

Original article

Open Access

한 발 서기 시 복부 압박 벨트가 요통 환자의 정적 균형에 미치는 영향

주화평 · 최솔아 · 정다혜 · 한나린 · 우영근†
전주대학교 의과대학 물리치료학과

Effect of Abdominal Compression Belt on Static Balance During One Leg Standing in Low Back Pain Patients

Hwa-Phyeoung Ju · Sol-A Choi · Da-Hye Jeong · Na-Rin Han · Young-Keun Woo†
Department of Physical Therapy, College of Medical Sciences, Jeonju University

Received: October 27, 2017 / Revised: November 21, 2017 / Accepted: November 21, 2017

© 2017 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed 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.

| Abstract |

Purpose: This study aimed to measure static balance of low back pain patients while one-leg standing in abdominal compression belts.

Methods: The study included 40 adult males and females at J university, divided into a low back pain patient group and a normal group through the Oswestry disability questionnaire (ODQ). The subjects were instructed to hold a one-leg standing posture for 15 seconds on a balance measurement plate while wearing an abdominal compression belt. Shifting distance (0.1 cm), mean velocity (cm/s), pressure, and contact area were analyzed using BioRescue (BioRescue, RMINGEIEIRIE, Rodez, France). The average value was used to measure the result 3 times for each condition.

Results: Both normal and low back pain groups significantly decreased in the speed of sway while wearing the abdominal compression belt. Furthermore, the pressure of the center of motion significantly decreased in the low back pain groups while wearing abdominal compression belt. However, there were no significant differences in the speed of sway or the pressure of center of motion between groups after wearing the abdominal pressure belt.

Conclusion: These results suggest that abdominal compression belts are one option for improving balance temporarily. However, balance after wearing abdominal compression vests depends on onset of back pain, age, and symptoms of pain in the groups with low back pain. Further research is needed to investigate muscle activity, dynamic balance, and the effect of the period of wearing abdominal compression belts in the variety of low back pain patients.

Key Words: Abdominal compression belt, Balance, Low back pain, Stabilization

†Corresponding Author : Young-Keun Woo (ykw0092@naver.com)

I. 서론

균형을 유지하는 능력은 인간이 일상에서 활동을 수행하거나 보행을 하는데 있어 가장 기본이 되는 필수적 요소이며, 안정성을 지속적으로 유지해가는 과정을 의미 한다(Cohen et al., 1993; Wade & Jones, 1997). 이러한 균형 유지를 위해서는 지지하는 기저면내에 무게 중심을 두고 신체가 흔들리지 않도록 자세를 유지하는 능력이 필요할 뿐만 아니라 많은 근육이 지속적으로 기능적으로 조화된 패턴으로 활동해야 한다(Wade & Jones, 1997). 일반적으로 균형 유지를 위해 양발 서기 자세를 제시하고 있지만, 실제 임상에서는 양발 서기보다 불안정한 한 발 서기 자세를 이용한 균형 평가를 다양한 균형 장애를 가진 환자들을 대상으로 사용하고 있다(Berg et al., 1989). 한 발 서기 자세는 인체를 지지하고 있는 다리의 불안정성을 최대화 하고, 발바닥의 체성 감각 입력 감소를 유도하여 피험자의 균형 조절 능력을 더욱 요구하여 평가 한다(Park et al., 2011). 또한, 한 발 서기 자세는 한 쪽 하지로 체중을 지지하고 균형을 유지하는 능력과 밀접한 관련이 있으며, 기능적 가동성과 일상생활에 있어 방향 바꾸기, 이동하여 걷기, 계단 오르기 등의 활동 시에 중요하게 작용 한다(Eng & Chu, 2002).

인구의 60~90%가 경험하는 요통 환자는 통증으로 인하여 자세 변화가 발생하고, 이는 신체 무게 중심과 압력 중심의 위치와 근육 길이 변화를 유발하게 되며, 이러한 변화들로 인해 심부 분절의 근육 수축 속도와 강도, 그리고 대단위 분절 근육의 긴장성 수축이나 과도한 활동이 일어나 요통 환자들의 움직임에 영향을 주게 된다(Hodges & Richardson, 1999). Koumantakis 등(2005)은 요통의 중요한 요인 중 하나는 요추 불안정성으로 인한 요추부의 잘못된 움직임, 요부 안정성의 감소를 유발하고, 근육 협응 능력과 근력 그리고 고유 수용기의 변화로 체성 감각 장애가 발생하여 운동 반응의 감소와 함께 균형에 문제가 발생한다고 하였다. 요통 환자들은 신체 균형을 유지하는데 필요한 감각 입력과 운동 출력의 생리학적 기전에 손상을 가지고

있다(Alexander & LaPier 1998). Byl와 Sinnott (1988)는 만성 요통 환자는 건강인에 비해 균형 조절 능력이 감소되어 있다고 하였으며, 한 발 서기 자세에서 요구되는 요부와 골반 근육의 효과적인 상호작용의 손상과 근력 약화로 인해 자세 균형에 방해를 받는다고 하였다. Chaitow (2004)는 요통 환자는 운동 제어 능력이 부족하고, 비정상적인 분절 움직임이 과도한 범위까지 일어나므로 심부 안정화, 특히 복횡근 역할의 중요성을 강조하였다. 또한, Luoto 등(1998)은 한 발 서기 검사 시에 요통 환자는 건강인 보다 자세 불안정성이 나타난다고 하였다.

체간 심부 근육인 복횡근에 압박을 가하는 하복부의 동시 수축은 체간 안정성을 증가시키고, 선택적인 복횡근 수축으로 복부 내압(intra abdominal pressure)과 흉요추 근막(thoracolumbar fascia)의 긴장감을 증가시킴으로써 척추 부하(spinal load)를 감소시킨다(Hodges, 2003). 또한 천장 관절(sacroiliac joint)은 균형 능력에 필요한 복부 근육과 하지 근육이 부착되는 곳으로 힘 잠김 기전을 통하여 하복부와 골반을 동시에 안정화 시킨다(Damen et al., 2001; Pel et al., 2008). 따라서 척추의 안정성을 향상시키는 것은 요통의 원인과 결과적인 요소에 상관없이 치료와 재발 방지에 중요한 요소이다(Jung & Bae, 2004). Reyna 등(1995)은 허리 보조 벨트는 심리적인 안정감과 기계적인 지지를 제공함으로써 요통을 감소시키며, Magnusson 등(1996)은 주위에서 쉽게 찾아 볼 수 있는 허리 보조 벨트로 복부 압박 벨트(abdominal compression belt)가 있는데, 무거운 짐을 들어 올리는 큰 힘을 발휘해야 할 때, 복부 압박 벨트를 착용하면 안전한 느낌이 든다고 하였다.

복부 압박 벨트는 비탄력성 밴드로 하복부와 요추 후면을 감싸 고정시키는 방식으로, 하복부의 내압과 흉요추 근막의 긴장감 그리고 천장 관절(sacroiliac joint)의 안정성을 강화해 척추 안정화에 도움을 준다(Pel et al., 2008). 그리고 복부 압박 벨트를 착용함으로써 척추 기립근의 근육 내 압력(intra-muscular pressure)이 상승하며, 복부 압박 벨트는 허리의 안정성을 외적

Table 1. General characteristics of subjects

(N=40)

Variables	Total	Healthy subjects (n ₁ =23)	LBP ^c subjects (n ₂ =17)
Age (year)	21.63±1.81 ^a	21.57±2.13	21.71±1.31
Height (cm)	168.05±7.69	170.04±8.24	165.35±6.13
Weight (kg)	64.55±12.42	67.35±12.05	60.76±12.26
Lower waist girth (cm)	88.45±8.37	90.04±7.49	86.29±9.22
ODQ (%) ^b	23.01±5.55	0	23.01±5.55

^aMean±standard deviation, ^bOswestry Disability Questionnaire, ^cLow back pain

지지를 통하여 증가시키는데 유용하다(Cholewicki et al., 1999; Miyamoto et al., 1999). 따라서 본 연구는 복부 압박 벨트를 이용하여, 요통 환자에게 한 발 서기 자세 유지 시 필요한 정적 균형 능력의 변화를 알아보고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 J대학교에 재학 중인 성인 남녀 40명으로 했다. 본 연구의 대상자는 실험 전에 본 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 듣고, 연구 목적에 동의하는 연구 동의서를 작성하고 연구에 참여 의사를 밝힌 후 실험에 참여 했다. 연구 대상자의 선정 기준은 오스웨스트리 허리 기능 장애 설문지(Oswestry disability questionnaire, ODQ) 점수 0 %인 자, 오스웨스트리 허리 기능 장애 설문지 점수 15% 이상인 자 두 집단을 모집하여 무작위로 구분하였으며, 발목 관절 가동 범위에 제한이 없고, 보행 동작이나 측정 자세인 한 발 서기 자세에서 눈을 감고 15초 이상 균형을 유지하는데 문제가 없는 자로 했다. 대상자의 제외 조건은 최근 6개월 동안 하지에 골절, 관절염, 외상과 같은 정형 외과적 장애나 통증을 경험 했던 자, 최근 3개월 이내에 넘어짐의 경험이 있는 자, 기립 시 균형에 영향을 주는 약물을 복용하고 있는 자, 신경학적 문제가 있는 자는 연구 대상에서 제외하였다. 연구 대상자는 오스웨스트리 허리 기능 장애 설문지 점수 0%인자 23명, 오스웨

스트리 허리 기능 장애 설문지 점수 15% 이상인 자 17명이었으며, 평균 나이는 21.63±1.81세, 평균 신장은 168.05±7.69 cm, 평균 체중은 64.55±12.42 kg 이었다 (Table 1).

2. 평가 도구

1) 오스웨스트리 허리 기능 장애 설문지 (Oswestry disability questionnaire, ODQ)

ODQ는 Fairbank 등(1980)이 요통 환자의 기능적 장애를 측정하기 위해 자기 기입 형태로 개발한 평가 도구이다. ODQ는 통증 정도, 개인위생, 물건 들기, 걷기, 앉기, 서있기, 잠자기, 성생활, 사회생활, 여행의 10개 영역에서 환자 스스로가 느끼는 불편함이나 장애 정도를 표시하도록 하였다. 본 연구에서는 허리 통증이 없는 사람과 요통이 있는 사람을 구분하기 위해 ODQ를 한국어로 번역한 한국어판 오스웨스트리 장애 설문지(Korean version of the Oswestry disability questionnaire, KODQ)를 사용하였다. KODQ의 내적 일관성 신뢰도는 0.92이고, 검사-재검사 신뢰도는 0.93이다(Jeon et al., 2005).

2) 정적 균형의 측정

본 연구에서는 한 발 서기 시 정적 균형을 측정하기 위해 BioRescue (BioRescue, RM INGEBIERIE, Rodez, France)를 사용하였다(Fig 1). 1600개의 센서가 내장된 발판과 소프트웨어로 구성된 BioRescue는 균형 능력을 정적 및 동적으로 측정하고 다양한 균형 능력 훈련

프로그램을 통해서 치료할 수 있는 장비이며, 신체중심의 이동 길이(0.1 cm단위)와 평균 속도(cm/s), 압력, 접촉 면적의 변화를 분석할 수 있다.

3) 복부 압박 벨트

본 연구에서는 체간 심부 근육인 복횡근에 압박과 하복부의 동시수축을 통해 체간 안정성을 증가시키고, 복부 내압(intra-abdominal pressure)과 요천추 근막(sacro-lumbar fascia)의 긴장감을 증가시켜 척추 부하(spinal load)를 감소시키기 위하여 복부 압박 벨트를 사용하였다. 복부 압박 벨트(FUTURO[®], 3M Korea, USA)는 시중에서 쉽게 구매할 수 있으며 가로 121 cm 세로 96 cm의 신축성 있고 폴리에스테르의 재질로 만들어진 것을 사용하였다.

3. 측정 방법 및 실험 절차

연구 대상자들은 동전 던지기를 통해 앞뒷면의 상황에 따라 무작위로 두 가지 조건의 순서를 정했다. 두 가지 조건으로는 압박 벨트를 착용 하지 않았을 때, 압박 벨트를 착용했을 때로 설정하였다. 연구 대상자는 반바지를 착용한 후, 신발과 양말을 벗고 한 발

서기를 유지하도록 하였다. 한 발 서기 시 대상자들은 각도가 30도로 표시되어 있는 균형 측정 판에서 양발이 벌어지도록 선 후, 시작과 함께 손은 팔을 교차하여 들어 손을 어깨에 놓도록 지시하고, 비우세 측 다리를 들어 발등을 우세 측 다리 오금에 붙이도록 하였다 (Fig. 2) 복부 압박 벨트의 특성에 따른 영향을 배제하기 위하여 각 측정마다 동일한 것을 사용하였다. Damen 등(2001)은 복부 압박 벨트를 전상 장골극(anterior superior iliac spine) 아래에 위치하여 실험하였다. 또한 Je (2015)는 복부 압박 벨트를 착용한 상태에서 한 발 서기 시 골반의 움직임과 근육 활성도를 보기 위해 대상자들이 불편함을 느끼지 않는 정도에서 복부 압박 벨트를 최대로 당겨 사용하였다. 본 연구에서도 동일한 실험자가 복부 압박 벨트를 전상 장골극 밑에 불편함이 느껴지지 않는 범위에서 최대로 당겨 착용하여 균형을 측정하였다. 실험 중에는 고개를 움직이지 않고, 정면을 보도록 지시하였다. 측정 전에 이와 같이 실험방법에 대해 설명하고 한 발 서기 자세를 10초씩 2번 연습하도록 하였다. 각 조건에서 측정은 15초 동안 한 발 서기를 유지하게 하였으며, 각 3번씩 반복 측정 하였다. 측정값은 15초 유지동안 중간 값인



Fig. 1. BioRescue.

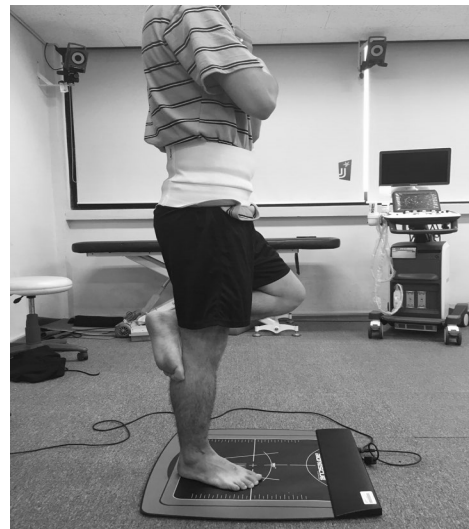


Fig. 2. One leg standing with abdominal compression belt.

5~10초의 값만을 최종 결과 값으로 사용하였으며, 3번 실시한 평균값을 최종 측정값으로 사용하였다. 또한, 한 발 서기 시 피로가 발생하지 않기 위하여 각 조건의 1회 실시 측정 후 1분간 휴식 시간을 주었다. 본 연구에서의 사용한 측정 변수는 압력 중심점 이동의 면적과 압력 중심점 평균 이동 속도를 사용하였다.

4. 자료 분석

본 연구 자료의 통계 처리를 위해 통계 프로그램인 SPSS (statistical package for the social sciences ver. 23.0, IBM Corporation, USA)를 사용하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 기술 통계량을 이용하였으며, 건강인의 복부 압박 벨트 착용 전 상태, 건강인의 복부 압박 벨트 착용 후 상태, 요통 환자군의 복부 압박 벨트 착용 전 상태, 요통 환자군의 복부 압박 벨트

착용 후 상태의 압력 중심점의 면적과 이동 속도를 보기 위해 공분산분석 ANCOVA (analysis of covariance)를 사용하였다. 집단 내 비교는 부호 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 이용하여 분석하였다. 통계적 유의성을 분석하기 위해 유의 수준을 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 중재방법에 따른 균형 측정 결과의 변화

건강인과 요통 환자군의 복부 압박 벨트 착용 전후에 따른 압력 중심점 면적과 이동 속도는 Table 2와 같았다. 압력 중심점 면적은 건강인의 복부 압박 벨트 착용 전 $252.81 \pm 102.81 \text{ mm}^2$ 에서 $225.54 \pm 120.40 \text{ mm}^2$ 으로 통계학적으로 유의한 감소가 나타나지 않았다

Table 2. Results of abdominal belt on balance in participants during one leg standing within group

(N=40)

Variables	Group		Healthy subject (n ₁ =23)	LBP ^b subject (n ₂ =17)
	Pre-	Post-		
Area (mm ²)	Pre-		252.81±102.81 ^a	298.35±162.08
	Post-		225.54±120.40	183.69±87.40
	Z		-1.40	-2.63
	P		0.16	0.01
Speed (cm/s)	Pre-		2.26±0.73	2.22±0.61
	Post-		2.03±0.68	1.9±0.45
	Z		-2.08	-2.09
	P		0.04	0.04

^amean±standard deviation, ^bLow back pain

Table 3. Results of abdominal belt on balance in participants during one leg standing between groups

(N=40)

Variables	Group		Healthy subject (n ₁ =23)	LBP ^b subject (n ₂ =17)	F	p
	Pre-	Post-				
Area (mm ²)	Pre-		252.81±102.81 ^a	298.35±162.08	2.55	0.12
	Post-		225.54±120.40	183.69±87.40		
Speed (cm/s)	Pre-		2.26±0.73	2.22±0.61	0.44	0.51
	Post-		2.03±0.68	1.9±0.45		

^amean±standard deviation, ^bLow back pain

($p>0.05$). 하지만, 요통 환자군의 복부 압박 벨트 착용 전 $298.35\pm 162.08 \text{ mm}^2$ 에서 $183.69\pm 87.40 \text{ mm}^2$ 으로 통계학적으로 유의한 감소를 보여주었다($p<0.05$). 또한, 이동 속도의 경우도 건강인의 복부 압박 벨트 착용 전 $2.26\pm 0.73 \text{ cm/s}$ 에서 $2.03\pm 0.68 \text{ cm/s}$ 으로 통계학적으로 유의한 감소를 보여주었으며($p<0.05$), 요통 환자군도 복부 압박 벨트 착용 전 $2.22\pm 0.61 \text{ cm/s}$ 에서 $1.9\pm 0.45 \text{ cm/s}$ 으로 통계학적으로 유의한 감소를 보여주었다($p<0.05$). 하지만, 건강인과 요통 환자군의 집단 간 복부 압박 벨트 착용은 압력 중심점 면적과 이동 속도에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보여주지 않았다($p>0.05$)(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 복부 압박 벨트를 이용하여 한 발 서기 동안 정적 균형 능력의 변화를 건강한 사람과 요통 환자로 구분하여 실시하였다. 요통 환자의 장애 정도는 ODQ를 사용하였으며, 한 발 서기 동안의 복부 압박 벨트의 착용 전과 후, 압력 중심점의 면적과 이동 속도를 측정하였다. 연구 결과, 복부 압박 벨트 착용 전후에 따른 건강인 집단에서는 압력 중심점 면적에서는 유의한 차이가 없었지만, 이동 속도에서는 통계적으로 유의한 차이를 보여주었다. 그리고 요통 환자 집단에서는 복부 압박 벨트 착용 전후에서 압력 중심점 면적과 이동 속도 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보여주었다.

본 연구에서 복부 압박 벨트를 착용 전후에서 이동 속도는 통계적으로 유의한 감소를 보여주었으며, 압력 중심점 면적은 요통 환자군에서만 통계적으로 유의하게 감소하였다. Chang과 Chon (2012)은 건강인 사람을 대상으로 복부 압박 벨트를 착용 후 한 발 서기 자세의 균형 측정에서 전반적인 균형 능력과 낙상 예방에 긍정적인 보조 도구로 제시하였으며, Yu 등 (2015)은 정적 균형 검사인 한 발 서기 검사 시 복부 압박 벨트 착용 여부가 정적 균형과 동적 균형에 유의

한 영향을 주며, 복부 압박 벨트는 일상생활에서 균형 능력 증진과 골반 및 요추 관절 안정성 향상에 도움을 줄 수 있다고 하였다. 또한 Lee 등(2015)은 Y 균형 검사를 통한 동적 균형 점수가 골반 압박 벨트 착용 후 더 향상되었으며, 복부 압박 벨트 착용이 체간 및 고관절 신전근의 근 활성화도에 영향을 주어 균형 유지에 필요한 주위 근육의 도움을 줄 수 있다고 하였다. Hammer 등(2015)은 복부 압박 벨트는 천장 관절 문제를 가진 환자의 통증 감소뿐만 아니라 자세 안정성 향상에 도움을 주는 좋은 도구가 될 수 있다고 하였다. 본 연구에서 사용한 복부 압박 벨트는 서 있는 자세에서 체중심이 위치한 복부 및 골반 부위의 수동적 안정성을 제공함으로써, 복부 주위 근육 수축의 보조적 도움을 주어 정적 균형 유지에 도움이 되었을 것이라 생각된다. 또한, 피험자가 복부 압박 벨트를 착용함으로써 발생하는 인지력이 되먹임 기전으로 작용한 것도 정적 균형 유지 능력에 영향을 주었으리라 생각된다.

본 연구 결과, 복부 압박 벨트 착용 전후에 따른 정적 균형 능력에는 집단내 유의한 차이가 있었지만, 건강인 집단과 요통 환자 집단 사이에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. Shigaki 등(2017)은 연령대별 만성 요통 환자 집단과 건강인 집단 사이의 기립 균형 연구 결과, 젊은 나이에서의 요통 유무는 기립 균형에 대한 차이가 없다고 하였으며, Ruhe 등 (2011)등은 요통 환자의 자세 불안정은 시각적인 문제가 더해졌을 때 건강인 사람에 비해 더욱 차이가 발생한다고 하였으며, 급성 통증 증상에 더욱 영향을 받는다고 하였다. 또한, Soisson 등(2015)도 복부 압박 벨트의 짧은 시간의 적용은 통증 감소 효과를 줄 수 없어, 정적인 신체 균형에 영향을 줄 수 없다고 하였다. 본 연구에서 적용하여 측정 한 발 서기 또한 일시적인 복부 압박 벨트를 착용하여 측정하였으며, 대부분의 요통 환자는 젊은 연령대의 환자였으며, 급성기의 요통 환자가 포함되지 않았다. 따라서 선행 연구에서 제시하였던 젊은 연령대와 발병 기간에 대한 영향이 본 연구에서도 반영되었다고 생각된다. 또한, 본 연구에 참여한 요통 환자의 경우 평균 ODQ 점수가 높지

않고, ODQ 점수의 분포가 넓게 포함되지 않아 확실한 차이를 보여주기에는 어느 정도의 천장 효과(ceiling effect)가 발생하였다고 생각된다.

요통 환자의 원인은 다양하게 존재하지만, 본 연구는 요통 환자를 원인별로 분류하지 않았으며, 요통 환자의 ODQ 점수 별로 발생할 수 있는 정적 균형의 차이를 검증하기에는 요통 환자의 수가 너무 적었다고 생각된다. 또한, 복부 압박 벨트 착용 시 발생 할 수 있는 근 수축력에 대한 것을 직접적으로 측정하지 못한 것도 제한점이라고 할 수 있다. 하지만, 복부 압박 벨트가 복부 수축에 어려움이 있거나 허리 및 골반부의 불안정성 초기 단계 사람에게 적용하기 좋은 도구로서 제시되고 있는 것을 고려하여(Je, 2015), 복부 압박 벨트 착용에 따른 심부 근육의 특성과 요통 환자의 세부 분류에 따른 향후 연구를 제시할 수 있었다고 생각된다.

V. 결론

복부 압박 벨트는 한 발 서기와 같은 정적 균형 유지 시 건강인 뿐만 아니라 요통 환자의 균형 유지 능력에 영향을 줄 수 있다. 복부 압박 벨트는 요통 환자에게 일시적인 정적 균형 능력에 도움이 될 수 있지만, 발병 기간, 연령, 그리고 요통 장애 정도의 따라 차이가 있을 수 있으므로, 향후 연구에서는 요추 부 주위 근육 활성도뿐만 아니라 요통 환자의 지속적 복부 압박 벨트 착용, 그리고 동적 균형에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

References

Alexander KM, LaPier TL. Difference in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1998;

28(6):378-383.

Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41(6):304-311.

Byl NN, Sinnott P. Variations in balance and body sway in middle-aged: subjects with healthy backs compared with subjects with low back dysfunction. *Spine*. 1991;16(3):325-330.

Chaitow L. Maintaining body balance, flexibility, and stability : a practical guide to the prevention and treatment of musculoskeletal pain and dysfunction. New York. Churchill Livingstone. 2004.

Chang KY, Chon SC. The effect of abdominal-com pression belt on balance ability with one leg standing. *Journal of Ergonomics Society of Korea*. 2012;31(2):337-343.

Cholewicki J, Juluru K, Radebold A, et al. Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra-abdominal pressure. *European Spine Journal*. 1999;8(5):388-395.

Cohen H, Blatchly C, Gombash L. et al. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Physical Therapy*. 1993;73(6):346-354.

Damen L, Buyruk H, M Güler-Uysal, et al. Pelvic pain during pregnancy is associated with asymmetric laxity of the sacroiliac joints. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 2001;80(11):1019-1024.

Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weigh-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 2002;83(8):1138-1144.

Fairbank, JC, Couper J, Davies JB, et al. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*. 1980;66(8):271-273.

Hammer N, Möbius R, Schleifenbaum S, et al. Pelvic belt effects on health outcomes and functional parameters of patients with sacroiliac joint pain. *Public Library*

- of Science One. 2015;10(8):e0136375.
- Hodges PW. Core stability exercise in chronic low back pain. *The Orthopedic Clinics of North America*. 2003; 34(2):245-254.
- Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 1999;80(9):1005-1012.
- Je WM. The effects of abdominal drawing-in maneuver and pelvic compression belt on muscle activity and motions of the pelvis during one leg standing in healthy subjects. Daejeon University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
- Jeon CH, Kim DJ, Lee HM, et al. Cross-cultural adaptation of the Korean version of the Oswestry disability index. *Journal of Korean Society of Spine Surgery*. 2005;12(2):146-152.
- Jung YW, Bae SS. The effects of lumbar stabilizing exercise on the functional recovery and the range of motion of low back pain patients. *Journal of Korea of Physical Therapy*. 2004;16(1):153-169.
- Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA, et al Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Physical Therapy*. 2005;85(3):209-225.
- Lee JE, Yi. CH, Kwon OY, et al. Dynamic balance and muscle activity of the trunk and hip extensor following the wearing of pelvic compression belt. *Physical Therapy Korea*. 2015;22(1):49-57.
- Luoto S, Aalto H, Taimela S, et al. One-footed and externally disturbed two-footed postural control inpatients with chronic low back pain and healthy control subjects. *Spine*. 1998;23(19):2089-2090.
- Magnusson M, Pope MH, Hansson T, et al. Does a back support have a positive biomechanical effect. *Applied Ergonomics*. 1996;27(3):201-205.
- Miyamoto K, Iinuma N, Maeda M, et al. Effects of abdominal belts on intra - abdominal pressure, intra -muscular pressure in the erector spinae muscles and myoelectrical activities of trunk muscles. *Clinical Biomechanics*. 1999;14(2):79-87.
- Park JH, Kim GH, Youm CH, et al. Changes in balance characteristics affected by the visual information during single leg stance. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*. 2011;28(11):1323-1329.
- Pel JJ, Spoor CW, Goossens, RH, et al. Biomechanical model study of pelvic belt influence on muscle and ligament forces. *Journal of Biomechanics*. 2008;41(9): 1878-1884.
- Reyna JR, Leggett SH, Kenney K, et al. The effect of lumbar belts on isolated lumbar muscle: strength and dynamic capacity. *Spine*. 1995;20(1):68-73.
- Ruhe A, René F, Bruce W, et al. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: A systematic review of the literature. *European Spine Journal*. 2011;20(3):358-368.
- Shigaki L, Vieira ER, de Oliveira Gil AW, et al. Effects of holding an external load on the standing balance of older and younger adults with and without chronic low back pain. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2017;40(4):284-292.
- Soisson O, Lube J, Germano A, et al. Pelvic belt effects on pelvic morphometry, muscle activity and body balance in patients with sacroiliac joint dysfunction. *Public Library of Science One*. 2015;10(3):1-26.
- Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Physical Therapy*. 1997;77(6):619-628.
- Yu WI, Lee SH, Park JS, et al. A study of pelvic compression belt effects for adults well-being. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*. 2015;9(3): 421-428.