

## 고유수용성감각기관들을 자극하는 운동법들이 소아 측만 각도 변화에 미치는 효과

양재만<sup>†</sup> · 강한욱<sup>2</sup>

<sup>1</sup>갑을녹산병원 물리치료실, <sup>2</sup>갑을녹산병원 소아과

### How Promoting Proprioceptive Exercises Affects Pediatric Cobb's Angle

Jae-Man Yang, P.T., M.S.<sup>†</sup> · Han-Wook Kang, M.D., B.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, KabulNoksan Hospital

<sup>2</sup>Department of Pediatric, KabulNoksan Hospital

Received: November 20, 2023 / Revised: December 3, 2023 / Accepted: December 4, 2023

© 2023 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:** The purpose of this study was to compare changes in pediatric Cobb's angle resulting from using the modified scoliosis exercise method to promote proprioception.

**Methods:** There were 32 participants in this study. Cobb's angle was measured automatically using a ZeTTA PACS Viewer through a digital computer program with whole-body x-ray anterior to posterior. Scoliosis was diagnosed by a Cobb's angle of 10° or higher. Modified scoliosis exercises were used as the program for the three-stage method used in the study: the preparation phase (warm-up), actual exercise phase (main exercise), and final clean-up phase (cool-down). In this study, exercises that can promote proprioception, including muscle strengthening, stretching, equilibrium, myofascial release, balance taping, and traction, were applied, and their effects before and after treatment were compared. After implementing the exercise methods once a week—15 times total for about 4 months—the changes in Cobb's angle were measured.

**Results:** After having the pediatric scoliosis patients practice the modified scoliosis exercises for four months, it was found that the Cobb's angle of the spine significantly decreased.

**Conclusion:** The results of this study show that the modified pediatric scoliosis exercise, which is capable of promoting proprioception, is also effective in improving Cobb's angle.

**Key Words:** Scoliosis, Proprioceptive, Pediatric, Elastictaping

<sup>†</sup>Corresponding Author : Jae-Man Yang (yjm398@naver.com)

## I. 서론

최근 연구에 따르면 전체 소아 어린이의 2~5.2%에서 환경적인 요인, 호르몬 조절 문제, 대사 활동의 문제 또는 신경학적인 문제로 인하여 소아 척추 측만증으로 진단 받고 있는 사례가 많다고 보고하고 있다 (Chung et al., 2020; Yilmaz et al., 2020). 그 중 대부분은 특발성으로 나타나는 증상이 대부분이며, 특히 소아의 성장기 기간 동안 척추 측만증의 대표적인 원인으로는 근·골격계의 급격한 성장 속도 변화와 상관 관계가 높다 (Cheung et al., 2018; Shi et al., 2016). 그러나 현재 임상에서는 경미한 10° 미만의 측만 만곡 (scoliosis curve)을 가지고 있는 소아 척추 측만증 환자의 경우는 통증의 증상이 없거나 성장기에 나타나는 일시적인 증상으로 생각하고 치료적 시기를 적절히 선택하지 않아 장기적으로는 10° 이상으로의 척추 측만 만곡의 악화와 호흡 기관의 기능장애, 허리 통증 등의 부정적인 영향을 나타낼 수 있다 (Perez-Machado et al., 2020).

과거의 고전적인 척추 측만증을 치료하기 위한 방법으로 현재까지 임상에서는 교정 운동 치료법, 보조기 착용 등 다양한 보존적인 치료 방법들이 사용되고 있으며, 최근에는 필라테스를 이용한 측만증 운동 치료법과 슈로스 (schroth) 운동법 등 감각과 평형 운동법칙에 근거한 자세 교정 및 근력 강화 운동법들이 많이 적용되어지고 있다 (Song et al., 2021; Weiss, 2011). 이러한 필라테스나 슈로스 운동법과 같은 척추 측만증 치료 운동법들은 약화된 근력의 강화 뿐만 아니라 관절의 안정성과 유연성 증가 등의 고유수용성 신경기관들을 자극하여 올바른 자세 교정에 중점을 두고 있다 (Yang et al., 2015).

최근 임상에서 척추 측만증을 치료하기 위하여 사용되어지고 있는 여러가지 치료적 운동법들은 그 운동법들을 수행하며 유지하는 과정을 통해 적용되어진다. 이러한 치료적 움직임의 수행하기 위하여 인체는 기능적으로 서로 연결 되어 있는 근육들이 하나의 자유도로 움직이는 자유도 이론에 기초하여 효율적으로

동작을 만들어내기 때문에 가능한 것이다 (Lee & Kim, 2021). 이러한 치료적인 움직임의 패턴은 하나로 연결 되어있는 근육 군(group)들에 의해서 가능하며 서로 연결된 근육들의 고유수용성신경기관들을 자극하여 일어나는 근육의 시너지 반응 효과 (muscle response synergy) 라고 정의하고 있다 (Turvey & Fitch, 2014).

고유수용성신경근촉진법 (proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)은 서로 연결 되어 있는 힘줄, 관절 또는 근육 등 속에 존재하고 있는 고유수용성신경기관들을 자극하여 인체의 기능적인 수행 능력의 향상을 돕고 관절과 근육의 운동성을 증가시키는 방법으로 사용되어지고 있다 (Klein et al., 2002; Kofotolis & Kellis, 2006). 또한 PNF의 기본적 치료법 중 하나인 대각선 패턴 (pattern) 동작을 수행 시 근육이나 관절들이 신장되어지는 운동 자세 (elongated position)는 고유수용성신경기관들을 최대한으로 자극시키는 효과를 가진다고 정의하고 있다 (Kim et al., 2016). 따라서 자세 불안정성을 가진 환자들에게 이러한 신장되어진 치료적 운동 자세 또는 여러가지 대각선과 나선상의 움직임을 가지는 패턴 치료법들의 적용은 해당 근육과 관절의 고유수용성신경기관들을 자극하여 근육의 가동범위 증가와 근력 증진의 효과를 발현하게 된다 (Alder et al., 2008; Bosch et al., 2011).

그러나 현재까지의 척추 측만증 치료와 관련된 많은 연구 결과들은 몇몇 치료적 단일 운동법들에 대한 소개와 효과를 연구한 결과들은 많았으나, 고유수용성 감각기관들을 촉진하고 자극할 수 있는 여러가지 운동 치료법들을 복합적으로 적용한 수정된 척추 측만 운동 치료법이 측만 각도 교정에 어떠한 효과가 있는지를 알아 본 연구 결과는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 소아 척추 측만증 환자에게 고유수용성 감각기관들을 촉진하여 치료적으로 효과적인 몇몇 운동 치료법들을 본 연구 실정에 맞게 수정하여 환자에게 적용하고, 수정된 척추 측만 운동 치료법들이 측만 각도 (cobb's angle) 변화에 어떠한 결과를 보이는지를 알아보려고 하였다.

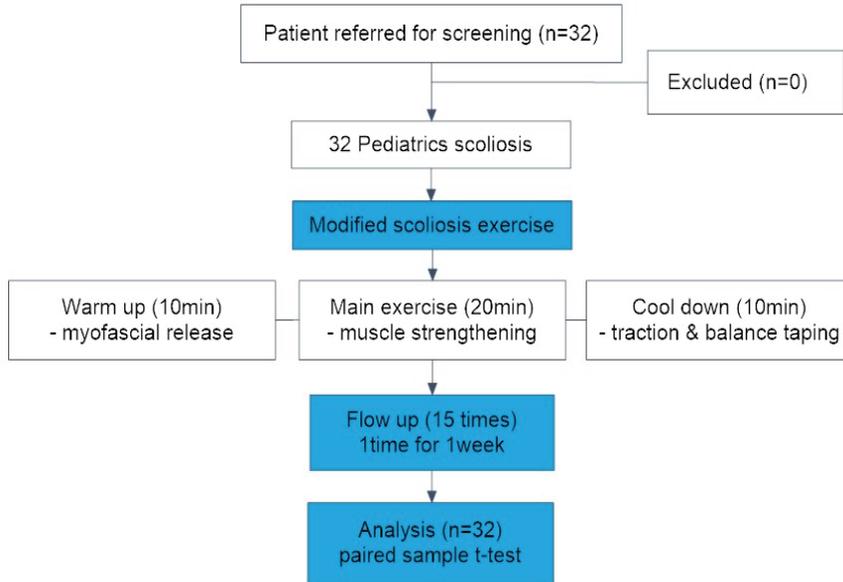


Fig. 1. Study flow diagram.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 참여 대상자는 부산광역시에 소재한 병원에서 소아과 전문의를 통하여 특발성 척추 측만증이 의심된다고(cobb's angle 10° 미만을 포함하는) 진단을 받은 소아 남, 녀를 대상으로 하였으며, 실험 참여 전에 모든 대상자들의 부모들에게 연구 및 치료에 대한 사전 동의를 얻었다. 연구 대상자 수는 G\*Power 3.1 (G\*Power, Universität of düsseldorf, Germany)를 이용하여 paired t-test, 유의수준 0.05, 검정역 0.5, 효과 크기 0.8, 단측 검정(single tail)으로 설정한 결과 표본 수는 27명이 산출되었으나 대상자들의 스크린 과정 중 탈락 률 10%를 고려하여 총 32명을 모집하였다 (Faul et al., 2009). 또한 실험 참여자 중 목과 허리 부위에 정형외과 또는 신경외과적인 문제가 있는 자 또는 목과 허리에 기능 장애 및 시각 또는 청각에 문제가 있는 자는 연구 대상에서 제외하였다. 최종적으로 본 연구에 참여한 대상자 수는 소아 남성 13명, 여성 19명으로 총 32명이 참여하였고, 대상자들의 일반적인 특

성과 연구 흐름도는 다음과 같다(Table 1)(Fig. 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=32)

Characteristics	Mean±SD
Age (years)	9.40±2.13
Height (cm)	136.73±15.26
Weight (kg)	36.49±13.89

### 2. 측정방법 및 도구

#### 1) 측만 각도(cobb's angle) 측정

본 연구 대상자들의 측만 각도 변화를 측정하기 위한 장비는 PACS (ZeTTA PACS Viewer, Taeyoung soft, Korea) 프로그램을 사용하였으며, 현재 많은 병원에서 PACS 프로그램을 이용한 디지털화된 cobb's angle 측정법이 사용되어지고 있다. 이전 연구에서 이러한 디지털화 된 측정 방식의 평가자 내 신뢰도 상관 계수는 0.93~0.96이었다(Gstoettner et al., 2007). 컴퓨터 프로그램에서 측만 각도 측정법은 바로 선 자세에서 whole spine x-ray 촬영 후 전후방(anterior to



Fig. 2. Cobb's angle.

posterior) 이미지상에서 측만 시작 부위와 끝 부위의 척추 뼈 종판 부분을 차례로 선택함으로써 자동으로 측정되어지게 된다(Wang et al., 2018) (Fig. 2).

2) 수정된 척추 측만증 운동 치료법

본 연구에 적용된 수정된 척추 측만증 운동 치료법은 총 3단계로 구성하였으며 연구에 참여한 대상자 1명당 1회 치료 시간은 총 40분으로 적용하였다.

첫번째 warm up 준비 운동 단계로 허리와 등 주변 근육의 이완과 열 자극을 위한 고주파 치료기(Sineson, KIMED, Korea)의 bipolar mode를 이용한 고강도 열

적용 치료와 근막 이완 도구(Rockblade, RockTape, USA)를 이용한 근막 이완(myofascial release) 치료를 10분간 시행하였다.

두번째 main exercise 본 운동 단계로 근육 강화 및 균형 감각 등 고유수용성감각기관들을 자극할 수 있는 운동법들을 적용하였다. 슈로스 운동을 기초로 한 3d-made easy, muscle cylinder, schroth breathing method 을 적용하였으며, 슬링(sling)을 이용한 목과 허리 근육 강화 운동, 척추 뼈의 올바른 정렬을 위한 회전 교정 기법(rotation manipulation), 몸통의 균형 감각과 근력 강화를 위한 에어 발란스(Air balance 3D, SNS, Korea) 기구 운동으로 구성 하였다. 본 운동의 치료 시간은 20분 적용하였다.

세번째 cool down 마무리 운동 단계는 허리 및 하지(발가락, 발목 및 무릎)의 구조적 개선과 기계적인 자극을 위하여 탄력 테이프(BBTAPE, WE TAPE, Korea)를 이용한 발란스 테이핑(balance taping) 치료법을 적용하였으며, 허리 주변 근육과 관절에 견인 자극을 위한 기계적인 견인 치료를 10분간 적용하였다(Table 2).

3. 실험 절차

본 연구는 고유수용성감각기관들을 자극 시킬 수 있는 수정된 척추 측만증 운동 치료법을 주 1회, 총 15회, 약 4개월간 적용 후 측만 각도의 변화를 알아보았으며, 단일 눈가림 cross-over 연구로 진행하였다.

Table 2. Modified scoliosis exercise

	Apparatus	Exercise	Set
Warm up	High frequency wave stimulation(bipolar mode)	Myofascial release	10 min
	Rock blade		
Main exercise	Schroth	3D-made easy & muscle cylinder	20 min
	Sling	Breathing	
	Manipulation	Neck & back strengthening	
	Air balance 3d	Rotation manipulation	
Cool down	Elastic taping	Equilibrium & muscle strengthening	10 min
	Traction	Low extremity balance taping Pelvic traction	

연구 대상자 한 명당 치료 시간은 1회당 총 40분 적용 하였으며, 1단계 warm up 준비 운동, 2단계 main exercise 본 운동, 3단계 cool down 마무리 정리 운동 단계로 구성하였다. 또한 연구 결과에 영향을 줄 수 있는 요인들을 제거하기 위하여 연구 대상자들에 대한 척추 측만증 운동 치료법의 적용 및 치료 전과 4개월 치료 후의 cobb's angle 변화 등의 측정은 동일한 연구자에 의하여 시행하였으며, 특히 탄력 테이핑의 적용은 발란스 테이핑 치료 임상 경력 10년 이상의 숙련된 동일인이 매번 치료 시 마다 직접 시행하였다.

4. 자료 분석

본 연구결과의 자료 분석은 SPSS 21.0 for Windows 프로그램을 사용하여 통계 분석하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 기술 통계로 시행하였으며, 치료 전과 후의 자료 값들에 대한 Kolmogorov-Smirnov 정규성 분포 검정 결과 정규 분포하였다. 따라서 수정된 척추 측만증 운동 치료법을 15회 적용 후 cobb's angle의 변화 결과는 대응 표본 t 검정(paired sample t-test) 통계 방법으로 분석하였다. 통계학적 유의 수준은 0.05로 하였다.

Table 3. Changes in cobb's angle (n=32)

Cobb's angle(°)	Pre	Post	t	p
	10.19 ± 4.04	2.34 ± 2.08	9.78	0.00*

The values are mean ± standard deviation, \* Significant difference (p < 0.05).

III. 연구결과

본 연구의 수정된 척추 측만증 운동 치료법을 15회 동안 적용한 결과 치료 전과 후의 cobb's angle의 변화 차이는 유의하게 감소하였다(p<0.05)(Table 3)(Fig. 3)(Fig. 4).

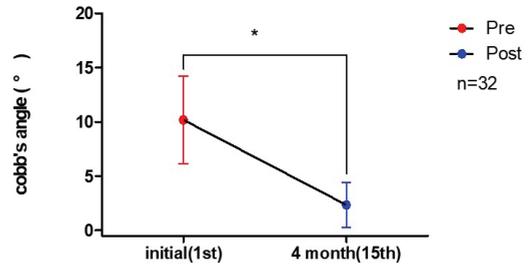


Fig. 3. Change of cobb's angle for 4month later.

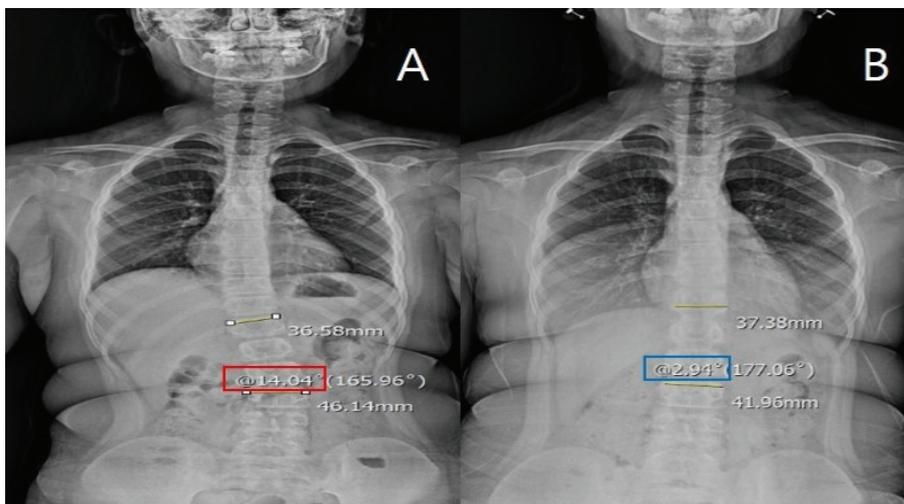


Fig. 4. Change of cobb's angle for pre(A) to post(B).

#### IV. 고 찰

본 연구의 결과로 수정된 척추 측만증 운동 치료법을 소아 척추 측만증 환자에게 적용 한 결과 척추 cobb's angle 각도가 유의하게 감소하였다.

과거 의학계에서 생각하는 척추 측만증의 치료적 접근법은 미국의 가정의학회에서 발표한 연구결과에 따르면 소아 성장기 시기 특발성 척추 측만증은 주기적인 x-ray 관찰이나 척추 보조기를 착용하는 등의 소극적인 방법을 통한 방법 이외의 특별한 치료법이 없다고 보고 하였으며, 특히 cobb's angle의 각도가 19° 이하 까지는 6개월 단위로 보조적인 관찰을 위주로 치료한다는 척추 측만증 치료의 가이드 라인을 제시 하였다(Reamy & Slakey, 2001). 또한 Shindle 등(2006)이 보고한 연구 결과에서는 소아 척추 측만 치료를 위한 물리치료를 포함하는 여러가지 운동 치료법들의 효과는 아무런 개선의 결과가 없다고 보고하였다.

그러나 최근 국제척추측만증정형재활치료학회(society on spinal orthopaedic and rehabilitation treatment, SOSORT) 라는 전세계적으로 보존적인 치료 방법을 연구하고 발전시키는 척추 측만증 관련 학회에서는 적절한 강도의 운동 치료법과 보조기 등의 적극적인 치료적 접근법을 강조하고 있으며, 척추 측만증에 효과적인 운동 치료법들의 적용이 cobb's angle 변화에 유의한 효과가 있다고 보고하였다(Negrini, 2008; Weiss et al., 2008). 또한 Lee & Lim (2013)의 연구 결과에서는 이전의 척추 측만증의 가이드 라인에 따르면 수술적 치료가 필요한 수준인 cobb's angle이 45.8°와 30.5° 이었던 소아 척추 측만증 환자에게 schroth 운동 치료법을 12주간 적용한 결과 26.7°와 19.1°로 각각 개선되었다고 보고 하였으며, 또한 측만증 증상 개선에 효과적인 필라테스와 schroth 운동 치료법을 기초로 한 여러가지 운동 치료법들을 적용한 결과에서도 cobb's angle이 유의하게 감소하였다고 보고하였다(Kong, 2014; Song et al., 2021; Sung, 2013). 이들의 연구 결과에서 나타난 슈로스나 필라테스와 같은 운동 치료법들을 적용한 결과 측만 각도 개선의 효과는

3차원적이고 공간적인 척추 뼈의 자세 패턴의 변화와 관절과 척추 뼈의 유연성 및 가동성을 증진시키는데 관여하였기 때문이라고 하였으며, 이러한 운동 치료법들에 따른 근력 향상과 자세 교정의 효과를 통해 척추 측만증을 회복시켰다고 하였다(Emery et al., 2010; Lee, 2013; Lehnert-Schroth, 2015).

이러한 연구 결과들은 본 연구에서 적용된 main exercise 본 운동 내용들 중 3가지 슈로스 운동법, 슬링과 에어 발란스 기구를 이용한 척추 뼈 주변 근력 강화 운동법, 척추 뼈의 올바른 정렬을 위한 회전 교정 기법들의 적용을 통해 척추 주변 근육과 관절의 근력 증가와 자세 교정의 효과로 치료 전과 후의 cobb's angle 변화에 유의한 감소 효과를 나타낸 것으로 생각된다.

또한 Stepien 등(2017)이 연구한 결과에서는 성장기 소아 특발성 척추 측만증 환자 83명을 대상으로 고유수용성신경근을 촉진할 수 있는 수축과 이완 기법(contract and relax, CR)을 양측 하지에 적용한 결과 허리뼈와 등뼈의 cobb's angle 변화가 유의하게 감소되었다고 보고하였으며, Lee & Kim (2021)이 보고한 척추 측만증 환자에게 선 자세에서 스케이터와 스프린터의 패턴을 결합한 협응 이동 훈련(coordination locomotor training, CLT) 운동을 PNF의 안정적 반전(stabilizing reversal, SR)과 등장성 혼합(combination of isotonic, CI), 유지와 이완(hold and relax, HR) 기법을 적용하여 치료한 결과 자세 개선의 효과를 거두었다고 보고하였다. Na & Shin (2012)이 보고한 연구 결과에서는 척추 측만증 환자에게 율동적 안정(rhythmic stabilization, RS)을 비롯하여 SR, CI, HR 등의 여러가지 PNF 효과가 나타날 수 있도록 상지와 하지에서 고유한 대각선 패턴의 움직임을 이용한 운동 치료법들을 적용한 결과 허리의 능동적인 굴곡 관절 가동 범위가 증가 하였다고 보고하였다.

따라서 이러한 연구결과들은 본 연구에서 적용된 수정된 척추 측만증 운동 치료법들에 사용된 여러가지 동작들을 수행하고 유지하기 위한 관절과 근육에서의 3차원적이고 공간적인 노력들은 관절과 근육들 속에 존재하여 위치와 길이 변화 등에 직접 관여하는

근 방추(muscle spindle) 또는 골지 건 기관(golgi tendon organ, GTO)들과 같은 고유수용성감각기관들을 자극하여 척추 주변 관절과 근육들에 대한 올바른 정렬 상태를 가질 수 있도록 근력의 증진과 척추 뼈의 안정화 발달에 영향을 주어 cobb's angle 변화에 영향을 주었을 것으로 생각되며, 또한 이러한 결과들은 지금까지 이전의 연구결과들과는 다르게 단편적인 한가지 운동법의 효과가 아닌 복합적이고 다각적인 수정된 척추 측만증 운동 치료법들의 적용을 통해 고유수용성감각기관들의 자극을 통해서 나타난 결과라 생각된다는 점에서 이전의 연구 결과들과 차이점이 있다고 할 수 있다.

추가로 Yang 등(2015)이 보고한 연구 결과에서는 척추 측만증 환자에게 적용한 슈로스 운동법 등과 같은 척추 주변 근육들의 강화 운동이 cobb's angle의 변화와 척추 뼈의 오목한(concave) 구조적인 변화인 hump의 개선에 효과가 있다고 보고하였으며, Zakaria 등(2012)이 보고한 연구결과에서는 근력이 약해져서 인체의 중심선에서 벗어나 볼록해(convex)지는 현상은 근육 스트레칭과 기계적인 견인 치료 방법을 통하여 구조적인 변화와 개선이 가능하다고 보고하였다. 또한 Negri 등(2003)의 연구결과에서는 척추 주변 근육들이 단축되거나 경축(spasm)되어 척추 뼈가 오목한 구조로 변형되는 척추 측만을 만들고 이렇게 구조적으로 변형된 척추 뼈 주변 근육들에 스트레칭 운동과 기계적인 견인 치료는 척추 측만을 개선하는데 효과적이라고 보고하였으며, 이러한 효과는 척추 주변 기립근 근육의 혈액 순환과 대사 활동의 증진을 통해 근 긴장도가 조절 되어진 결과라고 하였다.

또한 Yang (2022)이 보고한 연구 결과에서는 고유수용성감각기관을 촉진 시킬 수 있는 나선형 테이핑 적용 방법에 따라 근육의 생체역학적인 구조적 변화를 통하여 근육의 경도 변화를 일으킬 수 있다고 보고하였으며, Wu 등(2017)의 연구결과에서는 뇌졸중 환자에게 적용한 골반의 전방 경사를 구조적으로 변형 시킬 수 있는 테이핑 방법은 뇌졸중 환자의 보행 패턴의 변화와 기능 향상에 효과적이라고 보고하였다.

이러한 연구 결과들은 본 연구에서 적용된 수정된 척추 측만증 운동 치료법들 중 기계적인 견인 치료기를 이용한 척추 주변 근육의 견인 치료와 고강도 고주파 기기를 이용한 열 적용 치료, 근막 이완 도구를 이용한 근육의 스트레칭과 이완 치료를 통해 척추 주변 근육의 근 긴장도가 조절된 것으로 생각되어지며, 발란스 테이핑 이론에 따른 발목과 무릎, 골반 등 하지 관절에 탄력 테이핑을 적용하여 척추 측만증 환자들에게 틀어진 척추 뼈의 구조적 변화 효과와 근육의 근 긴장도 조절을 통해 cobb's angle 변화에 영향을 미쳤다는 본 연구결과를 뒷받침 할 수 있다. 또한 본 연구 결과들을 통해 척추 측만증 환자는 몸통의 안정성과 근력의 약화로 인하여 자세의 불균형을 초래하고 척추의 만곡이 심해지는 척추 뼈의 구조적인 변화로 생각되어지며, 본 연구에 적용된 수정된 척추 측만증 운동 치료법의 적용을 통해서 환자가 특정 자세의 움직임을 수행하고 유지하려는 동작을 통하여 척추 뼈의 회전을 조절하고 볼록한 척추 뼈가 인체 중심선 안으로 들어가게 만드는 카운터 로테이션 포스(counter rotation force)의 작용 효과로 본 연구의 결과들이 이루어진 것으로 생각된다.

또한 본 연구에서 적용된 수정된 척추 측만증 운동법들 중 warm up, cool down 단계에서 척추 뼈 주변 근육에 적용된 고강도 고주파 열 치료, 근막 이완 치료, 하지 관절에 적용된 견인 치료 및 발란스 테이핑 치료법들은 과거 이전의 척추 측만증 연구 개선 결과들에서는 적용 되어지지 않은 복합적이고 다각적인 치료법들로서 이러한 다양한 치료법 적용이 근육과 관절 속에 존재하는 여러가지 고유수용성감각기관들을 자극한 결과라는 점에서 이전의 척추 측만증 관련 많은 연구 결과들과는 다른 차이점으로 생각 되어진다.

그러나 본 연구에는 몇가지 제한 점이 있다. 첫째, 치료 전과 후의 결과를 한가지 그룹으로만 설정하였으며, 치료적인 효과를 적용하지 않은 대조군을 설정하지 않았다. 둘째, 모든 대상자들에게 단순히 한가지 cobb's angle의 변화만 관찰하였을 뿐 척추 주변 근육의 근력 강화나 근 긴장도, 활성도 변화 등을 측정하지

않았다. 셋째, 본 연구에서는 치료기간 동안 연구 결과에 영향을 줄 수 있는 대상자들의 일상생활을 제대로 통제하지 못했다. 따라서 향후 본 연구의 제한 점들을 보완한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구의 결과를 바탕으로 현재 임상에서 소아 척추 측만증 치료 시점에 대한 많은 가이드 라인을 제시하고 있으나 cobb's angle 10° 미만의 소아 척추 측만증 환자들에게도 적극적인 치료적 개시를 제안하며, 또한 슈로스, 필라테스 등의 단편적인 한가지 운동 치료법만을 적용하는 것이 아닌 여러 고유수용성감각 기관들을 자극할 수 있는 수정된 척추 측만증 운동 치료법들을 함께 적용하는 것을 제시하고자 한다.

## References

- Alder S, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide, 3rd ed. Heidelberg. Springer. 2008.
- Bosch PR, Snyder AR, Scher TM, et al. Differences in shoulder muscle activation patterns during proprioceptive neuromuscular facilitation using manual and elastic band resistance. *Athletic Training and Sports Health Care*. 2011;3(2):69-75.
- Chung LY, Nam HK, Rhie YJ, et al. Prevalence of idiopathic scoliosis in girls with central precocious puberty: effect of a gonadotropin-releasing hormone agonist. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*. 2020;25(2):92-96.
- Cheung JPY, Cheung PWH, Samartzis D, et al. Curve progression in adolescent idiopathic scoliosis does not match skeletal growth. *Clinical Orthopaedics and related Research*. 2018;476(2):429-436.
- Faul F, Erdfelder E, Buchner, et al. Statistical power analyses using G\* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*. 2009;41(4):1149-1160.
- Gstoettner M, Sekyra K, Walochnik N, et al. Inter-and intraobserver reliability assessment of the Cobb angle: manual versus digital measurement tools. *European Spine Journal*. 2007;16:1587-1592.
- Kim CH, Kim BR, Kang MG. Effect of rhythmic stabilization technique, before proprioceptive neuromuscular facilitation wrist taping, on grip strength and pain in wrist pain patients. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2016;14(2): 105-112.
- Emery K, De Serres SJ, McMillan A, et al. The effects of a pilates training program on arm-trunk posture and movement. *Clinical Biomechanics*. 2010;25(2): 124-130.
- Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted living older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2002;10(4): 476-488.
- Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. *Physical Therapy*. 2006;86(7):1001-1012.
- Kong BJ. A comparison on the influences of schroth-based static scoliosis exercise and asymmetric scoliosis exercise on the patients with scoliosis. Daegu University. Dissertation of Doctorate Degree. 2014.
- Lee JA, Kim JC. The coordinative locomotor training intervention strategy using the icf tool to improve the standing posture in scoliosis: a case report. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2021;33(1): 7-15.
- Lee SG, Lim SK. The case study of exercise therapy using schroth method in a patient with adolescent idiopathic

- scoliosis. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology*. 2013;15(4):155-167.
- Lehnert-Schroth C. Three dimensional treatment for scoliosis: a physiotherapeutic method, 8th ed. Seoul. Yeongmunsa. 2015.
- Na EJ & Shin SS. The effects of PNF on active lumbar flexion ROM and activity of daily living for adult scoliosis with low back pain. *Journal of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2012;10(4):33-40.
- Negrini S. Approach to scoliosis changed due to causes other than evidence: patients call for conservative (rehabilitation) experts to join in team orthopedic surgeons. *Disability and Rehabilitation*. 2008;30(10):731-741.
- Negrini S, Antonini G, Carabona R, et al. Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Pediatric rehabilitation*. 2003;6(3-4):227-235.
- Perez-Machado G, Berenguer-Pascual E, Bovea-Marco M, et al. From genetics to epigenetics to unravel the etiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone*. 2020; 140:115563.
- Reamy BV, Slakey JB. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *American Family Physician*. 2001;64(1):111-117.
- Shi B, Mao S, Liu Z, et al. Spinal growth velocity versus height velocity in predicting curve progression in peri-pubertal girls with idiopathic scoliosis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2016;17(1):368.
- Shindle MK, Khanna AJ, Bhatnagar R, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: modern management guidelines. *Journal of Surgical Orthopaedic Advances*. 2006; 15(1):43-52.
- Song KY, Baek KH, Lim MS, et al. Effects of the instrument pilates exercise based on the schroth exercise on the cobb's angle, angle of trunk rotation and low back pain in patients with idiopathic scoliosis: a single subject study. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2021;33(2):97-105.
- Stepien A, Fabian K, Graff K, et al. An immediate effect of PNF specific mobilization on the angle of trunk rotation and the trunk-pelvis-hip angle range of motion in adolescent girls with double idiopathic scoliosis-a pilot study. *Scoliosis Spinal Disorders*. 2017; 12(1):29-30.
- Sung EH. The effect of 12 week's pilates and postural patterns training program on thoracic cobb's angle, static balance, thoracic mobility and postural patterns correction in adolescents with scoliosis. Korea National Sport University. Dissertation of Master's Degree. 2013.
- Turvey MT, Fitch HL. The bernstein perspective. II. The concept of muscle linkage or coordinative structure, 1st ed. Newyork. Psychology Press. 2014.
- Yang JM. Immediate Effect of the Proprioceptive Spiral Taping Method on Changes in Muscle Stiffness. *PNF and Movement*. 2022;20(3):321-329.
- Yang JM, Lee JH, Lee DH. Effects of consecutive application of stretching, Schroth, and strengthening exercises on Cobb's angle and the rib hump in an adult with idiopathic scoliosis. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(8):2667-2669.
- Yilmaz H, Zateri C, Kusvuran Ozkan A, et al. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study. *The Spine Journal*. 2020; 20(6):947-955.
- Wang J, Zhang J, Xu R, et al. Measurement of scoliosis Cobb angle by end vertebra tilt angle method. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2018;13(1):1-7.
- Weiss HR. The method of katharina schroth-history, principles and current development. *Scoliosis*. 2011;6(1):1-22.
- Weiss HR, Negrini S, Rigo M, et al. Indications for conservative management of scoliosis (SOSORT guidelines).

- Studies in Health Technology and Informatics.* 2008;135:164-170.
- Wu YT, Choe YW, Peng C, et al. The immediate effects of posterior pelvic tilt with taping on pelvic inclination, gait function and balance in chronic stroke patients. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine.* 2017;12(3):11-21.
- Zakaria A, Hafez AR, Buragadda S, et al. Stretching versus mechanical traction of the spine in treatment of idiopathic scoliosis. *Journal of Physical Therapy Science.* 2012;24(11):1127-1131.