



# 요부안정화운동이 청소년기 특발성 척추 측만증 환자의 균형능력과 요부근지구력에 미치는 효과(Pilot study)

신 승 섭<sup>1)</sup> · 이 선 우<sup>2)</sup> · 송 창 호<sup>3)</sup>

1) 삼육대학교 물리치료학과 박사과정생, 2) 삼육보건대학교 간호과 시간강사  
3) 삼육대학교 물리치료학과 조교수

## The effects of Lumbar Stabilization Exercise on Balance Ability and Lumbar Trunk Muscle Endurance in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis(Pilot study)

Shin, Seung-Sub<sup>1)</sup> · Lee, Sun-Woo<sup>2)</sup> · Song, Chang-Ho<sup>3)</sup>

1) Doctoral Candidate, Department of Physical Therapy, Sahmyook University  
2) Part time lecturer, Department of Nursing, Sahmyook Health College  
3) Assistant Professor Department of Physical Therapy, Sahmyook University

### Abstract

**Purpose:** The purpose of this study was to investigate the effects of lumbar stabilization exercise on balance ability in patients with adolescent idiopathic scoliosis.

**Methods:** This study was one group pretest-posttest design. Twenty young idiopathic scoliosis patients were recruited for this study. They had the lumbar stabilization exercise program for 40 minutes a day, three times per

week for 3 weeks. The lumbar trunk muscle endurance test and clinical balance tests (functional forward reach, functional lateral reach, Fukuda 50-stepping, one leg standing with eyes open and eyes closed) were measured before and after the lumbar stabilization exercise.

**Results:** There were significant differences between pre-and post-test in absolute value of the difference between right and left lateral reach, distance of Fukud 50-stepping and one

**주요어 :** 측만증, 자세균형, 척추, 청소년

접수일: 2011년 10월 31일 심사완료일: 2011년 12월 28일 게재확정일: 2012년 3월 5일

• Address reprint requests to : Song, Changho(Corresponding Author)

Department of Physical Therapy, Sahmyook University

26-21, Gongneung 2-dong, Nowon-gu, Seoul 139-742, Korea

Tel: 82-2-3399-1631 Fax: 82-2-3399-1639 Email: chsong@syu.ac.kr

leg standing on the each side with eyes closed( $p < .05$ ). The results showed that the lumbar trunk muscle endurance significantly increased( $p < .05$ ).

**Conclusion:** In this study indicated that the lumbar stabilization exercise was effective on balance ability and lumbar trunk muscle endurance in patients with young idiopathic scoliosis.

**Key words :** Scoliosis, Postural balance, Lumbar vertebrae, Adolescent

## 서 론

### 연구의 필요성

요부안정화 운동(lumbar stabilization exercise)은 척추와 체간의 안정성 유지와 관련한 복부 및 골반주위 근육, 근지구력, 운동조절 능력을 정상화하는 운동 중의 하나로, 요통환자 뿐만 아니라 일반인이나 운동선수의 재활 및 운동 손상의 예방을 위하여 널리 사용되고 있다(Barr, Griggs, & Cadby, 2007). 요부안정화 운동은 코어안정화 운동(core stabilization), 체간안정화 운동(trunk stabilization), 중립척추조절(neutral spine control), 요부골반안정화 운동(lumbopelvic stabilization) 또는 척추의 각 분절을 의미하는 분절안정화운동(segmental stabilization) 등의 다양한 용어로 사용되고 있다(Standaert, Weinstein, & Rumpeltes, 2008). Bergmark (1989)은 요추부의 안정성과 움직임에 해부학적 특성으로 설명하지 않고 척추주위의 근육에서 발생하는 생체역학적인 힘의 특성으로 요부안정화 운동의 이론적 근거를 제시하였다. 이 생체역학적인 모델에서 척추주위의 근육들은 발생하는 힘의 특성에 따라 크게 심부근육과 표면근육으로 분류된다. 심부근육은 척추간의 정렬을 바르게 유지시켜 척추의 안정성을 제공하며, 표면근은 외부부하에 대항하거나 염력을 만들어 내는 역할을 한다고 하였다(Barr et al., 2007). 척추의 안정성을 유지하고, 움직임을 원활히 수행하기 위해서는 이 두 근육 군 간의 조화로운 근수축이 중요하다고 하였다. 요부안정화는 상지나 하지의 움직임 보다 선행적으로 활성화 되어 사지가 과

제를 효율적으로 움직일 수 있는 기반을 제공하며 (Barr et al., 2007), 선자세의 안정성에도 기여한다 (Richardson, Hodges, & Hides, 2004).

척추의 근-골격계 기능장애는 요부안정화에 제한을 일으켜 자세 안정성과 선 자세의 균형에 영향을 줄 수 있다(Kuukkanen & Malkia, 2000). 요부안정성이 감소된 만성요통환자들의 경우 지지기저면을 좁힌 선 자세에서 눈을 감을 경우 정상인과 비교할 때 자세의 안정성이 현저히 감소되는 것으로 나타났다(Mok, Brauer, & Hodges, 2004). Ebenbichler, Oddsson, Kollmitzer와 Erim (2001)은 요통환자들의 경우 외발서기 능력이 일반인들 보다 현저히 감소된 것으로 보고 하였으며, 이런 환자들에게 요부안정화 운동을 시행한 결과 전기치료를 병행한 일반적인 근력강화 운동보다 힘판을 이용한 선 자세 동요가 유의하게 감소되었다(Muthukrishnan, Shenoy, Jaspal, Nellikunja, & Fernandes, 2010). 척추 근-골격계 기능장애의 대표적인 질환인 척추측만증 환자들도 선 자세의 균형능력이 일반인들과 비교할 때 현저히 감소되는 것으로 연구되었다(Nault et al., 2002). Guo 등(2006)은 척추측만증을 대상으로 한 자세동요에 관한 연구에서 정상인의 경우 0.5%의 자세동요를 보였지만 특발성 척추측만증의 경우 14.5%의 자세동요를 보인다고 하였다.

요부안정화운동은 척추간의 조절력과 요부골반의 안정성을 향상시켜 신체의 평형조절 요구를 증가시키는 것으로 여겨진다(Richardson et al., 2004). 요부안정화운동이 균형에 미치는 영향을 알아보기 위해 선행연구들은 장비를 이용한 압력중심의 이동을 이용하여 주로 평가하였다. 그러나 대부분의 균형 측정 검사 장비들은 고가에 수입되고 있는 실정으로 임상에서 널리 사용되지 못하는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이미 임상에서 검증된 임상적 균형 평가 도구를 이용하여 특발성 척추측만증 환자의 선 자세 균형에 대한 요부안정화 운동의 효과를 알아보려고 하며 이를 기초로 요부안정화 운동의 유용성에 관한 기초자료를 제공하고자 한다.

### 연구 목적

- 요부안정화운동이 청소년기 특발성 척추측만증환자

의 균형능력에 미치는 효과를 파악한다.

- 요부안정화운동이 청소년기 특발성 척추측만증환자의 요부근 지구력에 미치는 효과를 파악한다.

## 연구 가설

가설 1. 요부안정화 운동 후 대상자들의 균형능력이 향상될 것이다.

- 부가설 1-1. 요부안정화 운동 후 대상자들의 기능적 전방 뻗기의 거리가 증가 될 것이다.
- 부가설 1-2. 요부안정화 운동 후 대상자들의 기능적 외측 뻗기의 거리가 증가 될 것이다.
- 부가설 1-3. 요부안정화 운동 후 대상자들의 후쿠다 50-걸음의 이동거리와 이동각도가 감소 될 것이다.
- 부가설 1-4. 요부안정화 운동 후 대상자들의 한 발 서기 시간이 증가 될 것이다.

가설 2. 요부안정화 운동 후 대상자들의 요부근지구력이 향상될 것이다.

- 부가설 2-1. 요부안정화 운동 후 대상자들의 요부 굴곡근 지구력 시간이 증가 될 것이다.
- 부가설 2-2. 요부안정화 운동 후 대상자들의 요부 신전근 지구력 시간이 증가 될 것이다.

## 연구 방법

### 연구 설계

본 연구는 요부안정화운동이 청소년기 특발성 척추측만증 환자의 균형능력과 요부근지구력에 미치는 효과를 알아보기 위해 단일 집단 전후 실험설계(one group pretest-posttest design)를 이용한 Pilot study이다.

### 연구 대상

본 연구 대상자는 서울 H병원에 내원하여 특발성 척추측만증 진단을 받은 만 10세에서 18세까지의 청소년 중 연구 목적과 방법의 설명을 듣고 자발적으로 참여에 동의한 35명 중 선정기준에 적합한 대상자 20명을 선정하였다. 본 연구를 위한 선정조건은 Cobb각

도가 15° 이상이며, 정신장애가 없으며 검사를 원활히 수행할 수 있고, 현재 척추 보조기를 착용하지 않은 환자를 대상으로 하였다. 두통, 무감각, 한쪽 팔, 다리 또는 그 이상에서 근력저하, 불안, 온도감 소실, 복시, 이명, 구토 등의 증상을 보이는 환자는 대상에서 제외시켰다(Guo et al., 2006).

### 연구 도구

#### ● 임상적 균형 측정

- 기능적 뻗기 검사(Functional forward reach)

기능적 뻗기 검사는 정확하고(변이계수 = 2.5%), 경제적이며, 노인의 전방 안정성의 제한(limit of stability)을 측정하는데 높은 신뢰도와 타당도가 보고되고 있다(Duncan, Weiner, Chandler, & Studenski, 1990). 기능적 전방 뻗기 검사는 체중중심의 이동과 양적 상관관계를 가지며( $r = .71$ ), 검사-재검사 신뢰도에서 뿐만 아니라 측정자내 신뢰도에서도 높은 신뢰도가 보고되고 있다(Duncan et al., 1990). 기능적 전방 뻗기 검사의 경우 대상자는 양 발을 어깨넓이로 벌리고, 줄자가 고정된 벽에 몸이 직각이 되도록 섰다. 이 때 벽에 고정된 줄자(3M 줄자, HoechstMass, 독일)는 대상자의 견봉 높이에 위치하였다. 대상자는 주먹을 가볍게 쥐고 한 팔을 들어 견관절을 90° 굴곡하면, 검사자는 중수지절관절(MP joint)의 위치를 확인 한 뒤 양 발을 움직이지 않으면서 최대한 팔을 전방으로 뻗어 3초간 유지하면 검사자는 처음의 중수지절관절의 위치와 끝 자세에서의 중수지절관절의 위치간의 거리를 0.1 cm 단위까지 측정하였다. 좌측 상지 기능적 뻗기, 우측 상지 기능적 뻗기 검사를 각각 1회 씩 연습 없이 수행하였으며, 각 검사간에 2분의 휴식시간을 가졌다.본 연구에서는 좌측 기능적 전방 뻗기 측정값과 우측의 기능적 전방 뻗기 측정값을 모두 자료로 사용하였다.

- 기능적 외측 뻗기(Functional Lateral Reach)

기능적 외측 뻗기 검사는 선 자세의 외측 안정성을 측정하기 위해 사용되었다. 노인을 대상으로 한 낙상과 관련한 연구에서 내-외측(medial-lateral) 자세 안정성은 낙상과 아주 밀접한 관련이 보고되고 있다

(Maki, Holliday, & Topper, 1994). Brauer, Burns와 Galley (1999)의 연구에서 건강한 노인을 대상으로 외측 뺨기 검사를 측정한 결과, 높은 검사-재검사 신뢰도( $r>.94$ )를 보였으며, 체중중심의 이동과 유의한 상관관계를 보였다( $r=.33$ ). 검사자는 대상자를 줄자를 등지고 서게 한 뒤 기능적 전방 뺨기 검사와 같은 절차로 팔을 최대한 외측으로 뺨은 위치를 측정하였으며, 왼쪽 외측 뺨기 검사와 오른쪽 외측 뺨기 검사를 좌, 우 각각 1회 씩 연습 없이 수행하였다. 각 검사 간에 2분의 휴식시간을 가졌으며, 본 연구에서는 좌측 외측 뺨기 측정값과 우측 외측 뺨기 측정값을 모두 자료로 사용하였으며, 좌, 우 외측 뺨기의 대칭성을 알아보기 위해 좌측과 우측의 외측 뺨기 차의 절대값도 자료로 사용하였다.

• 후쿠다 50-걸음(Fukuda 50-Stepping)

후쿠다 50-걸음 검사는 전정척수의 반사를 이용하여 미로의 기능을 평가하는 검사로 임상적으로 많이 사용되는 검사법으로 눈을 뜨거나 감은 상태에서 50-걸음 제자리걸음을 한 뒤, 처음 시작자세에서 변화된 신체의 위치나 방향 등을 평가하는 검사로서, 신체의 회전각, 이동각, 그리고 이동거리를 측정한다. 후쿠다 50-걸음 검사는 후쿠다 100-걸음 보다 높은 검사-재검사 신뢰도를 가지고 있다(Bonanni & Newton, 1998). 정상인의 경우 50-걸음 검사 후 이동거리는 50 cm 미만이며 회전각은 30° 미만이다(Allison & Fuller, 2000). 후쿠다 50-걸음 검사의 경우 대상자는 미리 준비된 바닥의 눈금선 위에 양 발의 뒤꿈치를 붙이고 선 뒤, 검사자의 지시에 따라 양 팔을 곧게 펴고, 손바닥이 지면을 향하도록 하면서 양 팔을 어깨 높이까지 들어올린다(견관절 90° 굴곡). 대상자는 이 자세를 그대로 유지하면서 눈을 뜨고, 행진을 하듯 발이 반대쪽 무릎을 높이까지 올리면서 제자리걸음을 50걸음 하였다. 눈을 뜨고 예행연습이 1회 수행한 뒤 곧바로 눈을 감고 제자리에서 다시 50-걸음을 걸었다. 이 때 검사자는 바닥의 눈금선과 줄자 그리고 각도기(교수용분도기 60 cm, 송우산업, 한국)를 이용하여 이동방향, 이동거리 그리고 이동각도를 측정하였다. 이동거리와 이동각도를 각각 0.1 cm와 0.1° 단위까지 측정하였다.

• 한 발 서기(One Leg Standing)

한 발 서기 검사는 선 자세의 정적 균형을 측정하기 위해 주로 사용된다(Allison & Fuller, 2000). Atwater, Crowe, Deitz와 Richardson (1990)은 검사 대상자의 연령이 10세 이상 일 때, 검사-재검사 신뢰도가 높게 나타난다고 하였으며( $r>.93$ ), 측정자내 신뢰도 역시 높게 보고하였다. 젊은 대상자들의 경우 30초 이상 한 발 서기를 유지 할 수 있다(Allison & Fuller, 2000). Drusini 등(2002)은 요양원과 같이 집단으로 거주하는 노인을 대상으로 한 연구에서 균형 능력의 감소를 예측하는데 한 발 서기를 사용할 수 있다고 하였다. 한 발 서기 검사의 경우, 검사에 앞서 대상자는 편안한 자세로 양 팔을 교차로 반대쪽 어깨에 올려놓고, 체중이 양 발에 균등하게 실리도록 똑바로 선 후, 검사자의 지시에 따라 대상자는 한 쪽 발을 들어 다른 한 발로 균형을 유지하고 서면, 검사자는 대상자가 들고 있던 발이 지면에 내려놓을 때까지의 시간을 초시계(Stopwatch HS-3, CASIO, 중국OEM)를 이용하여 측정하였다. 대상자에게 가능한 오래 유지하도록 지시하였으며, 눈을 뜨고 좌, 우 한 발 서기를 각각 2회 검사한 후, 눈을 감고 좌, 우 한 발 서기를 각각 2회 검사하였다. 검사 간 휴식시간은 30초이며, 각 2회 검사 중 가장 높은 값을 연구 자료로 사용하였다.

● 요부근지구력 평가

체간의 굴곡근과 신전근의 근지구력 검사를 위해 요부근지구력 검사를 시행하였다. 과거 체간의 굴곡근과 신전근의 근지구력을 평가하던 Sorensen 검사나 Kraus-Weber 검사는 건강한 대상자들에게 적합하지만, 만성 요통환자와 근력이 약한 사람들에게는 통증과 손상을 가중시켰다(Moreau, Green, Johnson, & Moreau, 2001). 요부근지구력 검사는 Sorensen 검사나 Kraus-Weber 검사를 시행하기 어려운 환자들을 위해 고안한 체간의 굴곡근과 신전근 지구력 검사법이다. 요부근지구력 검사는 Kraus-Weber 검사보다 요부의 전만을 유의하게 감소시켰으며, 높은 타당도와 재현성을 보였다(Ito et al., 1996). 요부근지구력 검사는 요부굴곡근 지구력 검사와 요부신전근 지구력 검사로 구성되어있다. 요부굴곡근 지구력 검사를 위해 대상자는 바로 누운 자세에서 고관절과 슬관절을 90° 굴

곡하고, 양 팔은 서로 팔짱을 꼈다. 검사자의 “시작”이라는 구호와 함께 대상자가 견갑골을 지면에서 들어 올리면, 검사자는 초시계(Stopwatch HS-3, CASIO, 중국OEM)를 이용하여, 최대 유지시간을 기록하였다. 대상자는 처음 시작한 자세를 최대한 유지해야하며, 최대 유지시간을 300초이며, 0.1초 단위까지 측정하였다. 굴곡근 검사를 먼저 시행 한 후, 5분의 휴식을 가졌다. 그 후 다시 신전근 검사를 시행 하였으며, 신전근 검사 후에도 5분의 휴식을 가졌다. 본 연구에서는 요부굴곡근과 신전근 지구력 검사를 각각 1회씩 시행하여 얻은 측정값(초)을 자료로 사용하였다.

**연구 절차**

본 연구은 대상자는 서울 H병원에서 외래치료를 받고 있는 청소년기 특발성 척추측만증 환자를 대상으로 연구 목적과 방법의 설명을 듣고 자발적으로 참여에 동의한 35명 중 선정기준에 적합한 대상자 20명을 선정하였다. 선정된 20명은 본인과 보호자가 직접 동의서를 작성하였으며 삼육대학교 연구윤리위원회의 심사를 통과하여 연구를 진행하였다. 실험에 참여하기전 연구 대상자는 밝고, 조용한 환경에서 주머니가 없는 간편한 여름용 복장을 착용하여 대상자의 균형 조절에 영향을 줄 수 있는 모든 요인을 최소화 할 수 있도록 검사준비를 하였다. 임상적 균형 평가 검사에 앞서 연구 대상자의 일반적인 특성으로 성명, 연령, 체중, 신장, 성별, 과거 운동프로그램 참여여부 등을 조사하였으며, 척추측만증 특성으로 Cobb각도를 조사하였다. 일반적인 특성은 설문지를 이용하여 자료를 수집하였고 측만각도는 담당의사의 방사선 소견을 이용하였다. 병원 운동 처방실에 상주하는 임상경력 3년 이상인 운동처방사 2명이 기능적 뺨기 검사, 외측 뺨기 검사, 후쿠다 50-걸음, 그리고 눈뜨고 눈감고 한 발 서기 검사 등을 무작위 순서로 검사 프로토콜에 맞게 대상자 10명씩 측정하였다. 요부근지구력 검사는 다른 균형검사에 영향이 미치지 않도록 균형검사 다음날 동일한 운동 처방사가 대상자를 각각 10명씩 측정하였으며 생리통이 심한 대상자 2명은 균형검사 2일 후 요부근지구력을 검사를 받았다. 균형검사와 요부근지구력 검사는 요부안정화 운동이 끝난 바로

다음날 사전검사와 동일한 검사자가 동일한 방법으로 대상자를 바꾸어 수행되었다. 요부안정화 운동은 임상경력이 5년 이상이며 요부안정화 운동에 대한 전문교육을 20시간 이상 이수한 물리치료사에 의해 1회 40분, 주 3회, 3주간 총 9회 수행되었다.

- 요부안정화 운동 프로그램
  - 심부근 수축 운동(1단계)

대상자들은 교각1(Bridging 1)와 네발1(Quadruped 1) 자세에서 정상호흡을 유지하면서 심부근 수축 운동을 통하여 심부근육을 선택적으로 수축하는 방법을 습득하였다(Richardson et al., 2004). 처음 운동을 시작 할 때는 복횡근이나 다열근을 최대근력에 약 10-15%로 약 2-3초 정도의 근수축을 유지하도록 하였다(Richardson et al., 2004). 점진적으로 시간을 늘려 심부근육을 10초 이상 유지할 수 있도록 반복적으로 수행하였으며, 10초 이상의 근 수축 후에 2-3초의 휴식을 가졌으며 10회 이상 반복하였다(Figure 1).

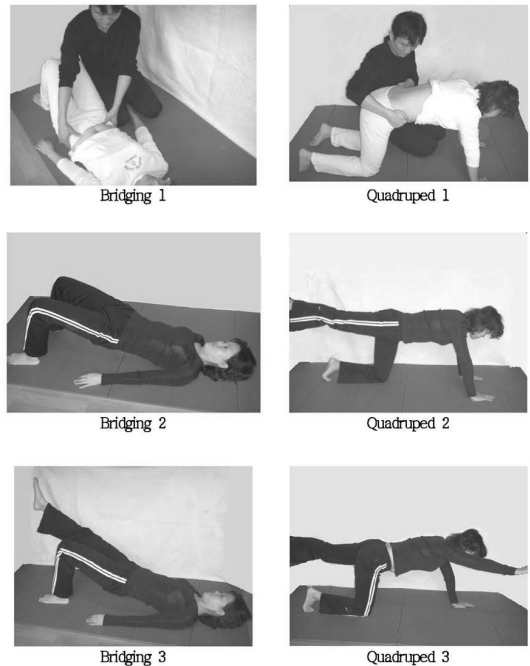


Figure 1. Lumbar stabilizing exercise

- 기초 심부근과 표면근 협력수축 운동(2단계)
- 대상자들이 1단계 운동을 원만히 수행하면 2단계

운동으로 진행하였다. 2단계 운동의 수행절차는 1단계 운동과 동일하지만 지지기저면이 좁거나 체중이 중심이 높은 교각2(Bridging 2)과 네발2(Quadruped 2) 자세에서 수행하였다(Figure 1). 대상자들은 심부근 수축을 유지하면서 교각 2 자세 또는 네발 2 자세를 10초 이상 유지 할 수 있도록 반복적으로 수행하였다. 이 운동에 흥미를 계속 유지 할 수 있도록 교각2 자세와 네발2 자세를 교대로 시행하였으며, 교각 1한 자세를 필요한 경우 한 자세의 운동을 집중적으로 시행하였다. 1회 10초 이상 10회 수행하였다.

• 향상된 심부근과 표면근 협력수축 운동(3단계)

대상자들이 2단계 운동을 원만히 수행하면 3단계 운동으로 진행하였다. 3단계 운동의 수행절차는 2단계 운동과 동일하지만 지지기저면이 더 좁거나 체중이 중심이 더 높은 교각3(Bridging 3)과 네발3(Quadruped 3) 자세에서 수행하였다(Figure 1). 대상자들은 심부근 수축을 유지하면서 교각 3 자세 또는 네발 3 자세를 10초 이상 유지 할 수 있도록 반복적으로 수행하였다. 처음 지시한 자세를 끝까지 유지 하도록 요구하였다. 보상 움직임이나 잘못된 움직임이 보일 경우, 실험자가 구두지시를 주거나 직접 손으로 자세를 교정하였다.

자료 분석

본 연구는 SPSS (version 19.0)을 이용하여 통계 분석을 하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성과 측만

특성은 기술 통계를 이용하였으며, 본 연구의 대상자가 수가 적어 임상적 균형 측정값과 요부근지구력 측정값은 Kolmogorov-Smirnov에 의한 정규성 검정을 하였다. 그 결과 눈뜨고 한 발 서기 측정값과 후쿠다 50걸음 검사의 이동방향이 정규분포의 특성을 만족하지 않아 통계분석에서 제외 시켰다. 요부안정화 운동 전, 후의 임상적 균형 측정값과 요부근지구력의 변화를 비교하기 위하여 paired *t*-검정을 이용하였다.

연구 결과

대상자의 특성

본 연구의 대상자는 청소년기 특발성 척추측만증 환자 20명이며, 남자가 3명, 여자가 17명 이었다. 평균 연령은 14.3세, 평균 신장은 160.6 cm, 평균 체중은 47.6 kg 이었다. 평균 주(major) Cobb각도는 30.43°이었다(Table 1).

Table 1. Subjects' Characteristics

General characteristics	AIS
Number of subjects	20
Gender (Female / Male)	17 / 3
Age(yrs)	14.3±2.9*
Height(cm)	160.6±7.9
Weight(kg)	47.6±6.9
Major Cobb's angle(°)	30.4±8.1

\*Mean±SD, AIS: Adolescent Idiopathic Scoliosis

Table 2. Comparisons of Clinical Balance between Pre- and Post-exercise.

Clinical balance test		Pre-exercise	Post-exercise	<i>t</i> ( <i>p</i> )
Forward reach(cm)	Right	31.9±6.1*	32.4±5.8	-0.421(.679)
	Left	31.8±7.0	32.5±6.0	-0.619(.543)
Lateral reach(cm)	Right	19.0±4.5	20.9±3.9	-1.925(.069)
	Left	18.7±4.1	20.2±3.3	-1.810(.086)
	AV†	3.3±2.2	1.9±1.9	3.040(.007)
Fukuda 50-Stepping	Distance(cm)	114.3±38.0	76.2±36.1	-2.399(.027)
	Angle(°)	11.2±14.0	6.3±4.3	1.445(.165)
One leg standing with eye closed(sec)	Right	14.5±9.7	22.2±7.9	-4.107(.001)
	Left	13.3±9.4	19.6±10.1	-2.399(.027)

\*Mean±SE

† AV means absolute value of the difference between right and left lateral reach

Table 3. Comparisons of Lumbar Trunk Endurance between Pre- and Post-exercise.

Endurance test	Pre-exercise		Post-exercise		t(p)
Lumbar trunk flexor endurance(sec)	77.07±	52.65*	109.11±	63.83	-2.971(.008)
Lumbar trunk extensor endurance(sec)	183.02±	90.27	225.11±	80.52	-2.289(.034)

\*Mean±SE

### 가설 검증

#### ● 제 1가설 검증

요부안정화 운동 후 대상자들의 균형능력이 향상될 것이다.

- 부가설 1-1: “요부안정화 운동 후 대상자들의 기능적 전방 뻗기의 거리가 증가 될 것이다.”  
요부안정화 운동 후 우측 기능적 전방 뻗기 측정값은 운동 전과 비교할 때 유의한 차이를 보이지 않았다( $t=-.421, p=.679$ ). 운동 후 좌측 기능적 전방 뻗기 측정값은 운동 전과 비교할 때 유의한 차이를 보이지 않았다( $t=-.619, p=.542$ ). 그러므로 요부안정화 운동 후 대상자들의 좌, 우 기능적 전방 뻗기의 거리 통계적으로 유의한 차이가 없어 부가설 1-1은 기각되었다.
- 부가설 1-2: “요부안정화 운동 후 대상자들의 기능적 외측 뻗기의 거리가 증가 될 것이다.”  
요부안정화 운동 후 우측 기능적 외측 뻗기 측정값은 운동 전과 비교할 때 유의한 차이를 보이지 않았다( $t=-1.925, p=.05$ ). 운동 후 좌측 기능적 외측 뻗기 측정값은 운동 전과 비교할 때 유의한 차이를 보이지 않았다( $t=-1.810, p=.086$ ). 이에 요부안정화 운동 후 대상자들의 좌, 우 기능적 외측 뻗기의 거리가 통계적으로 유의한 차이가 없어 부가설 1-2는 기각되었다.
- 부가설 1-3: “요부안정화 운동 후 대상자들의 후쿠다 50-걸음의 이동거리와 이동각도가 감소 될 것이다.”  
후쿠다 50-걸음의 이동거리는 요부안정화 운동 전과 후를 비교한 결과 통계적으로 유의한 감소를 보였다( $t=4.353, p=.000$ ). 요부안정화 운동 전과 후의 후쿠다 50-걸음 이동각도를 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다( $t=1.445, p=.165$ ). 그러므로 부가설 1-2는 후쿠다 50-걸음의 이동거리의 감소만 지지되었다.

- 부가설 1-4: “요부안정화 운동 후 대상자들의 한 발 서기 시간이 증가 될 것이다.”  
요부안정화 운동 후 눈감고 오른쪽 한 발 서기는 운동 전과 비교할 때 통계적으로 유의한 변화를 보였다( $t=-4.107, p=.001$ ). 운동 후 눈감고 왼쪽 한 발 서기도 운동 전과 비교할 때 통계적으로 유의한 변화를 보였다( $t=-2.399, p=.027$ ).

#### ● 가설 2. 요부안정화 운동 후 대상자들의 요부근 지구력이 향상될 것이다.

- 부가설 2-1: “요부안정화 운동 후 대상자들의 요부굴곡근 지구력 시간이 증가 될 것이다.”  
요부안정화 운동 후 요부굴곡근 지구력은 운동 전 보다 유의하게 증가되었다( $t=-2.971, p=.008$ ). 그러므로 부가설 2-1은 지지되었다.
- 부가설 2-2: “요부안정화 운동 후 대상자들의 요부신전근 지구력 시간이 증가 될 것이다.”  
요부안정화 운동 후 요부신전근 지구력은 운동 전 보다 유의하게 증가되었다( $t=-2.289, p=.034$ ). 그러므로 부가설 2-2은 지지되었다.

## 논 의

균형은 주어진 환경에서 지지면(base of support)위에 신체 중심을 유지하는 능력으로 움직임과 안정성을 위한 필수요소이다(Shumway-Cook & Woollacott, 2006). 균형조절을 위해서는 감각계를 통한 정보의 입력, 신경계의 처리, 운동계의 반응을 통한 복잡한 운동조절을 통해 성취되면 감각정보의 변화는 균형조절에 즉각적인 영향을 준다(Guo et al., 2006). 대부분의 균형측정 장비는 특정 시간동안 압력중심의 변화 정도를 수치로 나타내어 측정한다. 예를 들면, 동요거리는 특정 시간동안 동안 기준점에서 대상자의 체중중심이 움직인 거리를 의미하며, 동요면적은 특정 시간동안 전, 후, 좌, 우 방향으로 체중중심이 최대로

움직인 점을 기준으로 면적을 계산한다. 동요거리가 짧거나 동요면적이 좁을수록 체중중심의 이동이 적기 때문에 자세의 안정성이 높다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서 사용한 임상적 균형 평가도구는 체중중심의 이동범위인 안정성의 한계를 평가하는데 목적이 있다. 안정성의 한계는 체중중심을 넘어서거나 지지기저면의 변화 없이 중심선에서 가능한 멀리 이동한 거리를 의미한다(Allison & Fuller, 2000).

기능적 전방 뺨기 검사는 체중중심의 이동과 양적 상관관계를 가지며( $r = .71$ ) 전방안정성의 제한을 측정하는데 높은 신뢰도와 타당도가 보고되고 있다(Newton, 2001). 그러나 본 연구에서 요부안정화 운동을 제공한 후 기능적 전방 뺨기 검사에서 좌, 우 각각 평균 약 0.5, 0.7cm 증가 하였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 청소년기 특발성 척추측만증 환자군과 동일연령의 정상군의 기능적 전방 뺨기 거리를 측정한 선행연구에서 측만증 환자군의 전방 뺨기 거리는 정상인과 다르지 않다고 하였다(Shin & Woo, 2006). 이는 본 연구의 측만증 대상자들의 전방 안정성의 제한은 정상범위에 있기 때문에 요부안정화 운동 후에도 통계적으로 유의한 변화를 보지 못한 것으로 생각한다.

기능적 외측 뺨기 검사는 내-외측 안정성의 한계를 평가하기 위한 도구(Maki et al., 1994)로 요부안정화 운동 후 좌, 우 각각 평균 1.5, 1.8 cm 증가 되었지만 통계적으로 유의한 향상을 보이지 않았다. 그러나 좌, 우 외측 뺨기 차의 절대값(AV)은 통계적으로 유의한 감소를 보였다. 좌, 우 외측 뺨기 차의 절대값(AV)은 외측 안정성의 한계의 좌, 우 대칭을 알아보기 위한 것으로 측정값이 작을수록 대칭적이다. 즉, 좌, 우 외측 뺨기 거리의 차가 요부안정화 운동 전 3.3 cm 이었지만 운동 후 1.9 cm로 평균 1.4 cm 감소되었다. 본 연구의 요부안정화 운동은 체간의 운동뿐만 아니라 상지 및 하지의 대칭성을 강조한 운동으로 구성되어 있다. 신체의 이러한 대칭적인 근육의 활동이 연구 대상자의 외측 안정성의 한계의 좌, 우 대칭성에 긍정적인 영향을 주었을 것으로 여겨진다.

후쿠다 50-걸음 검사는 균형과 관련된 미로(labyrinthine)의 기능을 평가하기 위해 임상적으로 많이 사용하는 검사도구이며, 정상인을 대상으로 한 후

쿠다 50-걸음 검사의 이동거리는 50 cm 미만이었다(Bonanni & Newton, 1998). 연구대상자의 이동거리는 운동 전 평균 114 cm, 운동 후 76 cm으로 통계적으로 유의한 감소를 보였지만 정상인 보다 큰 이동거리를 보이고 있음을 알 수 있다. 이동각은 운동 전 11° 정상범위에 있으며 운동 후 평균 6°도 감소하였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 편측 전정기관에 손상이 있는 경우 보행이나 선자세의 균형 등에 영향을 준다(Alessandrini, D'Erme, Bruno, Napolitano, & Magrini, 2003). Wiener-Vacher와 Mazda (1998)는 10대 특발성 척추측만증 환자와 정상인을 대상으로 한 전정기관의 장애 정도를 측정한 연구에서 좌, 우 이석(otolith)의 불균형을 측정하는 OVAR (off-vertical axis rotation)검사를 시행한 결과, 척추측만증 환자의 67%가 정상인에 비하여 통계적으로 유의하게 높은 불균형 값을 보였다. 요부안정화 운동 후 통계적으로 유의한 이동거리의 감소를 보였지만 이것이 균형과 관련한 다른 요인들이 많기 때문에 전정기관에 대칭적인 자극의 증가로 인한 것인지는 알 수 없다.

연구 대상자들은 눈을 감은 상태와 뜬 상태에서 좌, 우 한 발 서기 검사에서 각각 시행하였다. 눈뜨고 한 발 서기 검사의 정상유지 시간은 30초로 대상자의 반 이상이 30초 이상 유지 할 수 있어 측정값의 분포가 고르게 분포하지 않고 한쪽으로 치우쳐 정규분포의 특성을 보이지 않았다. 따라서 눈뜨고 한 발 서기 검사의 측정값은 본 연구의 통계분석에서 제외시켰다. Szulc, Bartkowiak, Lewandowski와 Markuszewski (2008)의 연구에서 우측 흉추측만이 있는 측만증 대상자들의 경우 좌측보다 우측에 더 많은 체중부하를 하는 것으로 나타났다. 그러나 Gauchard 등(2001)의 측만증 환자들의 체중부하는 만곡의 수준, 정도, 종류 등에 따라 달라진다고 하였다. 본 연구의 대상자들 역시 만곡의 정도, 수준, 종류 등이 다양하기 때문에 좌측 한 발 서기에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 원인을 대상자들의 일반적인 특성으로 설명하는 것은 타당하지 않다. 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각한다.

요부안정화 운동 후 요부굴곡근 지구력과 신전근 지구력이 유의하게 증가되었다. 근육은 일상생활 동작이나 스포츠 활동과 같이 기능적인 활동을 하는 동안



부드럽고, 조화롭게 힘을 생성, 감소, 조절 및 예측하는 신경근육계의 능력도 포함된 의미이기도 하다 (American Physical Therapy Association [APTA], 2001). 정상인의 경우 선 자세에서 상지를 들어 올릴 때, 들어 올리는 방향에 상관없이 상지의 굴곡근, 외전근 또는 신전근 등의 수축보다 복횡근이 먼저 수축하며 이것은 상지의 움직임으로 야기되는 신체동요를 미리 예방하기 위한 선행적 수축한다. 그러나 요통이 있는 환자들의 경우 선 자세에서 상지를 들어 올릴 때 복횡근의 이러한 선행적 수축이 나타나지 않고 상지의 근육의 수축과 동시에 복횡근이 수축하거나 늦게 수축된다(Hodges & Richardson, 1996). 기존 연구에서는 정상 성인을 대상으로 요부안정화 운동을 일회 시행한 결과 선 자세의 균형능력이 향상되었으며, 만성 요통환자들의 경우 정상인과 비교할 때 한 발 서기 능력이 유의하게 낮았다(Hemami, Barin, & Pai, 2006). 이들 요통환자를 대상으로 2주간의 요부안정화 운동을 시행한 결과 한 발 서기 능력이 정상인과 비슷해졌다(Muthukrishnan et al., 2010). 본 연구는 요통환자 대신 청소년기 특발성 척추 측만증 환자들에게 3주간의 요부안정화 운동을 수행하여 요부근지구력과 균형능력이 향상되었다. 요부안정화 운동을 통한 요부근지구력의 증가는 자세조절을 위한 복횡근이나 다열근의 선행적 조절 전략을 정상화시켜 선 자세의 균형능력을 향상 시키는 것으로 판단된다.

따라서 요부안정화 운동은 청소년기 특발성 척추 측만증 환자들의 요부근지구력과 균형능력 증진에 효과가 있기 때문에 요부근지구력과 균형이 요구되는 일상생활동작이나 스포츠 활동 수행에 도움이 되고, 측만 교정 보조기 착용으로 야기될 수 있는 근력과 균형저하를 예방하는데(Sadeghi et al., 2008) 긍정적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 앞으로 요부안정화 운동은 청소년기 특발성 척추 측만증 환자를 위한 재활 프로그램에 요부근지구력과 균형능력 향상을 목적으로 수행할 수 있는 할 중요한 운동이라고 판단된다.

## 결론 및 제언

본 연구는 임상적 균형 평가 도구를 이용하여 요부

안정화 운동이 선 자세의 균형에 미치는 영향을 알아 보고자 하였다. 10대 특발성 척추측만증 연구 대상자 20명에게 3주간 요부안정화 운동을 실시였다. 요부안정화 운동 후 좌, 우측 외측 뺨기 차의 절대값, 후쿠다 50-걸음의 이동거리, 눈 감고 좌, 우측 한 발 서기 그리고 눈 뜨고 우측 한 발 서기에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 그러나 기능적 전방 뺨기와 기능적 외측 뺨기 검사에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 요부안정화 운동후 요부 굴곡근 지구력과 신전근 지구력이 유의하게 증가되었다. 따라서 본 연구 결과를 바탕으로 요부안정화 운동이 청소년기 특발성 척추측만증 환자의 선 자세 균형과 요부근지구력에 효과가 있음이 입증되었다. 그러나 본 연구의 대상자가 적어 운동효과를 다른 측만증 환자들에게 일반화하기에 어려움이 있으며, 대조군이 없는 단일 집단 사전사후 비교 설계로 대상자가 활발한 활동을 하는 청소년기 학생들인 점을 감안할 때 학교에서 수행하는 체육활동이나 다양한 신체활동으로 유발되는 혼란변수를 제대로 통제하지 못한 제한점을 지니고 있다. 향후 연구에서는 혼란변수를 통제할 대조군이 있는 실험연구가 필요하며, 근전도와 같은 요부안정화 정도를 수량적으로 평가하여 요부 안정성과 균형 측정값의 상관관계를 제시하여 균형향상을 위한 적합한 요부안정화 운동의 기간과 강도를 설정할 수 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- Alessandrini, M., D'Erme, G., Bruno, E., Napolitano, B., & Magrini, A. (2003). Vestibular compensation: analysis of postural re-arrangement as a control index for unilateral vestibular deficit. *Neuroreport*, 14(7), 1075-1079.
- Allison, L. & Fuller, K. (2000). *Balance and vestibular disorders - Neurological rehabilitation*. St Louis: Mosby.
- American Physical Therapy Association. (2001). Guide to Physical Therapist Practice. 2nd edition. *Physical Therapy*, 81(1). 9-746.
- Atwater, S. W., Crowe, T. K., Deitz, J. C., & Richardson, P. K. (1990). Interrater and test-retest reliability of two pediatric balance tests. *Physical Therapy*, 70(2), 79-87.

- Barr, K. P., Griggs, M., & Cadby, T. (2007). Lumbar stabilization: a review of core concepts and current literature, part 2. *American Journal Physical Medicine & Rehabilitation*, 86(1), 72-80.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica Suppl*, 230, 1-54.
- Bonanni, M., & Newton, R. (1998). Test-retest reliability of the Fukuda Stepping Test. *Physiotherapy Research International*, 3(1), 58-68.
- Brauer, S., Burns, Y., & Galley, P. (1999). Lateral reach: a clinical measure of medio-lateral postural stability. *Physiotherapy Research International*, 4(2), 81-88.
- Drusini, A. G., Eleazer, G. P., Caiazzo, M., Veronese, E., Carrara, N., Ranzato, C., et al. (2002). One-leg standing balance and functional status in an elderly community-dwelling population in northeast Italy. *Aging Clinical and Experimental Research*, 14(1), 42-46.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*, 45(6), M192-197.
- Ebenbichler, G. R., Oddsson, L. I., Kollmitzer, J., & Erim, Z. (2001). Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Medical and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1889-1898.
- Gauchard, G. C., Lascombes, P., Kuhnast, M., & Perrin, P. P. (2001). Influence of different types of progressive idiopathic scoliosis on static and dynamic postural control. *Spine*, 26(9), 1052-1058.
- Guo, X., Chau, W. W., Hui-Chan, C. W., Cheung, C. S., Tsang, W. W., & Cheng, J. C. (2006). Balance control in adolescents with idiopathic scoliosis and disturbed somatosensory function. *Spine*, 31(14), E437-440.
- Hemami, H., Barin, K., & Pai, Y. C. (2006). Quantitative analysis of the ankle strategy under translational platform disturbance. *IEEE Transaction on Neural System and Rehabilitation Engineering*, 14(4), 470-480.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 15(22), 2640-50.
- Ito, T., Shirado, O., Suzuki, H., Takahashi, M., Kaneda, K., & Strax, T. E. (1996). Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 77(1), 75-79.
- Kuukkanen, T. M., & Malkia, E. A. (2000). An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. *Clinical Rehabilitation*, 14(2), 192-202.
- Maki, B. E., Holliday, P. J., & Topper, A. K. (1994). A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *Journal of Gerontology*, 49(2), M72-84.
- Mok, N. W., Brauer, S. G., & Hodges, P. W. (2004). Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine*, 29(6), E107-112.
- Moreau, C. E., Green, B. N., Johnson, C. D., & Moreau, S. R. (2001). Isometric back extension endurance tests: a review of the literature. *Journal of Manipulative of Physiological Therapeutic*, 24(2), 110-122.
- Muthukrishnan, R., Shenoy, S. D., Jaspal, S. S., Nellikunja, S., & Fernandes, S. (2010). The differential effects of core stabilization exercise regime and conventional physiotherapy regime on postural control parameters during perturbation in patients with movement and control impairment chronic low back pain. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 2, 13.
- Nault, M. L., Allard, P., Hinse, S., Le Blanc, R., Caron, O., Labelle, H., et al. (2002). Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 27(17), 1911-1917.
- Newton, R. A. (2001). Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(4), M248-252.
- Richardson, C., Hodges, P. W., & Hides, J. (2004). *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilisation: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain* (2nd ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Sadeghi, H., Allard, P., Barbier, F., Gatto, L., Chavet, P., Rivard, C. H., et al. (2008). Bracing has no effect on standing balance in females with adolescent idiopathic scoliosis. *Medical Science Monitoring*, 14(6), 293-298.

- Shin, S. S. & Woo, W. K. (2006). Characteristics of Static Balance in Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 13(4), 47.
- Standaert, C. J., Weinstein, S. M., & Rumpeltes, J. (2008). Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercises. *The Spine Journal*, 8(1), 114-120.
- Shumway-Cook A. & Woollacott MH. (2006). *Motor Control 3rd ed.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Szulc, P., Bartkowiak, P., Lewandowski, J., & Markuszewski, J. (2008). The influence of idiopathic scoliosis on load distribution in the foot. *Chirurgia Narzadow Ruchu Ortopedic Polska*, 73(3), 187-191.
- Wiener-Vacher, S. R. & Mazda, K. (1998). Asymmetric otolith vestibulo-ocular responses in children with idiopathic scoliosis. *The Journal of Pediatrics*, 132(6), 1028-1032.