Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 13, No. 7 pp. 3074-3084, 2012

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.7.3074

슬링 요부안정화 운동프로그램이 청소년기 특발성 척추측만증 환자의 균형에 미치는 영향

배영현[1,2], 박선희[2], 이혜림[2,3], 이석민[2*]
[1]삼성서울병원 재활의학과, [2]삼육대학교 물리치료학과, [3]삼육대학교 의명신경과학연구소

Effect of Sling Lmubar Stabilization Exercise Program on the Balance of Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients

Young-Hyeon Bae[1,2], Sun-Hee Park[2], Hye-Lim Lee[2,3] and Suk-Min Lee[2*]
[1]**Department of Physical and Rehabilitation Medicine, Samsung Medical Center**
[2]**Department of Physical Therapy, Sahmyook University**
[3]**Uimyeong Research institute for Neuroscience, Sahmyook University**

요 약 본 연구의 목적은 청소년기 특발성 척추측만증 환자를 대상으로 슬링을 이용한 요부안정화 운동프로그램이 정적 선 자세의 균형에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구의 대상자는 특발성 척추측만증을 진단 받은 환자 40명을 무작위로 두군으로 나눈 후 실험군(n=20)은 슬링 요부안정화 운동, 대조군(n=20)은 단지 자세교육만 실시하였다. 두군 모두 실험 전·후 균형 수행 모니터(Balance performance monitor)을 이용하여 눈을 감은 상태에서의 양발서기 자세와 눈을 뜬 상태에서의 양발서기에서 동요거리(총, 좌우방향, 전후방향)와 동요속도(총, 좌우방향, 전후방향)를 측정하였다. 운동프로그램 적용 후에 두그룹간에 모든 변수에서 유의한 차이를 보였다. 실험군은 운동 전·후 모든 변수에서 유의한 감소를 보였다. 그러나 대조군에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과를 통해서 슬링 요부안정화 운동프로그램은 특발성 척추측만증 환자의 체중심 동요거리와 동요속도를 감소시켜 정적 선 자세 균형능력을 향상시켰으며 슬링 요부안정화 운동프로그램이 청소년기 특발성 척추측만증 환자의 균형 증진 중재가 될 수 있을 것으로 보인다.

Abstract The purpose of this study lies in examining how sling lumbar stabilization exercise affects static standing balance of adolescent idiopathic scoliosis patients. The subjects were forty patients who were diagnosed with idiopathic scoliosis. They were randomly assigned either to a experimental group (n=20) that received sling lmubar stabilization exercise program or to a control group (n=20) that received only education. Data were obtained for each patient from total sway path and sway velocity in standing on both feet with eyes closed and standing on both feet with eyes open were measured, using balance performance monitor. All variables were measured at pre- and post-exercise. There were significantly differences between the both groups for all variables at post-exercise ($p<.05$). The experimental group showed a significantly decreases in all variables at pre- and post-exercise ($p<.05$). But the control group showed a no significantly differences. These results revealed that sling lumbar stabilization exercise improved static standing balance, by reducing COP(center of pressure) sway path and sway velocity of idiopathic scoliosis patients, and it is expected that sling lumbar stabilization exercise will be used as balance enhancement exercise intervention for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis patients.

Key Words : Idiopathic scoliosis, Sling lumbar stabilization exercise, Static standing balance

*Corresponding Author : Suk-Min Lee
Tel: +82-2-3399-1632 email: smlee@syu.ac.kr
접수일 12년 03월 13일 수정일 (1차 12년 04월 03일, 2차 12년 04월 27일) 게재확정일 12년 07월 12일

1. 서론

척추측만증(scoliosis)은 해부학적 정중선의 축으로부터 회전을 동반하며, 척추가 측방으로 만곡 되거나 편위되는 관상면과 시상면상의 기형으로 정의되며 미국의 척추측만증 연구협회에서는 척추측만증을 Cobb 각이 10° 이상으로 정의하고 있으며, 미국 인구 1,000명 중 25명이 척추측만증을 가지고 있다[1]. 그리고, 국내에서는 울산시의 11세 청소년을 대상으로 한 최근 조사에서 척추측만증의 85%가 특발성 척추측만증이고 유병률이 0.31%였다[2].

사춘기에 발생하는 특발성 척추측만증은 주로 10세를 전·후하여 발생하고 원인은 아직까지 밝혀지지 않았으며[3], 10세에서 16세의 청소년 2~4%가 특발성 척추측만증을 가지고 있고 성장기에 많이 발병하기 때문에 척추측만증을 진단하고, 조기치료를 하기 위해서는 학교에서 학생들을 대상으로 주기적으로 검사를 해야 한다[4].

척추측만증으로 인한 척추의 변형은 척추주위 근육의 근방추 양이 적어지고 볼록면의 표면근에 완근(Tonic muscle)의 양이 많아지는 등의 근육특성을 변화시켜 좋지 못한 외형뿐만 아니라 통증과 경직을 동반하는 비유연성을 초래한다[5-6]. 그리고 신체 분절들간의 상호작용 능력이 떨어지고 고유수용기 기능이 감소하여 선 자세의 불안정성을 유발함으로써 일상생활을 하는데 많은 장애를 일으킨다. 또한, 신체의 정상적인 자세정렬을 변화시켜 머리, 견갑대 그리고 골반대의 자세 지남력이 정상인과 다르게 된다[7-8].

청소년기 특발성 척추측만증 환자들에서는 체중심의 동요면적, 좌우동요, 전후동요, 동요반경거리가 정상인보다 매우 높은데[9], 정상인의 경우 0.5%의 자세동요를 보였지만 특발성 척추측만증의 경우 14.3%의 자세동요를 보였다[10]. 또한, 선 자세의 균형에 관한 연구에서 특발성 척추측만증군은 체중심의 동요가 정상인보다 44% 더 많았으며, 특발성 척추측만증 환자의 평균적인 전·후 체중심이 정상인 보다 1.2 ㎝ 후방으로 이동하였다[11].

이렇게 청소년기 특발성 척추측만증 환자들의 경우 정상인과 다른 자세동요의 특성을 보이기 때문에 척추측만증 환자의 초기진단 시 반드시 고려해야 할 사항이라고 하였으며, 임상적으로 척추측만증 환자의 자세동요의 특성을 이해하면 측만증의 예방과 치료에 많은 도움이 될 것이라고 하였다[10].

청소년기 척추 측만증 환자를 대상으로 자세균형을 향상시키기 위한 치료적 중재방법으로 요부안정화 운동에 대한 연구들이 진행되었다[12]. 요부안정화 운동프로그램은 척추의 안정성과 자세유지와 관련한 복부와 골반주위의 근육을 활성화하고 운동조절 능력을 향상시키는 운동프로그램 중의 하나이며, 특발성 척추측만증을 대상으로 일반적인 요부안정화 운동을 3주간 시행한 연구에서 선 자세의 동요거리가 감소하였다[12]. 요부 안정화 운동은 운동 시 중요하게 고려되는 근육들은 복횡근, 다열근, 횡경막과 골반저근이고 이 근육들 자세 안정성과 신체의 움직임에 아주 중요하게 작용하고[13-15], 선 자세의 균형을 유지하는데 중요한 역할을 한다[16].

최근 요부안정화 운동의 방법 중 슬링을 이용한 요부안정화 운동프로그램은 요통환자에서 흔들리는 현수 장치를 사용함으로써 일반적인 매트 운동에 비해 감각-운동 훈련이 가능하며, 척추의 흔들림이 더 감소하였으며, 이는 슬링이라는 현수장치의 특성에 의해 고유수용기 자극 효과가 있어 매트와 같은 안정된 지지면에서 요부안정화 운동보다 더 효과가 크게 나타났다[17].

청소년기 특발성 척추측만증 환자를 대상으로 요부안정화 운동프로그램의 효과를 확인 한 연구는 있었지만 대조군이 없었고 자세안정성과 균형 능력 향상에 더 효과적인 슬링을 이용한 요부안정화 운동프로그램을 적용한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 연구는 특발성 척추측만증 환자들을 대상으로 슬링을 이용한 요부안정화 운동프로그램이 청소년기 특발성 척추측만증의 선자세 정적균형에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상자

본 연구의 대상은 인천 J클리닉에 내원한 만 11세에서 16세 까지의 청소년으로서 아담스 전방 굴곡검사에서 늑골 돌출고, 요추부 돌출고, 골반사위, 견갑높이의 차이를 보이는 청소년을 대상으로 척추 전장 전후방 단순 방사선 사진을 촬영하여 만곡의 크기, 방향, 유형들을 관찰하였다. 본 실험에서 대상자의 수는 레어의 공식(Lehr's formula)에 의해 각 군당 20명의 대상자가 필요하다. 탈락율을 고려하여 만곡의 크기가 10°~40°인 대상자 50명을 선정한 후 과거 요부안정화 운동을 받은 경험이 있거나, 정신장애가 있어 검사를 원활히 수행 할 수 없거나, 현재 척추 보조기를 착용하고 있는 사람과 두통, 무감각, 한쪽 팔 및 다리 또는 그 이상에서 근력 저하, 불안, 온도감 소실, 복시, 이명, 구토 등의 증상을 보인 사람은 대상에서 제외시켜 40명을 최종 대상자로 선정하였다[12].

2.2 연구 방법

본 연구는 2011년 3월에서 2011년 6월까지 연구자를

[표 1] 슬링 요부화 안정화 운동 프로그램
[Table 1] Sling Lmubar Stabilization Exercise program

	1단계 운동	2단계 운동	3단계 운동
	심부근 수축	기초 심부근과 표면근 협력수축	향상된 심부근과 표면근 협력수축
모습			
방법	심부근 수축운동을 위한 교각자세는 무릎을 구부리고 바로 누운 자세에서 골반과 요추가 중립위치를 유지한 자세이고 네발자세는 네발기기 자세처럼 양 손바닥과 무릎으로 체간을 지지하는 자세로 대퇴와 팔이 지면에 90도를 유지하도록 하며 골반과 요추는 중립을 유지한다. 심부근은 수축운동을 복직근과 같은 표면근의 수축을 억제하면서 복횡근이나 다열근 같은 심부근의 수축을 유도하는 방법이다. 호흡을 편안하게 하면서 하복부를 내상방(in and up)으로 끌어당기도록 하거나 골반저근과 호흡근의 협력 수축을 이용하여 항문 괄약근 수축을 계속 유지하면서 심부근 수축운동을 하도록 지시하였다. 심부근 수축 운동 중에 숨을 참지 않게 호흡을 편안하게 유지하도록 지시하였으며, 초기에는 2~3초 정도 유지하도록 하였으며, 점진적으로 시간을 늘려 10초 이상 유지할 수 있도록 반복적으로 수행하였다. 실험자는 육안으로 골반, 흉곽과 목을 관찰하면서 복직근, 외복사근, 체간신전근 등 표면근의 보상작용이 일어나지 않도록 피드백을 주었다.	심부근 수축운동을 원만히 수행하면 기초 심부근과 표면근 협력 수축운동을 위한 누운자세에서 상지는 가슴위에 교차하여 얹고 흉추 밑에 발란스 볼을 놓고 장딴지 중간부에 슬링을 걸고 엉덩이를 들어 올리도록 하였다. 네발자세인 경우는 무릎 밑에 발란스 패드를 놓고 양손에는 슬링을 잡고 한쪽의 상지 또는 하지를 체간과 수평이 되도록 들어 올리도록 하였다. 이 자세를 10초 유지 10번 반복하는 것을 1 set로 하고 1set 후 쉬는 시간을 1분으로 하였다. 기초 심부근과 표면근 협력수축 운동을 수행할 때에도 심부근 수축을 계속 유지한 상태에서 수행하도록 하였다. 대상자가 운동에 흥미를 계속 유지할 수 있도록 교대로 시행하였으며, 필요한 경우 한 자세의 운동을 집중적으로 시행하였다.	기초 심부근과 표면근 협력 수축운동을 원활히 수행하면, 향상된 심부근과 표면근의 협력 수축운동을 위한 누운자세에서 한쪽 하퇴만 슬링에 걸고 한쪽다리를 체간과 일직선이 되도록 들어 올리도록 지시하였으며 반대쪽 다리와 교대로 수행하였다. 네발자세의 경우 2단계 운동에서 반대쪽 상·하지를 동시에 체간과 일직선이 되도록 지시하였고 운동하지 않은 반대쪽도 상·하지를 교차하여 동일한 방법으로 들어 올리게 하였다. 이 자세를 10초 유지 10번 반복하는 것을 1set로 하고 1set 후 쉬는 시간을 1분으로 하였다. 보상 움직임이나, 잘못된 움직임이 보일 경우, 실험자가 구두지시를 주거나, 직접 손으로 자세를 교정하였다.

포함한 물리치료사 2명이 실시하였으며, 슬링요부안정화 운동프로그램(표 1 참조)에 대해 이해하고 숙달된 자로 선정하였다. 운동프로그램을 진행하는 각 치료사들의 운동적용 방법을 동일하게 하기 위해 사전에 계획된 운동프로그램을 교육하였으며 프로그램의 절차에 따라 수행하도록 하였다. 중재기간 중 1주, 3주 후에 프로그램의 동질성을 위한 모임을 통해 프로그램을 조정하였다.

대상자 50명을 무작위로 25명씩 두군으로 나눈 후 실험군에게는 슬링 요부안정화 운동프로그램을 4주간에 걸쳐 주 3회, 1일 30분간 실시하였고 대조군은 자세운동 교육만 실시하였다. 운동프로그램 진행 중 실험군과 대조군에서 각각 5명의 탈락자가 발생하였고 두군 모두 4주간의 중재후 선자세 정적균형능력 및 척추의 만곡 정도를 평가하는 Cobb 각에 대한 사전검사와 동일한 사후검사를 받았다.

2.2.1 슬링 요부안정화 운동프로그램

실험 기간 중 대상자와 보호자의 동의를 얻어 어떠한 스포츠 활동이나 운동, 물리치료 등에 참여하지 못하게 하였다. 운동프로그램은 특발성 척추측만증의 균형유지를 위해 주로 사용되는 근위부 근육인 복부, 골반과 고관절 근육군 강화를 통하여 근위부를 안정시키고 상·하지 움직임 전에 먼저 작용하는 요부의 안정화를 담당하는 심부 근육을 훈련시켜 측만증의 균형 능력을 향상시키고자 하였다. 따라서, 먼저 복직근과 같은 표면근의 수축을 억제하면서 심부근의 수축을 유도하기 위하여 복강 운동을 시행 후 향상이 되면, 그 바탕에 표면근 협력수축을 유도하는 방법으로 시행하였고 움직임과 잘못된 움직임을 보일 경우, 치료사가 구두지시를 주거나 치료사의 손을 사용하여 자세를 교정하였다[18-19]. 구체적인 방법은 표 1과 같다.

2.3 연구도구 및 측정방법

본 실험을 실시하기 전 모든 대상자들에게 밝고 조용한 환경에서 간편한 복장을 착용하여 선 자세 정적균형에 영향을 줄 수 있는 모든 요인들을 제거 할 수 있도록 검사준비를 하였다.

사전검사에 앞서 연구 대상자의 일반적인 특성으로 성명, 연령, 체중, 신장, 성별, 과거 운동프로그램 참여 여부 등을 조사하였으며, 척추측만증의 특성으로 측만종류, 측만방향, 측만위치 등을 조사하였다. 운동전 검사로 균형수행 모니터(Balance performance moni tor)을 사용하여 정적균형과 Cobb 각을 측정하였다. 검사순서는 실험 전 내원순서로 진행하였고 4주 후에 실험 전 검사와 동일한 방법으로 측정하였고, 모든 측정은 실험 전·후에 시행하였다. 모든 측정은 연구자에 의해 직접 시행되었으며, 연구 대상자는 검사하기 전 검사에 대한 자세한 설명을 듣고 충분한 휴식으로 피로감이 없는 상태에서 소음이나 외부로부터의 방해를 받지 않는 독립된 공간에서 측정을 받도록 하였다. 측정 도중 어지럼증이나 중한 피로감이 있을 때는 즉시 측정을 중지하도록 하였으며 측정자와 측정보조자는 연구대상자의 상태를 계속 모니터링 하였다.

2.3.1 선 자세 정적균형 측정

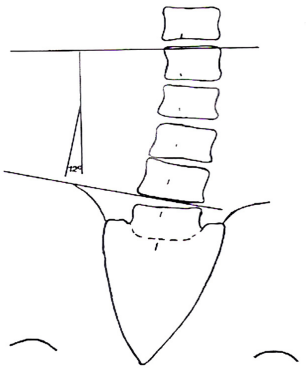
본 연구에서 선 자세의 정적균형을 평가하기 위하여 균형 수행 모니터를 사용하였다. 균형 수행 모니터(Balance performance monitor, Health care co., UK)는 시각과 청각 자극을 줄 수 있는 균형 측정 기구로, 피드백용 화면 응시장치(Display console)와 기립용 양 발 및 발 발판(Foot plate) 그리고 좌위용 판(Seat plate)으로 구성되어 있다. 판에서 받아들인 신호는 컴퓨터로 전달되어지고, 컴퓨터에 있는 소프트웨어(Dataprint software version 5.3a)를 사용하여 자료를 처리하였다. 본 연구에서는 선 자세에서 사용하는 양 발판을 사용하였으며, 시각과 청각 피드백용 응시장치의 사용을 제거한 상태에서 정적 균형을 측정하였다. 도구의 신뢰도는 Cronbach α값은 양발, 왼발, 오른발서기에서 0.94 ($p<.01$), 0.97($p<.01$), 0.96($p<.01$)로 모두 매우 높은 신뢰를 보였다[12].

검사에 앞서 대상자는 양 발용 발판에 검사자의 지시에 따라 발을 올려놓고 발은 4인치 너비로 서서 서있는 자세를 유지하는 동안 양 발에 체중이 균등하게 분포되도록 하였다. 검사자의 “시작”이라는 구호와 함께 대상자의 시선은 전방 1 m 벽 중앙에 눈높이의 약 15° 위 지점에 편안하게 두고 선 자세를 유지하도록 하였다. 힘판을 사용하여 30초 동안 선 자세를 유지하는 동안 총 동요거리, 좌우방향 동요거리, 전후방향 동요거리, 총 동요속도, 좌우방향 동요속도, 전후방향 동요속도를 측정하였다. 총 동요거리는 30초 동안 기준점에서 대상자의 체중심이 움직인 거리를 의미하며 센티미터(㎝)로 표시하였다. 총 동요속도는 대상자의 체중심이 움직인 속도를 의미하며 초당 이동거리(㎝/sec)로 표시하였다. 본 연구에서는 눈을 뜬 상태, 눈을 감은상태에서 각각 3회 측정한 뒤 평균값을 자료로 사용하였다.

2.3.2 Cobb 각 측정

측정 방법은 그림 1과 같다. 일어서서 찍은 척추의 전장 필름을 이용하여 측정하였다. 개별적인 측만곡의 위쪽 끝 척추를 결정하기 위해서는 추체 상면이 측만곡의 오목면 쪽으로 가장 경사진 척추로 정하여, 이 척추의 추체

상면에서 측만곡의 오목면 쪽으로 연장선을 긋는다. 그리고 측만곡의 밑쪽 끝 척추의 결정은 추체 하면이 측만곡의 오목면 쪽으로 가장 경사진 척추로 정하여 이 척추의 추체 하면에서 측만곡의 오목면 쪽으로 연장선을 긋는다. 각 추체 평면 연장선에서 각각 수직선을 그어 측만각의 오목면 쪽에서 만나게 하면 생기는 Cobb 각을 측정하였다.



[그림 1] Cobb 각 측정
[Fig. 1] Measurements of the Cobb angle

2.4 분석 방법

본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS 19.0을 이용하였다. 집단 간의 동질성을 확인하기 위해 독립표본 t- 검정, 맨-위트니 검정과 크러스컬-월리스의 순위를 실시하였다. 실험군과 대조군에서 실험 전·후 정적균형과 Cobb 각 차이를 비교하기 위해 대응표본 t－검정을 실시하였고, 실험군과 대조군간에 변화량을 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 통계적 검정을 위한 유의수준은 0.05 이하로 하였다.

3. 결과

3.1 대상자의 일반적 특성 및 의학적 특성

일반적 특성에서 연령은 실험군 12.8±2.4세와 대조군 13.1±2.1세, 신장 148.3±17.3 cm와 대조군 149.2±16.7 cm, 체중은 40.1±13.0 kg와 41.0±12.2 kg, 성별은 실험군에서 남 10명과 여 10명, 대조군에서 남 11명과 여 9명으로 모두 유의한 차이가 없었다.

의학적 특성에서 만곡형태는 실험군에서 단측 11명과 양측 9명, 대조군에서 단측 10명과 양측 10명, 만곡크기는 실험군에서 10°~19° 14명, 20°~29° 4명, 30°~39° 2명이었고 대조군에서 10°~19° 13명, 20°~29° 4명, 30°~39° 3명으로 모두 유의한 차이가 없었다.

3.2 실험 전 · 후 Cobb 각의 변화

Cobb 각은 실험군에서 실험 전 18.1±6.6°에서 실험 후 17.4±6.2°로, 대조군에서 실험 전 18.6±6.4°에서 실험 후 18.3±6.9°로 두군 모두 유의한 차이가 없었다.

[표 2] 대상자의 일반적 및 의학적 특성
[Table 2] General and medical characteristics of subjects

특성	실험군 (n=20)	대조군 (n=20)	합계 (N=40)	P
연령(years)	12.9±2.3	13.1±2.1	13.0±2.2	ns
신장(cm)	149.0±17.2	149.2±16.7	148.8±16.9	ns
체중(kg)	40.5±12.9	41.0±12.2	40.5±12.5	ns
성별				
남	10	11	21	ns
여	10	9	19	
만곡형태				
단측	11	10	21	ns
양측	9	10	19	
만곡크기				
10°～19°	15	13	27	
20°～29°	3	4	8	ns
30°～39°	2	3	5	

평균±표준편차, ns = not significant

[표 3] 실험 전·후 Cobb 각의 변화
[Table 3] Change of Cobb angle between before and after

변인	군 종류	실험전	실험후	t	p
주 Cobb 각(°)	실험군(N=20)	18.3±6.5	17.5±6.4	0.629	0.485
	대조군(N=20)	18.6±6.4	18.3.±6.9	0.429	0.597

평균±표준편차

[표 4] 실험 전·후 동요거리의 변화
[Table 4] Change of sway path between before and after

상태	변인	군 종류	실험전	실험후	t	p
눈을 뜬 상태	좌우동요거리(cm)	실험군(N=20)	40.31±10.35	36.08±8.29	2.892	0.009
		대조군(N=20)	39.78±10.45	39.24±9.03	0.327	0.637
	전후동요거리(cm)	실험군(N=20)	46.78±12.64	40.75±10.15	3.327	0.004
		대조군(N=20)	45.98±11.96	44.99±11.34	0.432	0.576
	총 동요거리(cm)	실험군(N=20)	68.50±16.76	60.53±13.30	3.887	0.001
		대조군(N=20)	67.95±16.12	66.80±15.49	0.512	0.479
눈을 감은 상태	좌우 동요거리(cm)	실험군(N=20)	48.70±11.54	44.13±9.32	2.621	0.017
		대조군(N=20)	49.10±11.02	49.84±10.69	0.389	0.612
	전후 동요거리(cm)	실험군(N=20)	50.31±15.06	44.74±10.06	2.693	0.017
		대조군(N=20)	50.99±14.87	51.30±15.01	0.360	0.623
	총 동요거리(cm)	실험군(N=20)	78.03±19.47	69.76±14.31	3.499	0.002
		대조군(N=20)	79.11±18.92	78.87±19.05	0.442	0.562

평균±표준편차, 대응표본 t-검정, p<.05

[표 5] 실험 전·후 동요속도의 변화
[Table 5] Change of sway velocity between before and after

상태	변인	군 종류	운동전	운동후	t	p
눈을 뜬 상태	좌우 동요속도(cm/sec)	실험군(N=20)	1.66±0.39	1.51±0.32	2.883	0.009
		대조군(N=20)	1.62±0.49	1.59±0.45	0.527	0.437
	전후 동요속도(cm/sec)	실험군(N=20)	1.72±0.51	1.53±0.34	3.134	0.004
		대조군(N=20)	1.70±0.54	1.68±0.49	0.459	0.516
	총 동요속도(cm/sec)	실험군(N=20)	2.66±0.66	2.38±0.48	3.881	0.001
		대조군(N=20)	2.61±0.70	2.57±0.62	0.540	0.412
눈을 감은 상태	좌우 동요속도(cm/sec)	실험군(N=20)	1.37±0.35	1.23±0.28	2.607	0.017
		대조군(N=20)	1.39±0.33	1.35±0.32	0.601	0.324
	전후 동요속도(cm/sec)	실험군(N=20)	1.59±0.42	1.39±0.34	2.695	0.014
		대조군(N=20)	1.60±0.39	1.58±0.33	0.503	0.487
	총 동요속도(cm/sec)	실험군(N=20)	2.34±0.57	2.06±0.45	3.482	0.002
		대조군(N=20)	2.32±0.60	2.27±0.57	0.498	0.490

평균±표준편차, 대응표본 t-검정, p<.05

[표 6] 실험군과 대조군간에 동요거리 비교
[Table 6] comparison of sway path between experimental and control

상태	변인	실험군 (운동후-운동전)	대조군 (운동후-운동전)	t	p
눈을 뜬 상태	좌우 동요거리(cm)	-4.25±4.29	-0.55±5.35	1.621	0.032
	전후 동요거리(cm)	-5.92±6.57	-1.00±7.34	1.432	0.037
	총 동요거리(cm)	-8.07±8.54	-0.85±9.71	2.032	0.019
눈을 감은 상태	좌우 동요거리(cm)	-3.93±5.22	-0.74±5.58	1.312	0.040
	전후 동요거리(cm)	-5.59±8.24	-0.32±9.34	1.826	0.029
	총 동요거리(cm)	-8.27±10.48	-0.24±10.45	2.209	0.014

평균±표준편차, 독립표본 t-검정, p<.05

[표 7] 실험군과 대조군간에 동요속도 비교
[Table 7] comparison of sway velocity between experimental and control

상태	변인	실험군 (운동후-운동전)	대조군 (운동후-운동전)	t	p
눈을 뜬 상태	좌우 동요속도(cm/sec)	-0.15±0.17	-0.03±0.23	1.269	0.041
	전후 동요속도(cm/sec)	-0.19±0.21	-0.02±0.26	1.532	0.039
	총 동요속도(cm/sec)	-0.28±0.28	-0.04±0.32	2.234	0.015
눈을 감은 상태	좌우 동요속도(cm/sec)	-0.14±0.16	-0.04±0.17	1.198	0.043
	전후 동요속도(cm/sec)	-0.20±0.19	-0.02±0.18	1.871	0.030
	총 동요속도(cm/sec)	-0.28±0.25	-0.05±0.22	2.004	0.019

평균±표준편차, 독립표본 t-검정, p<.05

3.3 실험 전 · 후 동요거리의 변화

눈을 뜬 상태에서 운동 전후 실험군의 좌우 동요거리는 10.44%, 전후 동요거리는 12.66%, 총 동요거리는 11.76% 만큼 모두 유의한 감소를 보였다. 그러나 대조군에서는 좌우 동요거리, 전후 동요거리, 총 동요거리 모두 실험 전후 유의한 차이가 없었다.

눈을 감은 상태에서 운동 전후 실험군의 좌우 동요거리는 9.38%, 좌우 동요거리는 11.07%, 총 동요거리는 10.60% 만큼 모두 유의한 감소를 보였다. 그러나 대조군에서는 좌우 동요거리, 전후 동요거리, 총 동요거리 모두 실험 전후 유의한 차이가 없었다.

3.3 실험 전 · 후 동요속도의 변화

눈을 뜬 상태에서 운동 전후 실험군의 좌우 동요속도는 10.22%, 전후 동요속도는 12.58% 총 동요속도는 11.97% 만큼 유의한 감소를 보였다. 그러나 대조군에서는 좌우 동요속도, 전후 동요 속도, 총 동요속도 모두 실험 전후 유의한 차이를 보이지 않았다. 눈을 감은 상태에서 운동 전후 실험군의 좌우 동요속도는 9.04%, 전후 동요속도는 11.05%, 총 동요속도는 10.53% 만큼 유의한 감소를 보였다. 그러나 대조군에서는 좌우 동요속도, 전후 동요속도, 총 동요속도 모두 실험 전후 유의한 차이를 보이지 않았다.

3.4 실험군과 대조군간에 동요거리 및 동요속도 비교

실험군과 대조간에 실험 전·후의 변화량 비교는 다음과 같다(표 4-5). 실험군과 대조군간에 실험 전·후 변화량을 비교해보면 눈을 뜬 상태에서 좌우 동요거리(cm)는 실험군 -4.25±4.29와 대조군 -0.55±5.35, 전후 동요거리(cm)은 실험군 -5.92±6.57와 대조군 -1.00±7.34, 총 동요거리(cm)는 실험군 -8.07±8.54와 대조군 -0.85±9.71으로 두 군간에 모두 유의(p<.05)한 차이를 보였다. 그리고 눈을 감은 상태에서 좌우 동요거리(cm)는 실험군 -3.93±5.22와 대조군 -0.74±5.58, 전후 동요거리(cm)는 실험군 -5.59±8.24와 대조군 -0.32±9.34, 총 동요거리(cm)는 실험군 -8.27±10.48와 대조군 -0.24±10.45으로 두 군간에 모두 유의(p<.05)한 차이를 보였다.

눈을 뜬 상태에서 좌우 동요속도(㎝/sec)는 실험군 -0.15±0.17와 대조군 -0.03±0.23, 전후 동요속도(㎝/sec)는 실험군 -0.19±0.21와 대조군 -0.02±0.26, 총 동요속도(㎝/sec)는 실험군 -0.28±0.28와 대조군 -0.04±0.32으로 두 군간에 모두 유의($p<.05$)한 차이를 보였다. 그리고 눈을 감은 상태에서 좌우 동요속도(㎝/sec)는 실험군 -0.14±0.16와 대조군 -0.04±0.17, 전후 동요속도(㎝/sec)는 실험군 -0.20±0.19와 대조군 -0.02±0.18, 총 동요속도(㎝/sec)는 실험군 -0.28±0.25와 대조군 -0.05±0.22으로 두 군간에 모두 유의($p<.05$)한 차이를 보였다.

4. 고찰

본 연구는 특발성 척추측만증 환자들을 대상으로 슬링을 이용한 요부안정화 운동프로그램이 청소년기 특발성 척추측만증의 선자세 정적균형에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 Cobb 각은 운동프로그램 적용 후 실험군과 대조군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 눈을 감을 상태나 눈을 뜬 상태 모두 실험군에서는 운동프로그램 적용 후 동요거리와 동요속도가 유의하게 감소하였다. 그러나 대조군에서는 모두 유의한 변화를 보이지 않았다. 또한 실험군과 대조군간에 운동프로그램 적용 전·후 변화량 비교에서 실험군이 대조군보다 유의하게 더 감소하였다.

청소년기 특발성 척추측만증 환자를 대상으로 요부안정화 운동프로그램을 실시한 신승섭과 송창호(2007)의 연구에서 운동프로그램 적용 전·후 동요각도, 동요면적, 동요거리, 최대동요속도 등에서 유의한 차이를 보이며 본 연구의 실험군과 같은 결과를 보였다[12]. 그러나 선행연구와 달리 본 연구는 대조군이 설정되어 있어 운동프로그램의 영향을 좀 더 정확히 확인 할 수 있었다.

다른 대상자로 실시한 요부안정화 운동프로그램의 정적균형 효과에 대한 연구를 살펴보면 노인을 대상으로 실시한 이승은(2006)의 연구에서는 요부안정화 운동 후 눈을 뜬 상태, 눈을 감은 상태 모두에서 동요거리, 동요속도가 유의하게 감소하였으며[20], Carpes 등(2007)의 연구에서는 요통환자에서 요부안정화 운동 전·후에 좌우 동요거리에 유의하게 감소하였고[21], 공원태(2005)의 연구에서는 정상인에서 요부안정화 운동프로그램 적용 후 동요거리가 유의하게 감소하였다[19]. 그리고 Webber and kriellaars(2004)의 연구에서는 과거 요부안정화 운동 경험이 있는 환자를 대상으로 5분간의 요부안정화 운동 교육 전·후 요추의 선 자세 움직임의 가속수준(acceleration level)이 감소하였다[22]. 또한, Wiener-Vacher and Mazda(1998)는 청소년기 특발성 척추 측만증 환자와 정상인을 대상으로 한 전정기관의 장애 정도를 측정한 연구에서 이석의 불균형을 측정하는 OVAR(Off-vertical axis rotation) 검사를 시행한 결과, 특발성 척추측만증 환자의 67%가 정상인에 비하여 유의하게 높은 불균형 값을 보였으나 선천성 척추측만증의 경우는 정상인과 차이가 없었다[23]. 이유를 이석의 비대칭적인 정보가 전정기관에 비대칭적인 자극을 전달하며, 다시 전정기관에 전정척수로(Vestibulospinal tract)를 통하여 체간의 운동신경에 비대칭적인 정보를 보내 체간근육을 비대칭적으로 수축시켜 특발성 척추측만증을 유발한다고 하였다[23]. 본 연구의 슬링 요부안정화 운동프로그램은 기존 요부안정화 운동프로그램보다 상지 및 하지 뿐만 아니라 체간의 대칭성을 더 강조한 운동으로 구성되어 있어 체간의 불균형을 해소하고 자세배열과 균형조절에 관련된 근육의 운동조절(motor control)의 전략을 변화시켜 체간의 운동학적 특성을 변화시켰기 때문에 동요거리, 동요속도가 감소한 것으로 사료된다[24].

그러나 본 연구에서 눈을 감은 상태와 눈을 뜬 상태의 측정값에 차이가 있었는데, 선행연구에서 시각을 차단하거나 시각을 제한함으로써 시각이 균형조절에 우위를 차지함을 알아냈고[25-28], 시각정보가 결여된 상태 즉 눈을 감고 서 있을 때에 자세동요가 20~70% 정도 증가하였다[29-30]. 이와 같이 시각정보를 차단함으로써 눈을 감았을 때에는 시각을 제외한 다른 감각기관 의존함으로 눈을 뜬 상태 보다 자세동요가 큰 것으로 생각된다. 또한 Shin과 Woo(2006)의 연구에서 눈을 뜬 경우와 눈을 감은 경우 모두가 정상군 측정치에 비해 동요거리가 큰 것으로 보아 특발성 척추측만증 환자가 정상인에 비해 시각에 더 의존적인 것을 알 수 있었다[31].

Nault 등(2002)은 특발성 척추측만증 환자는 정상인에 비해 체간의 후방경사가 2° 더 크다고 했는데[11], 체간의 후방경사의 증가는 상대적으로 요부의 전만을 증가시키며 척추기립근, 장요근, 대둔근과 복부근의 자세조절을 위한 근 활성도를 변화시킨다. 따라서, 본 연구에서는 체간의 후방경사의 변화로 자세조절을 위한 근육의 활성도가 변했을 것으로 여겨지며, 슬링 요부안정화 운동을 통해 자세조절을 위한 근육의 조절 전략이 바뀌어 자세동요가 감소된 것으로 판단된다. 특히, 4주 동안의 짧은 기간에 선자세의 정적 균형능력의 향상을 가져온 것은 흔들리는 현수장치, 발란스 볼, 발란스 패드 등으로 인한 불안정한 기저면을 제공함으로써 고유수용성 감각의 촉진 효과가 가중되어 나타났을 것으로 생각된다[17].

5. 결론

연구 대상자는 특발성 척추측만증 환자 50명을 실험군과 대조군으로 각각 25명으로 나눈 후 실험군에게는 슬링 요부안정화 운동프로그램을 1회 30분, 주 3회, 4주간, 총 12회를 실시하였고 대조군은 자세교육만 실시하였으며 각 군만다 5명씩 중도 탈락하였다. 실험 전·후에 균형 수행 모니터를 이용하여 총 동요거리, 좌우방향 동요거리, 전후방향 동요거리, 총 동요 속도, 좌우방향 동요속도, 전후방향 동요속도를 측정하였으며, Cobb 각 측정을 위하여 일어서서 찍은 척추 전장 필름을 이용하였다.

실험군과 대조군에서 운동프로그램 적용 전·후 Cobb 각의 유의한 변화가 없었고 실험군은 총, 좌우방향, 전후방향 동요거리의 변화는 눈 감고, 눈 뜨고 모두 유의한 감소를 보였고 총, 좌우방향, 전후방향 동요속도의 변화는 눈감고, 눈뜨고 모두 유의한 감소를 보였다. 그러나 대조군에서는 동요거리 및 동요속도의 변화는 눈감고, 눈뜨고 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구는 특발성 척추측만증 환자의 선자세 정적 균형 문제를 개선하기 위하여 슬링을 이용한 요부안정화 운동을 통해 심부근 동시수축과 표면근 협응 훈련을 실시하여 동요거리와 동요속도를 감소시킴으로써 정적 균형능력 향상에 효과적인 것으로 나타나며 특발성 척추측만증 환자의 균형증진에 효과가 있음을 확인하였다. 그러나 앞으로 객관적인 측정도구에 의한 심부근육과 표면근력을 측정하여 그 정도에 따른 균형능력 차이에 대한 후속연구가 필요할 것으로 보인다.

References

[1] W. J. Kane, "Scoliosis prevalence: A call for a statement of terms", Clin Orthop Relat Res, 126, pp.43-46, 1977.

[2] M. S. Park, C. S. Lee, Y. T. Kim, S. H. Ko, J. Eo, S. D. Cho, “Idiopathic Scoliosis in the Eleven Years Old: Prevalence Study”, J Korean Orthop Assoc, 41(2), pp.236-267, 2006.

[3] S. W. Suh, S. H. Lee, C. Y. Hur, J. C. Yoo, C. S. Kang, J. H. Wang, "Idiopathic Scoliosis in Korean Middle School Students: Prevalence Study", J Korean Orthop Assoc, 36(1), pp.33-37, 2001.

[4] J. E. Lonstein, "Scoliosis: Surgical versus nonsurgical treatment", Clin Orthop Relat Res, 443, pp.248-259, 2006.

[5] D. M. Ford, K. M. Bagnall, K. D. McFadden, B. J. Greenhill, V. J. Raso, "Paraspinal muscle imbalance in adolescent idiopathic scoliosis", Spine, 9(4), pp.373-376, 1984.

[6] D. M. Ford, K. M. Bagnall, C. A. Clements, K. D. McFadden, "Muscle spindles in the paraspinal musculature of patients with adolescent idiopathic scoliosis", Spine, 13, pp.461-465, 1988.

[7] T. V. Dao, H. Labelle, R. Le Blanc, "Intra-observer variability of measurement of posture with three-dimensional digitization", Ann Chir, 51(8), pp.848-853, 1997.

[8] M. Yekukiel, G. C. Robin, M. D. Frcs, R. Yaron, "Proprioceptive function in children with adolescent idiopathic scoliosis", Spine. 6(6). pp.560-566, 1981.

[9] P. Q. Chen, J. L. Wing, Y. H. Tsuang, T. L. Liao, P. L. Huang, Y. S. Hang, "The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescent", Clin Biomech, 1, pp.52-58, 1998.

[10] X. Guo, W. W. Chau, C. W. Y. Hui-Chan, C. S. K. Cheung, W. W. N. Tsang, J. C. Y. Cheng, "Balance control in adolescents with idiopathic scoliosis and disturbed somatosensory function", Spine, 31(14), pp.437-440, 2006.

[11] M. L. Nault, P. Allard, S. Hinse, O. Caron, H. Lavelle, H. Sudeghi, "Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis", Spine, 27(17), pp.1911-1917, 2002.

[12] S. S. Shine, C. H. Song, "The Effect of Lumbar Stabilization Exercise on the Static Balance of Adolescent Idiopathic Scoliosis", J Kor Spotrs Med, 25(2), pp.165-173, 2007.

[13] C. A. Richardson, G. A. Jull, P. W. Hodges, J. A. Hides, "Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain", Churchill Livingston, 145－164, 1999.

[14] C. A. Richardson, "Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization", 2ed, London, Churchill Livingston, 2004.

[15] L. I. Oddsson, "Control of voluntary trunk movements in man: Mechanisms for postural equilibrium during standing", Acta Physiol Scand Suppl, 595, pp.1-60, 1990.

[16] J. D.Willson, C. P. Dougherty, M. L. Ireland, I. M. Davis, "Core stability and its relationship to lower extremity function and injury", Journal of the American Academy of Orthopedic Surgeons, 13(5), pp.316-325, 2005.

[17] S. Y. Kim, J. H. Kwon, "Lumbar stabilization exercises using the sling system" Korean J Orthop Manu Ther, 7(2), pp.23-39, 2001.

[18] V. Akuthota, S. F. Nadler, "Core strengthening", Arch

Phys Med Rehabil, 85(3), pp.86-92, 2004.
[19] W. T. Kong, Y. U. Jeong, S. S. Bae, "The Effects of Sacroiliac Joint Mobilization and Lumbopelvic Stabilizing Exercises on the Equilibrium Ability", J Kor Soc Phys Ther, 17(3), pp.285－295, 2005.
[20] S. E. Lee, "The effect of lumbar stabilization exercise on balance in older adults", Master Degree, Dea-gu university, 2006.
[21] F. P. Carpes, F. B. Reinehr, C. B. Mota, "Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance, A pilot study", Journal of Bodywork and Movement Therapies, doi: 10.1016 /j.jbmt.2007.05. 001, 2007.
[22] S. C. Webber, D. J. Kriellaars, "The effects of stabilization instructionon on lumbar acceleration", Clin Biomech, 19(8), pp.777-783, 2004.
[23] S. R. Wiener-Vacher, K. Mazda, "Asymmetric otolith vestibulo-ocularresponses in children with idiopathic scoliosis", J Pediatr, 132(6), pp.1028- 1032, 1998.
[24] E. Carmeli, B. C. Shmuel, L. Meir, "Five clinical tests to assess balance following ball exercise and treadmill training in adult persons with intellectual disability", J Gerontol Med Sci, 58, pp.767-772, 2003.
[25] H. C. Diner, J. Dichgans, B. Guschlbaurer, H. Mau, "The significance of proprioception on postural stabilization as assessed by ischemia", Brain Res, 296, pp.103-109, 1998.
[26] P. A. Goldie, O. M. Evans, T. M. Bach, "Force platform measures for evaluating postural control: Reliability and validity", Arch Phys Med Rehabil, 70, pp.510-517, 1992.
[27] D. S. Nichols, T. M. Glem, K. J. Hutchinson, "Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults", Phys Ther, 75(8), pp.699-706, 1995.
[28] P. K. Richardson, S. W. Atvoater, T. K. Crowe, J. C. Deitz, "Performance of preschoolers on the pediatric clinical test of sensory interaction for balance", Am Occup Ther, 46(9), pp.793-799, 1992.
[29] M. Magnusson, H. Enborn, R. Johansson, I. Pyykko, "Significance of pressor input from the human feet in anterior－posterior postural control. The effect of hypothermia on vibration－induced bodysway", Acta Otolary ngol, 110(34), pp.2-88, 1990.
[30] W. M. Paulus, A. Stramble, T. Brandt, "Visual stabilization of posture: Physiological stimulus characteristics and clinical aspects", Brain, 107, pp.1143-1163, 1984.
[31] S. S. Shine, Y. K. Woo, "Characteristics of static balance in the patients with adolescent idiopathic scoliosis", J PTK, 13(4), pp.47-55, 2006.

배 영 현(Young-Hyeon Bae) **[정회원]**

- 2008년 8월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사 수료)
- 2004년 10월 ~ 2007년 6월 : 국군논산병원 물리치료장교
- 2007년 7월 ~ 2007년 12월 : 한림대학교성심병원 스포츠건강의학센터 물리치료사
- 2007년 12월 ~ 2009년 3월 : 국립암센터 운동처방실 및 재활의학과 물리치료사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 삼성서울병원 재활의학과 물리치료사

<관심분야>
물리치료(신경계, 근골격계, 심폐계, 스포츠 및 운동처방)

박 선 희(Sun-Hee Park) **[정회원]**

- 2008년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2000년 1월 ~ 현재 : 인천 중앙외과 물리치료실장
- 2008년 4월 ~ 현재 : 국민건강보험 인천 서구 등급판정위원회 위원

<관심분야>
물리치료(신경계, 근골격계, 심폐계, 스포츠 및 운동처방)

이 혜 림(Hye-Lim Lee) **[정회원]**

- 20011년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (학사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 삼육대학교 물리치료학과 (석사 재학중)
- 2011년 1월 ~ 현재 : 삼육대학교 의명신경과학연구소 연구원

<관심분야>
물리치료(신경계, 심폐계), 생리학

이 석 민(Suk-Min Lee) **[정회원]**

- 1986년 8월 : 1986년 8월 : 서울대학교 보건대학원(보건학 석사)
- 1994년 3월 : AMEC 치의학과
- 2006년 2월 : 서울대학교 보건대학원(보건학 박사)
- 1994년 9월 ~ 현재 : 삼육대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>
TMJ 치료학, 임상해부학, 심폐물리치료