

# 불안정한 지지면에서 복부 드로잉 인을 이용한 브릿지 운동이 여대생의 자세에 미치는 영향

공원태, 정연우<sup>1)</sup>, 권혁수<sup>2)</sup>

나사렛대학교 물리치료학과, 광주여자대학교 물리치료학과<sup>1)</sup>, 가톨릭대학교 대전성모병원 재활의학팀<sup>2)</sup>

## The Influence of Unstable Bridge Exercise With Abdominal Drawing-In on Posture of the University Female Students

Won-tae Gong, Yeon-woo Jung<sup>1)</sup>, Hyeok-soo Kwon<sup>2)</sup>

Dept. of Physical Therapy, Korea Nazarene University

Dept. of Physical Therapy, Kwangju Women's University<sup>1)</sup>

Team Rehabilitation, Catholic University of Korea Daejeon St. Mary's Hospital<sup>2)</sup>

### Key Words:

Abdominal drawing-in, bridge exercise, posture

### ABSTRACT

**Background:** The purpose of this study is to examine the effects of unstable bridge exercise on the posture of female university students. **Methods:** The subjects of this study were 30 female university students who were equally and randomly allocated to a unstable bridge exercise group, an experimental group, and a stable bridge exercise group, a control group. Both did so for 30 minutes three times per week over a six-week period. Using BackMapper, their trunk inclination (TIN), trunk imbalance (TIM), pelvic position (PPO), pelvic torsion (PTO), pelvic rotation (PRO), and the position of their scapulae (PSA) were evaluated. **Results:** The unstable bridge exercise group obtained significant results in TIN, TIM, PPO, PTO and PSA, while the stable bridge exercise group obtained significant results in TIN, PPO. **Conclusion:** unstable bridge exercise may be applied as a method to correct the posture of average adults.

## I. 서론

일상생활에서의 나쁜 습관, 운동, 노동, 사고나 충격에 의해서 이러한 균형 잡힌 체형이 무너져 간다. 특히, 학생들의 컴퓨터 과다 사용, 건강관리 교육부족, 운동부족, 그리고 부적절한 학습 자세 등으로 인한 바른 자세 못<sup>8)</sup> 생활 습관은 학생들의 근육 형태와 골격 구조 변화에 영향을 주게 되어 여러가지 형태로의 이상발달을 일으킬 가능성이 있기 때문에 일상생활에서 바른 자세를 유지하는 것은 매우 중요한 일이라 할 수 있다(이충열, 2004). 자세를 유지하는데 중요한 허리근육은 크게 두 가지로 분류 할 수 있는데 전체적 운동근인 척추세움근과 배곧은근 등은 등뼈와 골반사이에 부하를 서로 전달하면서 움직임에 관여하는 근육이고, 국소 안정근

인 배가로근과 못갈래근 등은 척추 구조에 무게 부하가 있을 때 척추와 자세의 움직임을 유지시켜 주는 역할을 한다(Standaert 등, 2008). 자세유지의 또 다른 중요 요소인 하지는 골반과 넓다리뼈, 정강뼈, 종아리뼈, 발 등이 상호 작용하면서 상체에서 오는 하중을 지탱하고 유지하며, 그 중 골반은 척추와 하지를 연결시켜 인체의 중심이 되며 뛰거나, 점프 같은 지면의 힘을 직접적으로 수용하는 곳이기에 자세유지의 가장 중요한 구조물이다(이애덕과 이주립, 2004). 이렇듯 자세유지에 중요한 척추와 골반의 안정화를 위해 체간 안정화운동이 널리 사용되고 있다. 체간 안정화의 목적은 척추와 골반의 안정성을 증가시키고, 근력을 강화시키며, 근육과 움직임의 조절능력과 균형을 회복시키기 위한 것이다(Richardson 등, 2002).

체간 안정화 운동은 자세변화와 부하상태에서 척추를 바르게 유지함으로써 사지의 움직임을 수행할 수 있도록 하는 선행요소로서, 체간 안정화 운동 중 교각운동은 요통환자들을 대상으로 널리 사용되어져왔고 현재

교신저자: 정연우(광주여자대학교, pt10335@kwu.ac.kr)  
 논문접수일: 2013.06.03, 논문수정일: 2013.06.09,  
 게재확정일: 2013.06.11

요통환자의 필수적인 치료방법으로 사용되고 있다 (Maffey-Ward 등, 1996).

체간 안정화 운동에 기여하는 근육으로는 복부의 배가로근, 배 속 경사근, 배 바깥 경사근, 체간 뒤쪽의 허리 네모근, 뭇 갈래근, 골반저근 등이 있다. 특히 뭇 갈래근과 배가로근은 인체가 움직일 때 다른 근육보다 먼저 활성화되어 체간의 균형을 조절하고 양측 배 속 경사근은 척추의 측방 안정성 및 척추 굴곡 능력 유지에 중요하다(O'Sullivan 등, 2002).

체간안정화운동 중 하나인 교각운동은 닫힌 사슬 체중 부하 운동으로 뭇 갈래근과 배가로근의 수축을 유도하고 체간을 둘러싸고 있는 신체 표면의 대근육과의 협응성도 향상시킴으로써 체간의 조절 능력 회복에 효과적이다(O'Sullivan 등, 1997).

복부 드로잉-인(abdominal drawing-in) 방법은 배가로근과 배 속 경사근을 수축시켜 체간 안정화 운동시 근육의 동시수축을 유도함으로써 교각운동 시 발생할 수 있는 과도한 요부 전만이나 골반의 전방경사를 줄여 줄 수 있다(O'Sullivan 등, 2002). 건강한 대상자가 교각운동을 수행하는 동안 표재근인 배곧은근 보다는 심부근육인 배속경사근이 높은 비율로 활성화 되었고 큰 볼기근 및 넓다리뒤근의 근력을 증진 시킨다고 하였다(Stevens 등, 2006). 최근에는 불안정한 바닥면이나 균형판, 치료용 볼, 스펀지 패드 등의 기구를 활용한 체간 안정화 운동에 대한 연구들이 진행되고 있다. O'Sullivan 등(1997)은 정적인 환경보다는 치료용 볼과 같은 동적인 환경에서 안정화 운동을 수행하는 것이 균형능력을 극대화 시킨다고 하였고 Page(2006)의 연구 또한 불안정한 기구를 활용한 운동이 자세유지나 체성 감각 회복에 효과적이라고 제시하였다.

위와 같이 복부 할로잉 방법을 이용한 교각운동을 통하여 균형을 비교하거나(O'Sullivan 등, 1997), 체간 안정성과 근활성도를 비교하거나 (Vezina와 Hubley-Kozey, 2000), 또한 교각운동을 통하여 자세의 변화를 비교하거나(전호영, 2010), 안정된 지지면과 불안정한 지지면에서의 교각운동이 배가로근 두께에 미치는 연구(Saliba 등, 2010)등이 있었으나, 불안정한 지지면에서 복부 드로잉-인을 이용한 교각운동이 자세에 미치는 영향은 연구된 바가 없기에 본 연구에서는 정상 여대생을 대상으로 불안정한 지지면에서 복부 드로잉-인을 이용한 교각운동이 자세에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 N대학교에 재학 중인 성인여자 30명을 선별하여 실험군인 불안정한 지지면에서의 교각운동군(unstable bridge exercise group; UBEG) 15명과 대조군인 안정된 지지면에서의 교각운동군(stable bridge exercise group; SBEG) 15명으로 무작위 배치하였고, 연구에 참여한 모든 대상자는 실험 참가에 동의하였으며, 실험 내용을 충분히 숙지 후 실험에 참가하였다. 연구대상자 선정기준은 하지와 요추부에 정형외과적, 신경학적 질환이나 최근 6개월 동안 허리에 통증을 경험하지 않고, 요부관절에 수술 병력이 없는 자, 자세기형을 가지고 있지 않은 자로 운동을 수행할 수 있는 근력과 관절 가동범위, 균형 능력을 갖춘 자로 하였다.

### 2. 실험방법

본 연구에서는 안정한 바닥면과 불안정한 바닥면에서 각각 복부 드로잉-인 방법을 적용한 교각운동을 실시하였다. 복부 드로잉-인 방법을 적용한 교각운동 시 불안정한 바닥면을 제공하기 위해 가로50cm, 세로41cm, 높이 6cm의 Airex Balance Pad(Alcan-Airex AG, Sins, Switzerland)를 사용하였다. 교각운동의 시작 자세는 무릎관절 90도 굽힘 상태에서 양손은 가슴위에 놓고, 무릎과 양 발은 어깨 넓이로 벌리고, 발바닥은 지면에 11자로 놓게 하였다. 머리와 목은 일자로 유지하였으며, 시선은 천장을 바라보게 하였다. 실험 대상자는 "엉덩이를 올리세요" 라는 측정자의 지시에 따라 골반을 들어올려 "유지하세요" 라는 지시에 따라 15초간 유지하고, "내리세요" 라고 지시하면 골반을 내려 5초 휴식 시간을 가진다. 이때 검사자는 연구 대상자에게 숨을 내쉴 때처럼 복부가 약간 들어가도록 배꼽을 상후방(요추방향)으로 당기도록 지시하였다. 이 과정을 10회 반복하는 것을 1세트로 하여 총 6세트를 진행하여 주3회 하루 30분간 총 6주간 운동하였다(Kisner와 Colby, 2002)(Fig 1).

### 3. 측정방법

자세변화의 측정은 3차원 영상 척추진단시스템 BackMapper(ABW, Frickenhausen, Germany)를 이용하였다. BackMapper는 인체의 척추형태를 앞, 뒤, 아래 또는 위에서, 그리고 측면에서 바라보는 것처럼 척추의 모양과 위치, 골반의 틀어진 정도 등을 비교적 정확히 측정하여 분석하는 장비로서 체간 시상면 기울기(trunk

inclination, TIN), 체간 관상면 기울기(trunk imbalance(TIM), 골반의 좌우 기울기(pelvic position, PPO), 관골의 회선(pelvic torsion, PTO), 골반의 수평면 회선(pelvic rotation, PRO), 어깨뼈의 좌우 높이(position of scapulae, PSA)를 분석해준다. 또한 인체의 근육 및 지방의 분포, 골격의 위치를 다양한 변인으로 분석할 수 있는 장비이며 실험 전, 후 3회 측정하여 평균 값을 사용하였다(Fig 2).



Fig 1. Unstable bridge exercise



Fig 2. BackMapper

#### 4. 분석방법

측정된 데이터는 SPSS 12.0 KO (SPSS, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 수집된 자료는 평균 및 표준편차로 제시하였다. 각 군의 실험 전과 후의 유의성 검정은 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하였고, 두 그룹 간의 차이에 대한 유의성 검정은 독립표본 t-검정(independent t-test)을 사용하였다. 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 설정하였다.

### III. 결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

참여한 실험군의 연령(mean±SD)은 21.35±.63세, 신장은 161.00±5.72cm, 체중은 53.64±6.93kg이었으며, 대조군의 연령은 20.85±.94세, 신장은 162.28±5.04cm, 체중은 55.50±7.06kg이었다. 연령, 신장, 그리고 체중에 대한 분석은 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 사용하여 처리하였다. 위의 분석에서 통계학적으로 유의한 차이가 없어서( $p > .05$ ), 두 그룹간의 동질성에는 문제가 없는 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

	UBEG <sup>b</sup> (n=15)	SBEG <sup>c</sup> (n=15)	p
Age(yrs)	21.35±.63 <sup>a</sup>	20.85±.94	.113
Height(cm)	161.00±5.72	162.28±5.04	.534
Weight(kg)	53.64±6.93	55.50±7.06	.489

<sup>a</sup>mean±SD, <sup>b</sup>SBEG : unstable bridge exercise group, <sup>c</sup>SBEG : stable bridge exercise group

#### 2. 실험군과 대조군의 집단 내 실험 전, 후 비교

실험군과 대조군의 중재 전과 중재 후를 비교한 결과 실험군은 TIN, TIM, PPO, PTO와 PSA에서 통계적 유의성이 있었고, 대조군은 TIN, PPO에서 통계적 유의성이 있었다( $p < .05$ )(Table 2).

#### 3. 실험 전, 실험 후에서 집단 간 비교

실험군과 대조군의 중재 전, 중재 후를 비교한 결과 중재 전에서는 모든 항목에서 통계적 유의성이 없었고, 중재 후에는 PTO에서만 통계적 유의성이 있었다( $p < .05$ )(Table 3).

**Table 2.** Comparison of TIN, TIM, PPO, PTO, PRO and PSA between pre- and post-intervention in each group

Category	Group	Pre-intervention	Post-intervention	t	p
TIN(°)	UBEG	2.42±1.78 <sup>a</sup>	1.07±0.61	2.46	.028*
	SBEG	2.64±1.33	1.50±0.75	2.51	.026*
TIM(°)	UBEG	2.78±2.19	1.21±0.57	2.50	.026*
	SBEG	2.71±1.63	1.71±1.32	1.47	.165
PPO(°)	UBEG	2.57±1.55	1.14±0.77	2.92	.012*
	SBEG	2.47±1.45	1.57±0.85	2.38	.033*
PTO(°)	UBEG	3.35±0.46	1.28±0.46	3.77	.002*
	SBEG	3.28±3.03	2.28±1.32	.96	.350
PRO(°)	UBEG	2.50±2.37	1.35±0.74	1.56	.139
	SBEG	2.57±1.86	1.78±1.42	1.80	.094
PSA(mm)	UBEG	5.50±3.05	2.78±1.31	3.17	.007*
	SBEG	5.21±2.72	3.50±2.31	1.64	.125

<sup>a</sup>Mean±SD, \*p<.05, TIN, trunk inclination; TIM, trunk imbalance; PPO, pelvic position; PTO, pelvic torsion; PRO, pelvic rotation; PSA, position of scapulae

**Table 3.** Comparison of TIN, TIM, PPO, PTO, PRO and PSA between UBEG and SBEG

Category	UBEG	SBEG	t	p	
Pre-intervention	TIN	2.42±1.78	2.64±1.33	-.36	.722
	TIM	2.78±2.19	2.71±1.63	.09	.923
	PPO	2.57±1.55	2.47±1.45	.08	.926
	PTO	3.35±0.46	3.28±3.03	.07	.942
	PRO	2.50±2.37	2.57±1.86	-.08	.930
	PSA	5.50±3.05	5.21±2.72	.26	.796
post-intervention	TIN	1.07±0.61	1.50±.75	-1.64	.113
	TIM	1.21±0.57	1.71±1.32	-1.29	.207
	PPO	1.14±0.77	1.57±.85	-1.39	.174
	PTO	1.28±0.46	2.28±1.32	-2.66	.013*
	PRO	1.35±0.74	1.78±1.42	-.99	.328
	PSA	2.78±1.31	3.50±2.31	-1.00	.324

<sup>a</sup>Mean±SD, \*p<.05, TIN, trunk inclination; TIM, trunk imbalance; PPO, pelvic position; PTO, pelvic torsion; PRO, pelvic rotation; PSA, position of scapulae

#### IV. 고 찰

자세조절을 위해 최근 들어 강조되고 있는 체간안정화운동은 골반을 중심으로 트레이닝 함으로서 복근과 척추의 소근육과 뒷목근이 동시에 조화롭게 활성화되어 체간의 안정성 및 자세 조절에 중요한 역할을 한다 (Marshall과 Murphy, 2005). 단한-사슬 체중 부하 운동에 속하는 교각운동은 임상에서 엉덩관절 신전근군 및 오금근육의 근력을 증진시키기 위하여 이용되어졌으며, 또한 교각운동은 요통환자를 대상으로 요부 안정화를 증진시키기 위해 이용되었다. 체간의 올바른 정렬을 인식하고 교정하기 위해서는 정상적인 운동감각이 반드시 필요하고, 이 운동감각은 피부나 근육 그리고 관절에 분포되어있는 감각수용기로부터 얻는 감각 입력에 의해 크게 영향을 받는다(Maffey-Wared 등, 1996).

본 연구에서 중재 전과 중재 후를 비교한 결과 실험군은 TIN, TIM, PPO, PTO와 PSA에서 통계적 유의성이 있었고, 대조군은 TIN, PPO에서 통계적 유의성이 있었다. 이는 불안정한 지지면에서의 교각운동이 안정된 지지면에서의 교각운동보다 자세변화에 효과적이었다는 것이며, 실험군과 대조군의 중재 전, 중재 후를 비교한 결과 중재 전에서는 모든 항목에서 통계적 유의성이 없었고, 중재 후에는 PTO에서만 통계적 유의성이 있었

다는 것은 불안정한 지지면에서의 교각운동이 관절의 회전정도를 나타내는 골반 염전(pelvic torsion)에 더욱 효과적이었다는 것이다.

전호영(2010)은 복부 드로잉-인 방법을 적용한 안정된 지지면에서 교각운동을 8주간 실시한 결과 좌우 어깨높이와 골반높이의 편차가 줄었다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구에서 복부 드로잉-인 방법을 적용한 안정된 지지면과 불안정한 지지면에서 교각운동이 모두 자세변화에 유의성이 있었다는 것과 동일한 결과이다. 다만 불안정한 지지면에서의 자세변화가 더욱 효과적이라는 것은 본 연구의 차이점이다.

Saliba 등(2010)은 안정된지지면에서의 교각운동과 슬링을 이용한 불안정한 지지면에서의 교각운동 시 배가로근의 두께변화 비율을 조사한 결과 불안정한 지지면에서의 교각운동이 배가로근의 두께가 두꺼워졌다고 보고하였다. 정승환 등(2011)은 뇌성마비 아동을 대상으로 승마운동을 주 2회, 30분씩, 12주간 실시한 후 3차원 척추영상 진단 시스템을 이용하여 몸통기울기, 골반기울기, 골반회전도를 측정하고 몸통기울기와 골반회전도에서 통계적인 유의성이 있었다고 보고하였다. 승마운동이 뇌성마비아동의 자세를 바르게 하였는데 이러한 결과는 승마운동 또한 불안정한 말안장위에서 자세를 유지하는 운동이기에 본 연구의 결과와 유사한 결과라 하겠다.

김택훈과 최흥식(2011)은 65세 이상 노인여성 31명을 대상으로 매트, 전신 진동기, 스위스 볼위에서 교각운동을 4주간 실시한 결과 균형과 운동수행능력 모두 공위에서의 교각안정화 운동이 매트나 전신진동기보다 효과적이었다고 보고하였는데 이는 공위에서 교각운동 시 하지나 몸통 불안정성이 상대적으로 다른 두 조건에 비하여 더 커서 효과적으로 하지 근육과 체간의 심부근육을 자극한 것으로 생각된다. 이러한 결과는 본 논문의 불안정한 지지면에서의 교각운동이 자세변화에 효과적이었다는 연구와 일치한다.

송은주와 최종덕(2011)은 저, 중, 고 난이도의 불안정한 지지면 위에서 교각운동 시 뭇갈래근의 근활성도 비율을 측정한 결과 고난이도의 불안정한 지지면에서는 표재근의 활성도가 높고 저, 중 난이도의 불안정한 지지면에서의 교각운동 시 심부근인 뭇갈래근의 활성도 비율이 높다하였다. 이러한 결과는 불안정한 지지면에서 교각운동 후 자세를 측정한 본 연구내용과 일치하지는 않으나 불안정한 지지면에서의 교각운동 시 자세유지근인 뭇갈래근의 근활성도가 높아졌다는 것은 불안정한 지지면에서의 교각운동이 자세유지와 연관된다는 것을 보여주는 것이다.

이우진과 임창훈(2012)은 특별성측만증환자 18명을 대상으로 안정된 지지면에서의 안정화운동군과 불안정한 지지면에서의 안정화운동군으로 교각운동을 포함한 안정화운동을 4주간 시행한 결과 불안정한 지지면에서의 안정화운동군이 균형능력 향상을 보였을 뿐만 아니라, 견갑골 하각과 후상장골극까지의 거리를 좌우편차로 비교한 결과 불안정한 지지면에서의 안정화운동군이 안정된 지지면에서의 안정화운동군이 비해서 견갑골 하각과 후상장골극까지의 길이 좌우편차가 줄어들어 바른 자세의 변화를 가져왔다. 이러한 결과는 대상자가 정상인과 특별성 측만증 환자라는 점이 다를 뿐 본 연구에서 불안정한 지지면에서의 교각운동이 안정된 지지면에서의 교각운동에 비해 바른자세를 유지하는데 좋은 운동방법이라는 점과 일치하는 것이다.

이상의 선행연구들과 비교해본 결과 본 연구에서 복부 드로잉-인 방법을 적용한 안정된 지지면과 불안정한 지지면에서 교각운동을 실시한 결과 두 그룹 모두 자세의 변화가 있었던 것은 복부 드로잉-인 방법을 적용한 교각운동이 자세유지와 관련된 근육들의 활성화에 영향을 미쳤기에 자세의 변화가 온 것이고, 복부 드로잉-인 방법을 적용한 불안정한 지지면에서의 교각운동은 자세유지와 관련된 심부근육을 더욱 활성화 시켰기에 안정된 지지면에서의 교각운동보다 더 좋은 자세변화를 일으킨 것으로 생각된다.

이에 본 연구자는 향후 바른 자세를 위한 운동 시 안정화 운동의 하나인 교각운동을 추천하며 특히 복부 드로잉-인 방법을 적용한 불안정한 지지면에서의 교각운동을 추천하는 바이다.

## V. 결 론

본 연구에서는 정상 여대생을 대상으로 불안정한 지지면에서 복부 드로잉-인을 이용한 교각운동이 자세에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 안정한 바닥면과 불안정한 바닥면에서 각각 복부 드로잉-인 방법을 적용한 교각운동을 주3회 하루 30분간 총 6주간 하였다. 연구결과 두 그룹 모두 자세의 변화가 있었으나 복부 드로잉-인 방법을 적용한 불안정한 지지면에서의 교각운동이 자세유지와 관련된 심부근육을 더욱 활성화 시켰기에 안정된 지지면에서의 교각운동보다 더 좋은 자세변화를 일으켰다. 이에 본 연구자는 향후 바른 자세를 위한 운동 시 안정화 운동의 하나인 교각운동을 추천하며 특히 복부 드로잉-인 방법을 적용한 불안정한 지지면에서의 교각운동을 추천하는 바이다.

## 참고문헌

- 김택훈, 최흥식. 4주간의 스위스 볼과 전신진동기를 이용한 교각안정화 운동이 노인 여성의 균형과 보행에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지. 2011;18(3);49-58.
- 송은주, 최종덕. 교각 자세 운동 시 지지면 불안정성을 통한 과제 난이도가 다열근의 선택적 근활성도 비에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2011;18(3);59-66.
- 이애덕, 이주립. 무용전공 여대생과 일반 전공여대생의 골반변위 비교. 한국체육학회지. 2004;43(1);485-492.
- 이우진, 임창훈. 불안정한 지지면의 척추안정화 운동이 척추측만증 환자의 체간 자세와 균형에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2012;7(1);59-67.
- 이충열. 고등학교 남학생의 자세 변형 정도에 따른 생활습관자세. 한국교원대학교 교육대학원. 석사학위논문. 2004.
- 전호영. 교각운동이 체형의 변화와 족압분포에 미치는 영향. 대구대학교 박사학위논문. 2010.
- 정승환, 정태운, 조효구. 승마가 뇌성마비 아동의 형성

- 및 척추자세에 미치는 영향. 한국특수체육학회지. 2011;19(2):79-90.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise: Foundation and techniques, 4th ed. Philadelphia F.A. Davis. 2002;657-667.
- Maffey-Ward L, Jull G, Wellington L. Toward a clinical test of lumbar spine kinesthesia. J Orthop Sports Phys Ther. 1996;24(6):354-358.
- Marshall PW, Murphy BA. Evaluation of functional and neuromuscular changes after exercise rehabilitation for low back pain using a swiss ball: a pilot study. J Manipulative Physiol Ther. 2006;29(7):550-560.
- O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, et al. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. Spine. 2002;27(11):1238-1244.
- O'Sullivan PB, Phytly GD, Twomey LT, et al. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. Spine. 1997;22(24):2959-2967.
- Page P. Sensorimotor training: A "global" approach for balance training. J Body Mov Ther. 2006;10(1):77-84.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides, JA. et al. The relation between the transversus abdominis muscle, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. Spine. 2002;27(4):399-405.
- Saliba SA, Croy T, Guthrie R, et al. Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain. N Am J Sports Phys Ther. 2010;5(2):63-73.
- Standaert CJ, Weinstein SM, Rumpeltes J. Evidence informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercise. The Spine J. 2008;8:114-120.
- Stevens VK, Bouche KG, Mahieu NN, et al. Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. BMC Musculoskelet Disord. 2006;7:75.
- Vezina MJ, Hubley-Kozey CL. Muscle activation in therapeutic exercises to improve trunk stability. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81(10):1370-1379.