만성 요통환자를 대상으로 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 들은 후 실험의 참가에 동의한 10명을 대상으로 시행되었다. 대상자 중 추간판 탈출증, 외과적인 수술을 받은 환자, 류마티스 질병이 있는 자, 큰 외상으로 하지에 수술을 받은 적이 있는 자는 대상자에서 제외하였다. 대상자들에게 실험과정에 대한 충분한 설명을 하였고 실험 전 열, 전기치료 및 과도한 신체적 활동을 통제하였다. 대상자의 연령은 평균 26.3세(범위 15~43세), 신장은 평균 162.1 cm(범위 150.8 cm~170 cm), 체중은 평균 54.8 kg(범위 51~68.3 kg)이었다.

2. 실험방법

1) 측정도구

본 연구에서 천골수평각을 측정하기 위해 방사선 영상장치(X-Ray)와 발바닥에 가해지는 압력을 측정하기 위해 족저압 측정기(GAITVIEW PRO 1.0, 알푸스, 한국)을 사용하였다. 족저압 측정기의Sensor type은 48 HV matrix sensor,

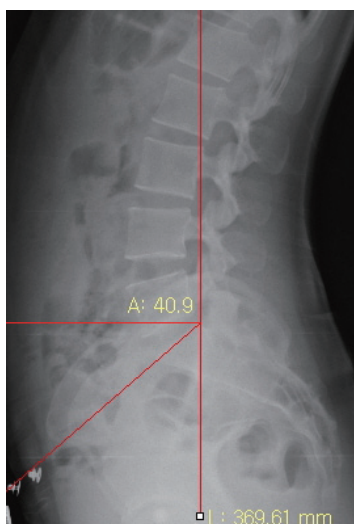


Figure 1. Sacrohorizontal angle

Sensor size는 0.73 cm^2 으로 구성되어 있다(GaitView user manual).

2) 측정방법

실험 전, 후 천골수평각을 분석하기 위해 바로 선 자세에서 방사선 영상장치를 1 m의 거리를 두고 허리뼈와 엉치뼈를 좌측에서 우측으로 시상면으로 촬영하여 L5-S1의 각도를 측정하였다(Figure 1). 정적 족저압 측정은 대상자의 키와 체중을 측정하여 프로그램에 입력하고 압력 측정판 위에서 대상자가 10초 동안 움직임 없이 양발로 서도록 하였으며, 동적 족저압 측정은 정확한 측정값을 구하기 위해 보행연습을 충분히 한 후 측정하였다. 족저압 분포는 체간의 균형 및 안정성을 보기 위해 선 자세에서 좌,우측의 족저압 평균값(average value)을 각각 측정하였으며, 좌우 압력비(pressure ratio), 전족부 압력비(fore foot ratio), 후족부 압력비(rear foot ratio)로 구분하여 3개 영역으로 정의하였다.

3) 실험절차

척추안정화 훈련의 운동 모형은 분절 안정화 운동 모델과 중립관절 위치조절과 안정성의 기능장애가 있는 방향에 대해 동적 조절 재훈련, 가동범위를 통해 포괄적 안정성 근육의 능동신장 이완 및 재훈련의 방법을 사용하였다.^{22,23} 본 연구에서의 체간안정화 훈련의 적용은 선행된 연구들의 운동 방법을 적용하여 국소적 안정근육의 단독 수축 인지훈련, 네발 기기 자세에서 체간과 상지와 하지는 90도를 유지하고 골반을 최대 전방과 후방경사를 반복한 후 양 범위의 중간

범위에서 저항감이 없는 중립위치에서 인지 훈련을 실시하였으며 다이나믹 에어쿠션(TOGU Dynair ball cushy-on Senso, TOGU, 독일)과 멀티롤(TOGU Multiroll Functional, TOGU, 독일)을 사용하여 불안정한 표면에서 바로 누운 자세에서 상지 분리운동, 무릎 선 자세에서 체간 축 회전(axial rotation) 운동, 앉은 자세에서 체간 축 회전운동, 바로 누운 자세에서 교각운동, 네발 기기 자세에서 상지 거상 교대운동을 각 운동동작 시 3초 유지 후 12회 3세트로 시행하였다.

4) 자료분석

본 연구의 통계분석을 위하여 PASW statistics version 18을 사용하였으며, 모든 자료는 평균과 표준편차로 제시하였다. 실험 전, 후의 측정값 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정을 시행하였으며 통계적 검정을 위해 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 실험 전, 후 천골수평각 비교

실험 전, 후 요부 안정성의 차이에 대한 비교 분석에서 천골-수평각은 실험 전 $46.55 \pm 3.78^\circ$ 실험 후 $45.65 \pm 4.44^\circ$ 로 통계적으로 유의하게 감소하였다. ($p < 0.05$)(Table 1).

2. 실험 전, 후 정적 족저압 비교

실험 전, 후 정적 선 자세의 좌우 족저 압력 평균비는 실험 전 $8.05 \pm 5.19\%$ 실험 후 $4.64 \pm 3.79\%$ 로 통계적으로 유의하게 감소하였고($p < 0.05$), 전족부 평균 압력은 실험 전 $6.38 \pm 3.22\%$ 실험 후 $4.68 \pm 3.17\%$ 로 감소하였지만 유의하지는 않았으며($p > 0.05$), 후족부 평균 압력은 실험 전 $2.5 \pm 1.86\%$ 실험 후 $2.23 \pm 1.76\%$ 로 감소하였지만 유의하지는 않았다(Table 1).

3. 실험 전, 후 동적 족저압 비교

실험 전, 후 동적 족저압의 차이에 대한 비교 분석에서 실험 전은 $5.51 \pm 4.18\%$ 이었고, 실험 후는 $2.48 \pm 2.52\%$ 로 통계적으로 유의하게 감소하였고($p < 0.05$), 전족부 압력은 실험 전 $3.4 \pm 2.34\%$ 실험 후 $1.96 \pm 2.22\%$ 로 감소하였지만 유의하지는 않았으며($p > 0.05$), 후족부 압력은 실험 전 $2.96 \pm 2.95\%$ 실험 후 $1.55 \pm 0.78\%$ 로 감소하였지만 유의하지는 않았다($p > 0.05$)(Table 2).

Table 1. Comparison of sacrohorizontal angle, static foot pressure before and after exercise

	before Ex(Mean ± SE)	After Ex(Mean ± SE)	t	P
SHA(n=10)	46.55 ± 3.78	45.65 ± 4.44	2.88	0.02
PR(n=10)	8.05 ± 5.19	6.38 ± 4.68	2.29	0.04
FF(n=10)	6.38 ± 3.22	4.68 ± 3.17	1.56	0.15
RF(n=10)	2.5 ± 1.86	2.23 ± 1.76	0.63	0.54

SHA: sacrohorizontal angle
 PR: pressure ratio
 FF: fore foot ratio
 RF: rear foot ratio

Table 2. Comparison of dynamic foot pressure before and after exercise in standing

(unit: %)

	before Ex(Mean ± SE)	After Ex(Mean ± SE)	t	P
PR(n=10)	5.11 ± 4.18	2.48 ± 2.52	2.53	0.03
FF(n=10)	3.4 ± 2.34	1.96 ± 2.22	1.47	0.18
RF(n=10)	2.96 ± 2.95	1.55 ± 0.78	1.67	0.13
RF(n=10)	2.5 ± 1.86	2.23 ± 1.76	0.63	0.54

PR: pressure ratio
 FF: fore foot ratio
 RF: rear foot ratio

IV. 고찰

본 연구에서는 4주간의 척추안정화 운동이 과도한 요추 전만을 가진 만성 요통환자의 요부 안정성과 양측 족저압의 평균비를 측정하여 선 자세와 보행에서의 균형에 미치는 영향을 알아보려고 연구를 실시하였다. 요부의 안정성이란 중립지대(neutral zone)를 유지하는 안정화 체계(stabilizing system)의 유의한 능력이라고 할 수 있으며, 수동 세부체계(passive subsystem)와 능동 세부체계(active subsystem) 그리고 신경 세부체계(neuralsubsystem)로 나눌 수 있다.²⁴ 능동 세부체계는 대근육(global) 체계와 국소근육(local) 체계로 분류 할 수 있으며 대근육은 다분절성(multi segment-al) 근육이라 할 수 있고, 몸에 가해지는 중력이나 무거운 물건을 들어 올리는 등 외적 부하에 대해 균형을 유지하는 근육이며, 소근육은 단분절성(inter segmental) 근육들로 척추만곡을 유지하며, 척추의 전·후방, 측방의 안정성을 유지하는 중요한 역할을 하는 긴장성 근육(tonic muscles)이다. 이처럼 요부의 안정성은 대근육 체계와 소근육 체계의 상호작용에 의존한다고 보고 하였다.^{25,26} 본 연구에서는 기존 연구에서의 척추 안정화 운동 모델을 제시하여 체간의 대근육과 소근육의 상호 수축과 이완을 통한

근육의 협조 운동을 실시하였으며, 그 결과 과도한 요추 전만을 동반한 만성 요통환자들의 친골수평각이 통계적으로 유의하게 감소하였다(p<0.05).

보행은 인체의 이동을 위한 가장 기본적인 운동으로서, 인간의 정상적인 성장발달을 도모할 뿐만 아니라 현대인들에게 부족한 운동량을 보완해주며 건강을 유지, 증진시킨다는 점에서 더욱 중요시 되고 있다.²⁷ 본 연구의 체간 안정화 운동에 따른 족저압에 연구와는 직접적 상관성은 없으나 Park 등²⁸은 척추측만증과 족저압과의 상관관계 연구에서 양측 족부에서의 족저압 중심 이동 추세의 편차는 척추 측만 정도와 유의한 상관성이 있고, 이는 척추 측만이 족부 불균형에 영향을 미친다고 하였으며, Schuit 등²⁹에 의하면 긴 다리(long leg)쪽과 짧은다리(short leg)쪽의 최대 수직 지면반력(maximum vertical force)과 최대 내측 지면반력(maximum medial force)과 최대외측 지면반력(maximum lateral force)은 유의하게 차이가 있다고 하였다.

본 연구에서는 실험 전,후 정적 선 자세와 보행 시 좌,우 족저 평균 압력비는 통계적으로 유의하게 감소하였다. 이는 척추 안정화 운동으로 체간의 대근육 및 소근육의 상호 협조 기능 향상과 신체의 전체 압력이 해당되는 지점인 압력중심점(center of pressure)이 향상되었다고 판단된다. 그러나 좌,우

전족부와 후족부의 평균 압력비는 감소하였지만 유의하지는 않았다. 이는 대상자들의 좌,우 발과 발목의 구조차이로 인한 지면 반력과 기능적 하지의 길이의 차이 등 외적인 요소들로 인한 것으로 사료된다. 하지길이 차이는 모든 임상에서 나타날 수 있는데, 하지길이 차이가 하지말단 관절과 척추, 골반에 불균형을 일으키고, 정상적인 생체역학의 기능교란과 함께 좌상과 스트레스와 기능의 변경들을 일으킨다는 것이 주장되어 왔다.³⁰ Gong 등³¹은 기능적 하지 길이 차이가 클수록 좌·우 족저압에 따른 체중분포의 차이도 커지는 것을 확인 할 수 있었고, 동적 보행 시 단·장하지측 족저압에 유의한 차이가 실험군과 대조군 모두 있었으나 단·장하지측 족저압 차이값에 대한 검정에서 통계적으로 유의하여 실험군이 대조군보다 단·장하지측 족저압 차이가 크다는 것을 알 수 있었고 특히 단하지측 족저압이 장하지측에 비해 높다는 것을 확인할 수 있었다고 보고하였고, Choi 등³²은 척추의 변형이 족부의 특정부위 혹은 족부 전체와 어떤 형태로든 관련성을 가지며, 역으로 족부의 병변이 척추 변형과도 어떤 형태로든 관련성을 가진다고 하였다.

본 연구에서는 실험 대상자의 발과 발목의 구조 및 기능적 하지 길이의 차를 측정하지는 않았지만 과도한 요추 전만을 가진 요통환자의 체간 안정화 운동을 통해서 요부 안정성의 및 정적, 동적인 상태에서의 좌,우 족저압과 전족부, 후족부의 족저압의 평균비율 차이가 남을 알 수 있었다. 이러한 연구가 만성요통과 족저압의 차이를 가진 사람들의 치료와 부상방지, 자세 및 보행의 교정치료의 기초자료로 사용될 것이라 생각한다.

본 연구의 제한점으로 대상자가 여성으로만 제한되었고 표본수가 적었으며, 대조군 설정이 없어대상자의 요통의 변화를 제시하지 못한 점 및 발과 발목의 구조와 기능적 하지길이 차를 제시하지 않음으로 연구결과를 일반화하기 어려운 점이다. 향후 본 연구를 바탕으로 초음파 및 자기공명 영상을 통하여 심부근육 및 척추 안정화에 관여하는 연부조직과 족저 압력에 관한 연구를 실시 해 보는 것이 필요하다.

참고문헌

1. Wheeler AH, Diagnosis and management of low back pain and sciatica, *Am Fam Physician*, 1995;52(5):1333-41.
2. Graves JE, Webb DC, Pollock ML et al, Pelvic stabilization during resistance training: its effect on the development of lumbar extension strength, *Arch Phys Med Rehabil*, 1994;75(2):210-5.
3. Cromwell R, Schultz AB, Beck R et al, Loads on the lumbar

- trunk during level walking, *J Orthop Res*, 1989;7(3):371-7.
4. Shirley A, Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes, New York, Elsevier, 2002:81-2
5. Donald A, Kinesiology of the musculoskeletal system, Singapore, Elsevier, 2004:317
6. Park YJ, Choi GS, Yi SG, Effect of lumbar extensor strengthening in chronic low back pain patients, *Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 2000;24(2):295-300.
7. Ito T, Shirado O, Suzuki H et al, Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation, *Arch Phys Med Rehabil*, 1996;77(1):75-9.
8. Lee HO, Activation of trunk muscles during stabilization exercises in four-point kneeling, *J Korean Soc Phy Ther*, 2010;22(5):33-8.
9. Perry J, Gait analysis, New Jersey, SLACK, 1992:55-60,185-208.
10. Rainville J, Hartigan C, Martinez E et al, Exercise as a treatment for chronic low back pain, *Spine J*, 2004;4(1):106-15.
11. Taylor S, Frost H, Taylor A et al, Reliability and responsiveness of the shuttle walking test in patients with chronic low back pain, *Physiother Res Int*, 2001;6(3):170-8.
12. Cho HG, Lee YJ, The effect of blind on plantar pressure during walking, *Journal of Adapted Physical Activity & Exercise*, 1999;7(1):95-103.
13. Donatelli R, Abnormal biomechanics of the foot and ankle, *J Ortho Sports Phys Ther*, 1987;9(1):11-6.
14. Magee DJ, Orthopedic Physical Assessment, Philadelphia, WB Saunders Co, 3rd ed 1997.
15. Robbin SE, Waked EG, Allard P, Aging in relation to optimization of footwear in older men, *J Am Geriatr Soc*, 1997;45:61-7.
16. Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL, A study of the clinical test of sensory interaction and balance, *Phys Ther*, 1993;73(6):346-51.
17. Roh JS, Kim TH, Reliability of plantar pressure measures using the parotec system, *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 2001;8(3):35-41.
18. Winter DA, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 3rd ed, John Wiley & Sons, Inc., Ontario, 2005.
19. Park JH, Jang HS, Jung JW et al, The study of correlation between foot-pressure distribution and scoliosis, *Journal of the Korean Sensors Society*, 2008;17(3):210-6.
20. Lee SY, Bae SS, The studies on the foot stability and kinesiology by direction of carry a load during gait, *J Korean Soc Phy Ther*, 2009;21(2):97-101.
21. Lee EJ, Kang YS, Kim KH et al, The investigation of spinal deformity in Korean elementary school students, *The Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 2004;28 (1):83-7.
22. Richardson CA, Jull GA, Hodges PW, et al, Therapeutic exercise

- for spinal segmental stabilization in low back pain. Churchill Livingstone, 1999;145-64.
23. O' Sullivan PB. Lumbar segmental instability: Clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *ManTher*. 2000;5(1):2-12.
 24. Panjabi MM. The stabilizing system of spine: Part I. Function dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*. 1992;5(4):383-9.
 25. Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop. Scand Suppl*. 1989;60(s230):1-54.
 26. Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(2):242-9.
 27. Hessert MJ, Vyas M, Leach J et al. Foot pressure distribution during walking in young and old adults. *BMC Geriatr*. 2005;5(1):8.
 28. Park JH, Jang HS, Jung JW et al. The study of correlation between foot pressure distribution and scoliosis. *Journal of the Korean Sensors Society*. 2008;17(3):210-6.
 29. Schuit D, Adrian M, Pidcoe P. Effect of heel lifts on ground reaction force patterns in subjects with structural leg length discrepancies. *Phys Ther*. 1989;69(8):663-70.
 30. Defrin R, Ben Benjamin S, Aldubi RD et al. Conservative correction of leg-length discrepancies of 10mm or less for the relief of chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(11):2075-80.
 31. Gong WT, Kim JH, Kin TH. The Analysis of Dynamic Foot Pressure on Difference of Functional Leg Length Inequality. *J Korean Soc Phy Ther* 2009;21(4):43-9
 32. Choi HI, Choi HY, Park HK et al. A study on the Correlation between Scoliosis and Foot. *J Korean Soc Phy Ther*. 2001;13(2):265-72