



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박사학위논문

육상운동 및 필라테스 운동이 척추측만증
여자 중학생의 **Cobb's angle**과 체력,
허리근육에 미치는 영향

제주대학교 대학원

체육학과

임관철

2014年 8月

육상운동 및 필라테스 운동이 척추측만증
여자 중학생의 Cobb's angle과 체력,
허리근육에 미치는 영향

指導教授 李 昌 俊

任 寬 哲

이 論文을 體育學 博士學位 論文으로 提出함

2014年 6月

任寬哲의 體育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ (인)

委 員 _____ (인)

委 員 _____ (인)

委 員 _____ (인)

委 員 _____ (인)

濟州大學校 大學院

2014年 8月

Effect of Track and Field Exercise Program
or Pilates Program on the Cobb's Angle,
Physical Fitness and Lumbar Muscle in
Scoliosis Middle School Girls

Kwan-Chul Im

(Supervised by professor Chang-Joon Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for
the degree of Doctor of Physical Education

2014. 6.

This thesis has been examined and approved.

Department of Physical Education
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

ABSTRACT

Effect of Track and Field Exercise Program or Pilates Program on the Cobb's Angle, Physical Fitness and Lumbar Muscle in Scoliosis Middle School Girls

Kwan-Chul Im

*Department of Physical Education
Graduate School, Jeju National University
Jeju, Korea*

(Supervised by professor Chang-Joon Lee)

The purpose of the current study was to investigate the effects of track and field exercise program or pilates program on the cobb's angle, physical fitness and lumbar muscle in scoliosis middle school girls. Thirty-five scoliosis middle school girls were divided into track and field exercise group (n=14), pilates group (n=11) and control group (n=10). The track and field exercise program or pilates program were carried out under the condition of RPE 11-15 for 60 minutes, 4 days/week for 12 weeks. Scoliosis(scoliometer angle, cobb's angle), physical fitness(back strength, sit-up, sit and reach, 1,200m running or walking, straight walking test) and lumbar muscle(psoas major muscle, quadratus lumborum muscle, erector spine muscle, multifidus muscle) of all subjects were measured before and after the program participation. All data were expressed as mean and standard deviation,

and one-way ANOVA and paired t-test were performed to test the significant levels of differences within and between groups by using predictive analytics software(PASW) statistics program. Significance was set at the $\alpha=.05$.

Scoliometer angle and cobb's angle were significantly decreased among track and field exercise or pilates groups, and track and field exercise group was shown that there were significant differences of scoliometer angle and cobb's angle, compared with control group. Back strength was significantly increased within track and field exercise group. Sit-up was significantly increased within track and field exercise or pilates groups, and track and field exercise group was shown that there were significant differences of sit-up, compared with control group. Sit and reach was significantly increased within pilates group, and track and field exercise or pilates groups were shown that there were significant differences of sit and reach, compared with control group. 1,200m running or walking was significantly decreased within track and field exercise group. Straight walking test was significantly decreased within track and field exercise or pilates groups. Multifidus muscle was significantly increased within track and field exercise or pilates groups.

Our findings concluded that there were significant improvements in scoliometer angle, cobb's angle, back strength, sit-up, sit and reach, 1,200m running or walking, straight walking test and multifidus muscle in scoliosis middle school girls after track and field exercise program or pilates program participation. Therefore, it is recommended for middle school girls to participate in regular track and field exercise to improve the scoliosis as well as to increased physical fitness and lumbar muscle.

목 차

ABSTRACT

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
1) 청소년기 척추측만증	1
2) 청소년기 척추측만증 연구 동향	2
3) 척추측만증과 운동	4
2. 연구의 목적	7
3. 연구의 가설	7
4. 연구의 제한점	7
II. 연구 방법	8
1. 연구 대상	8
2. 연구 설계	9
3. 운동 프로그램	9
1) 육상운동 프로그램	9
2) 필라테스 운동 프로그램	11
4. 측정 항목 및 방법	14
1) 척추측만도	14
2) 체력	15
3) 허리근육	16
5. 자료 처리	17

III. 연구 결과	18
1. 척추측만도	18
1) Scliometer angle	19
2) Cobb's angle	20
3) 육상군의 Cobb's angle	21
4) 필라테스군의 Cobb's angle	23
5) 통제군의 Cobb's angle	25
2. 체력	27
1) 근력 (Muscular strength)	28
2) 근지구력 (Muscular endurance)	29
3) 유연성 (Flexibility)	30
4) 심폐지구력 (Cardiovascular endurance)	31
5) 평형성 (Balance)	32
3. 허리근육	33
1) 큰허리근 (Psoas major muscle)	34
2) 허리네모근 (Qiadratus lumborum muscle)	35
3) 척추세움근 (Erector spine muscle)	36
4) 뭇갈래근 (Multifidus muscle)	37
IV. 논의	38
1. 척추측만도의 변화	38
2. 체력의 변화	41
3. 허리근육의 변화	45
V. 결론	47
참고문헌	50

List of Tables

Table 1. The Physical characteristics of subjects	8
Table 2. Athletics exercise program	12
Table 3. Pilates exercise program	13
Table 4. Homogeneity test between groups at the start of the investigation on scoliosis	18
Table 5. Comparison of Scoliometer angle after 12 weeks	19
Table 6. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks	20
Table 7. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks of the Athletics group	21
Table 8. Difference of Cobb's angle after 12 weeks of the Athletics group	22
Table 9. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks of the Pilates group	23
Table 10. Difference of Cobb's angle after 12 weeks of the Pilates group	24
Table 11. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks of the Control group	25
Table 12. Difference of Cobb's angle after 12 weeks of the Control group	26
Table 13. Homogeneity test between groups at the start of the investigation on physical fitness	27
Table 14. Comparison of Back strength after 12 weeks	28
Table 15. Comparison of Sit-up after 12 weeks	29
Table 16. Comparison of Sit and reach after 12 weeks	30
Table 17. Comparison of 1,200m running and walking after 12 weeks	31
Table 18. Comparison of Straight walking test after 12 weeks	32
Table 19. Homogeneity test between groups at the start of the investigation on lumbar muscle	33

Table 20. Comparison of Psaoa major muscle after 12 weeks	34
Table 21. Comparison of Qiadratus lumborum muscle after 12 weeks	35
Table 22. Comparison of Erector spine muscle after 12 weeks	36
Table 23. Comparison of Multifidus muscle after 12 weeks	37

List of Figure

Figure 1. Classification of Scoliosis	2
Figure 2. Experimental design	10
Figure 3. Athletics exercise program	12
Figure 4. Pilates exercise program	13
Figure 5. Measurement of Scoliometer angle	14
Figure 6. Measurement of Cobb's angle	15
Figure 7. Comparison of Scoliometer angle	19
Figure 8. Comparison of Cobb's angle	20
Figure 9. Comparison of Cobb's angle of the Athletics group	22
Figure 10. Comparison of Cobb's angle of the Pilates group	24
Figure 11. Comparison of Cobb's angle of the Control group	26
Figure 12. Comparison of Back strength	28
Figure 13. Comparison of Sit-up	29
Figure 14. Comparison of Sit and reach	30
Figure 15. Comparison of 1,200m running and walking	31
Figure 16. Comparison of Straight walking test	32
Figure 17. Comparison of Psoas major muscle	34
Figure 18. Comparison of Qiadratus lumborum muscle	35
Figure 19. Comparison of Erector spine muscle	36
Figure 20. Comparison of Multifidus muscle	37

I. 서론

1. 연구의 필요성

1) 청소년기 척추측만증

급속한 경제수준의 향상과 과학기술의 발달로 인해 인간의 삶은 보다 윤택해지고 편리해졌으나, 그 이면에는 신체활동의 감소와 좌업생활의 증가로 근·골격계 및 척추 관련 질환자가 지속적으로 증가하고 있다.

척추 관련 질환 중 청소년에게 특히 많이 발병하고 있는 척추측만증(scoliosis)은 해부학적인 정중앙의 축으로부터 척추가 측방으로 만곡 혹은 편위되어 추체의 정중면 및 관상면상의 변형을 나타내는 3차원적인 기형상태를 말한다(대한정형외과학회, 2006). 임상에서는 척추측만증의 진단을 Cobb's angle의 정도로 나타낸다. 과거 일부 척추측만증에 관한 역학조사 연구에서 Cobb's angle이 5° 이상인 경우를 척추측만증으로 정의(Brooks, Azen, Gerberg, Brooks & Chan, 1975; Rogala, Drummond & Gurr, 1978)한 바 있으나, 세계척추측만증학회(The Scoliosis Research Society)에서 Kane(1977)이 제안했던 Cobb's angle 10° 이상의 기준을 받아들임으로써, 최근에는 일반적으로 Cobb's angle이 10° 이상을 척추측만증으로 정의하고 있다.

척추측만증은 크게 비구조적(Nonstructural) 척추측만증과 구조적(Structural) 척추측만증으로 분류된다<Figure 1>. 비구조적 척추측만증은 만곡이 가역적이고, 만곡 내의 추체 회전이나 비대칭 변화가 동반되지 않아 치료가 불필요하거나 원인만 치료하면 된다. 이에 반해 구조적 척추측만증은 형태학적 이상으로 발병하는 측만증으로, 대부분 정확한 발병 원인이 밝혀지지 않은 특발성(idiopathic)으로 분류되고, 전체 척추측만증의 약 85-90%가 10세 전후에 발병하여 골 성장이 멈추는 시기까지 진행되는 청소년기 특발성 척추측만증에 해당된다(서승우 등, 2001; 이춘성, 2010; Reamy & Slakey, 2001).

청소년기 척추측만증에 대한 연구는 1947년 미국의 미네소타(Minnesota) 주에서 학교 집단 검진을 통하여 최초로 수행된 이래 지속적으로 이루어지고 있고(Lonstein, 1977), 2009년 미국 척추측만증재단(National Scoliosis Foundation)에서는 평균 2-4%의 청소년들이 척추측만증을 지니고 있다고 보고하고 있다(National Scoliosis Foundation and DePuy Spine, 2009).

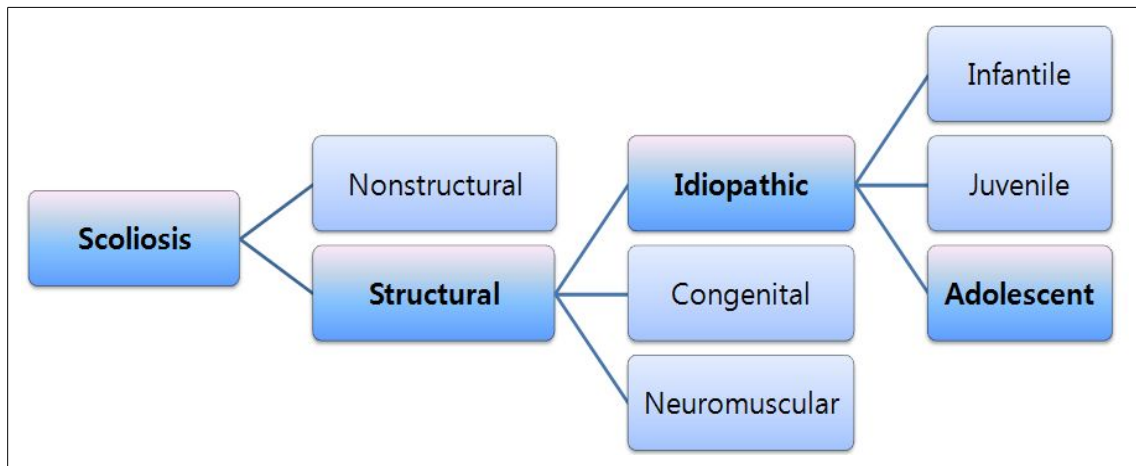


Figure 1. Classification of Scoliosis (이춘성, 2010)

우리나라에서는 1977년 처음으로 서울시 남·녀 중학생 30,000명을 대상으로 척추측만증 발생비율을 분석한 결과, 1.46%(남학생 1.07%, 여학생 1.86%)의 청소년이 척추측만증을 지니고 있는 것으로 보고되었다(석세일, 조현오, 최인호, 임응생, 1977). 최근 고려대학교 구로병원 정형외과 척추측만증센터에서 2002-2012년 서울·경기지역 초·중학생을 대상으로 척추측만증 유병률을 분석한 결과, 2002년 1.36%(남학생 0.96%, 여학생 1.75%), 2007년 4.95%(남학생 3.09%, 여학생 6.95%), 2012년 6.82%(남학생 4.71%, 여학생 9.06%)로 보고되어, 지난 10여년 사이 약 5배 이상 급증하였음을 알 수 있다(뉴스핌, 2013; Suh, Modi, Yang & Hong, 2011).

2) 청소년기 척추측만증 연구 동향

척추측만증은 근·골격계가 급성장하는 청소년 시기에 주로 발병하고(Skaggs & Bassett, 1997), 남학생 보다는 여학생에게서 발병률이 높은 것으로 알려져 있다(Keim, 1978). 척추측만증의 정확한 발병 기전을 규명하기 위해 지난 수십 년간 많은 연구자들이 노력하였으나 현재까지 밝혀지지 않고 있는 실정으로, 다양한 가설들이 제기되고 있다. Burns, Dunn, Brady, Barber & Nancy(2008)는 청소년 시기 골격과 근육의 성장 불균형으로 인해 척추측만증이 발병할 수 있다고 제시하였고, Bunnell(1988)은 여학생의 경우 월경(초경 이후)의 영향으로 척추측만증의 발병 가능성이 높아진다고 제시하였다. 또한 청소년기 부적절한 자세와 잘못된 운동습관 및 운동부족 등의 생활습관적인 요인도 척추측만증의 주요 발병 원인으로 간주되고 있다(이찬희, 정연택, 김한철, 류호상, 2006; 채홍원 등, 1990; Reamy et al., 2001). 이외

에도 유전적 요인(Casella & Hall, 1991), 척추 주위근에서 근방추의 비정상적인 분포(Ford, Bagnall, Clements & McFadden, 1988), 척추 후주의 이상(Simoneau, Richer, Mercier, Allard & Teasdale, 2006), 고유수용성 체계의 장애(Farady, 1983) 등의 다양한 가설들이 제시되고 있으나, 아직까지 정확한 발병원인은 규명되고 있지 않다.

청소년 시기에 호발하는 척추측만증은 청소년들의 심리·사회적인 건강 및 신체적 건강에 부정적인 영향을 나타냄으로써, 최근 사회적인 문제로 대두되고 있다. 청소년기 척추측만증의 발병은 척추만곡을 포함하여 신체외형을 서서히 변화시키고, 신체외형의 변화는 청소년 시기 신체상 형성 및 자아개념과 자아정체성 형성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Sapountzi-Krepia et al., 2001). 또한, 청소년의 삶에 대한 의욕저하나 흥미결여, 자기비하 및 우울 등과 같은 심리적 장애(Payne et al., 1997) 및 학교생활 부적응과 같은 사회적 장애를 유발할 수 있다(이찬희 등, 2006)

청소년기 척추측만증의 발병은 청소년들의 신체활동을 제한하여 신체적 기능장애 및 여러 척추관련 질환을 유발한다. 척추측만증으로 인한 척추의 구조적 문제는 양측 척추 주위근의 불균형을 초래하고(Kennelly & Stokes, 1993), 근방추가 감소하는 등 근육내부의 특성을 변화시키는 것이다(Ford et al., 1988). Tachdjian(1990)는 척추측만증을 앓고 있는 신체의 척추근육은 볼록(Convex) 부위의 근육이 오목(Concave) 부위의 근육에 비하여 상대적으로 약하고 위축 섬유화되어 있다고 보고하였고, Kennelly 등(1993)은 척추측만증 환자의 척추기립근을 초음파로 검사한 결과, 척추의 오목 부위와 볼록 부위 못갈래근의 단면적 차이가 척추측만증을 더욱 악화시키는 요인이 된다고 제시하였다. 또한, 척추측만증은 청소년의 정상적인 신체의 자세정렬을 변화시키고, 체간의 모양을 변화시켜 선 자세의 불안정성을 초래한다(Nault et al., 2002). Nault 등(2002)은 척추측만증 환자의 체중중심 이동의 동요가 정상인보다 약 44% 가량 더 많고, 척추측만증 환자의 평균적인 전·후 체중 중심의 위치가 정상인보다 약 1.2cm 가량 후방으로 이동되어 있다고 보고하였다. Zabjek, Leroux, Coillard, Rivard & Prince(2005)는 척추측만증 환자에서 흉추와 미추의 흔들림이 일반인에 비해 2-4mm 가량 더 흔들리는 경향이 나타난다고 보고하였고, Shin & Woo(2006)는 연령, 신장, 체중 등이 유사한 척추측만증 청소년과 정상 청소년을 대상으로 선 자세의 균형을 살펴본 결과, 정상 청소년의 경우 285.65mm²의 동요면적을 보인 반면, 척추측만증을 지닌 청소년은 2,134.38mm²의 동요면적을 나타내 정상 청소년에 비해 선 자세 동요가 현저히 크다고 보고하였다.

척추측만증의 치료방법은 크게 수술적 방법과 보존적 방법으로 분류할 수 있다. 수술적 방법은 측만 각도를 감소시키는데 효과적이지만, 고도의 기술이 필요하고 (Liu & Huang, 1996), 고가의 의료비와 마취에 대한 위험, 통증, 출혈, 감염, 폐색전증 등의 수술 후 합병증이 발생할 수 있다(Guay, Haig, Lortie, Guertin & Poitras, 1994; Kostuik, 1990). 또한 성장기에 있는 청소년의 수술적 치료는 척추의 지속적인 성장에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Hsu & Upadhyay, 1994).

보존적 방법으로는 보조기(brace) 착용과 운동요법이 대표적이다. 보조기 착용은 성장기의 경도 및 중등도 만곡을 나타내는 척추측만증에서 진행을 막아주는 방법으로, 형태에 따라 경흉요천추 보조기(Cervico thoraco lumbosacral orthosis, CTLSO)와 흉요천추 보조기(TLSO)로 구분할 수 있다. 경흉요천추 보조기에는 Milwaukee brace가 대표적이고, 흉요천추 보조기에는 Boston brace 및 Wilmington brace 등이 대표적이다(손강민, 2010). 이러한 보조기는 장기간 착용 시 신체적, 심리적 의존이 심해지고, 척추 주위 근육의 저하와 척추 골관절염, 골다공증 등의 합병증을 유발할 수 있다는 문제점이 있다(송준찬, 2009; Nachemson, 1987). 석세일(2004)은 보조기 착용 시 신체적, 정신적 변화가 발생할 수 있고, 경흉요천추 보조기는 폐의 전체 용량의 감소, 흉요천추 보조기는 복부 장기를 압박하여 역류성 식도염 및 신장기능의 감소 등의 문제를 유발할 수 있다고 제시하였다. 따라서 보조기 착용 중에도 유연성 유지를 위한 체조와 척추 주위 근의 근력강화 운동을 병행해야 한다고 제시하고 있다(송준찬, 2009; Nachemson, 1987). 운동요법에는 신장성 운동(Stretching exercise)과 능동적(Active)·수동적(Passive)·대칭적(Symmetrical)·비대칭적(Asymmetrical) 저항운동(Resistance exercise), 그리고 교정운동(Manipulation exercise) 및 고유수용성신경근촉진법(Proprioceptive neuromuscular facilitation) 등이 있고, 이러한 운동요법이 청소년들의 척추측만증을 개선시키는데 가장 안전하고 효율적인 방법으로 제시되고 있다(Negrini, Antonini, Carabalona & Minozzi, 2003).

3) 척추측만증과 운동

척추측만증의 개선을 위한 운동 프로그램은 전형적으로 단축이 있는 근육은 신장시키고, 몸통근육을 강화시켜 몸통의 안정성과 대칭적 발달을 촉진하고 자세의 안정성을 유지시키는데 초점을 맞추고 있다. Moe & Lonstein(1995)은 척추측만증 환자를 위한 운동프로그램으로 몸체를 늘려주고 단단해진 구조의 유연성을 증가시키는

운동과 자세조절 및 몸체의 안정성을 위해 필요한 체근의 근력을 강화시키는 운동 등이 효과가 있다고 제시하였고, Gorton & Masso(2000)는 척추의 운동성과 안정성을 유지시켜 바른 자세를 유지할 수 있는 척추강화 운동이 효과적이라고 제시하였다. 또한 문재호(1998)는 자세를 바르게 하는 자세교정 운동, 척추스트레칭 운동, 근육강화 운동을 지속적으로 실시할 경우 척추측만 치료에 효과가 있다고 제시하였다.

육상운동은 인간의 기본적 움직임인 걷고, 달리고, 뛰고, 던지는 활동으로 이루어져 운동방법이 비교적 간단하고 자신의 체력 수준에 따라 계획적으로 운동량을 조절할 수 있어 다른 운동에 비해 남녀노소 누구나 언제 어디에서든 쉽게 접할 수 있다는 장점이 있다(이민범, 이소미, 박경석, 2007). 또한 팔과 어깨, 등, 배 및 다리 등의 전신을 사용하는 복합운동으로서 청소년들의 근력과 근지구력, 유연성, 평형성 및 지구성 등의 체력수준을 전반적으로 향상시킬 수 있는 기초 운동으로 제시되고 있다(김만호, 2004). 특히 육상운동에서 주로 이루어지는 동작은 신체중심부의 체간 근육을 강화시키는 활동 중심으로 이루어져 있어 하지와 둔부, 요부 및 복부의 근육을 발달시켜 근력향상과 움직임의 효율성 및 협응성 증대를 위한 운동방법으로 적합하다고 할 수 있다. 육상운동의 규칙적인 참여는 대퇴 및 허리근육의 발달과 중요한 관련성을 지니고 있고(Hoshikawa et al., 2006), 달리기 동작 시 각 관절을 중심으로 이루어지는 근수축에 의한 장력 발생은 그 중심이 파워 존(Power zone)인 허리 주변근이 가장 먼저 동원되면서 동작 수행에 따른 2차 동작인 주 동작 수행이 이루어지기 때문에 육상운동은 허리 주변근의 근력 강화에 효과적이라고 제시되고 있다(정재후, 김정태, 2012). 김도연, 은선덕, 김용운, 이성철(2011)은 복근과 허리근의 운동은 척추의 발달을 촉진하고 척추를 둘러싼 근과 인대를 강화시켜 척추가 바른 생리적 만곡을 유지하고 보존하는데 긍정적인 영향을 미친다고 보고하고 있는데, 육상운동의 동작들은 주로 체간을 중심으로 하지를 이용하는 활동으로 이루어져 있어 복근과 허리근 및 하지근의 발달에 매우 중요한 역할을 하게 된다(Ignjatovic, Radovanovic, Stankovic, Markovic & Kococ, 2011). 이와 더불어 육상운동은 근육기능의 평형성을 향상시킬 수 있다. 흔히 평형성은 정적으로 유지되는 것을 우선적으로 생각하지만 더욱 중요한 것은 기능적 평형성으로 근력과 파워의 균형, 관절구조와 근신경의 효율성을 통합하는 능력이다. 육상운동은 이러한 근육기능의 평형성을 발달시켜 신체의 안정화를 이루도록 하는데 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(안나영, 김기진, 김성희, 2011).

한편, 필라테스 운동은 척추의 추체를 움직이게 하여 척추 주변의 작은 근육들을

강화시켜 안정되면서도 유연한 몸통의 움직임 을 만든다는 장점을 지니고 있다(김도연 등, 2011). 몸통의 기능적 안정성과 관련된 근육들을 총칭하여 “파워하우스 (Powerhouse)”라고 하는데, 필라테스 운동은 파워하우스 근육을 단련시켜 신체 중심을 안정화시키고 근력과 유연성을 향상시켜 복부 운동만으로 단련하기 어려운 배부 및 요부의 근육을 단련시킴으로써 자세를 교정하고 균형을 유지하는데 긍정적인 영향을 미치게 된다(정채원, 안길영, 이준우, 2011). 필라테스 운동의 효과를 위해서는 근육이 경직되지 않은 상태에서의 안정, 신체의 중앙인 흉곽과 골반사이를 둘러싸고 있는 근육과 척추와 관련된 중심, 복식호흡과는 달리 흉곽 옆 부분을 이용한 호흡, 안정되고 바람직한 자세, 몸의 변화에 대한 모든 감각을 이용한 집중, 천천히 하는 동작에서의 움직임 등이 중요한 요소로 제시되고 있다(최경인, 2005).

이와 같이 운동요법의 실시가 요부근력 및 유연성의 향상에 긍정적인 영향을 미쳐 비정상적인 척추의 변형으로 인한 청소년기 척추측만증의 개선에 긍정적인 효과가 있음이 많은 연구결과에 의해 보고되어 왔다. 그러나 척추측만증의 명확한 발병 기전이 밝혀지지 않은 만큼, 실제적으로 어떠한 운동프로그램을 적용하는 것이 청소년들의 척추측만증을 치료하고 건강을 유지·증진하는데 가장 효과적인지에 대해서는 전문가들 간에 다양한 견해를 나타내고 있고(Morrissy, Gulick & Pozos, 2000), 특히 모든 신체활동의 기본이라 할 수 있는 육상운동을 실시하여 척추측만증 개선 및 건강증진의 효과를 입증한 보고는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 청소년기 척추측만증 여자 중학생을 대상으로 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여가 척추측만증 개선 및 건강증진에 어떠한 효과를 나타내는지 규명하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 Cobb's angle이 10° 이상인 척추측만증 여자 중학생을 대상으로 12주간 육상운동 및 필라테스 운동 프로그램의 참여가 척추측만도와 체력 및 허리근육에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하는데 그 목적이 있다.

3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구 가설을 설정하였다.

- 1) 12주간 육상운동 및 필라테스 운동의 참여는 척추측만도를 감소시킬 것이다.
- 2) 12주간 육상운동 및 필라테스 운동의 참여는 체력 수준을 향상시킬 것이다.
- 3) 12주간 육상운동 및 필라테스 운동의 참여는 허리근육 면적을 증가시킬 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

- 1) 본 연구의 대상은 연구 참여를 희망하는 제주지역 여자 중학생으로 제한하였다.
- 2) 연구대상자들이 프로그램에 참여하는 동안 식생활을 완전하게 통제하지 못하였다.
- 3) 연구대상자들이 프로그램에 참여하는 동안 일상생활을 완전하게 통제하지 못하였다.
- 4) 연구대상자들의 환경적, 유전적, 심리적, 문화적 특성 및 발육발달 정도를 동일하게 통제하지 못하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 여자 중학생 35명(만 12-15세)을 대상으로 실시하였다.

연구대상자의 선정을 위하여 939명의 여자 중학생을 대상으로 초기 척추측만증 검사인 전방 굴곡 검사(Adam's forward-bending test)를 실시하여 척추측만증 계측기(scoliometer)로 체간 회전각도(Angle of trunk rotation)가 5° 이상의 변형각을 보인 학생 129명을 1차 대상자로 선별하였다. 1차 대상자로 선별된 129명 중 69명의 학생이 전·후면 전신척추(A-P Fullspine) 단순 방사선 사진(X-ray)을 촬영하였고, 이때 Cobb's angle이 10° 이상으로 나타나 척추측만증으로 판정받은 학생 51명을 2차 대상자로 선별하였다. 2차 대상자로 선별된 51명 중 과거 6개월 이상 규칙적인 운동프로그램에 참여한 경험이 없고, 척추측만증으로 인한 보조기 착용 및 치료를 받지 않은 학생 49명을 최종 대상자로 선정한 후 육상군 17명, 필라테스군 16명, 통제군 16명으로 무선 배정하여 집단을 구분하였다. 최종 분석은 운동프로그램에 성실히 참여하고, 전·후 변인 검사에 모두 참여한 35명(육상군 14명, 필라테스군 11명, 통제군 10명)의 결과를 대상으로 이루어졌다.

모든 검사 및 운동프로그램 참여자는 본 연구의 필요성과 절차, 기대되는 효과 및 잠재적 위험 요소 등에 대해 충분히 이해하고 자발적으로 참여를 희망하였으며, 본인과 학부모에 의해 작성된 참가 신청서와 동의서를 제출하였다.

연구대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. The Physical characteristics of subjects

Group	Age (yrs)	Hight (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)	Max cobb's angle (°)
Athletics (n=14)	13.12±0.86	156.78±5.40	49.53±7.41	20.01±2.29	17.83±4.54
Pilates (n=11)	13.29±0.47	157.77±6.29	48.19±7.71	19.30±2.46	18.60±7.60
Control (n=10)	13.53±1.07	159.13±4.47	51.35±4.75	20.27±1.59	13.00±4.24

Values are mean±standard deviation.

BMI: body mass index.

2. 연구 설계

본 연구는 Cobb's angle이 10° 이상인 척추측만증 여자 중학생을 대상으로 12주간 육상운동 및 필라테스 운동 프로그램의 참여가 척추측만도와 체력 및 허리근육에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다.

모든 그룹은 실험 전·후에 종속변인인 척추측만도(Scoliometer angle, Cobb's angle)와 체력(Muscular strength, Muscular endurance, Flexibility, Cardiovascular endurance, Balance), 허리근육(Psoas major, Qiadratu s lumborum muscle, Erector spone muscle, Multifidus muscle)의 측정을 실시하였다. 육상군과 필라테스군은 정규 수업 전 0교시를 이용하여 12주간 주 4회의 빈도로, 1일 60분간의 운동처치가 이루어졌고, 통제군은 일상생활에 임하도록 하였다. 전체적인 실험모형 및 분석내용은 <Figure 2>와 같다.

3. 운동 프로그램

운동 프로그램은 육상운동 및 필라테스 운동으로 구성하여 실시하였다. 육상군과 필라테스군은 정규 수업 전 0교시를 이용하여 12주간 주 4회(월, 화, 목, 금)의 빈도로 1일 60분간 운동프로그램에 참여하였고, 통제군은 일상생활을 유지하도록 하였다.

1) 육상운동 프로그램

육상운동 프로그램의 구성은 IAAF(International Association of Athletics Federations, 국제육상경기연맹)에서 제시한 학교 및 청소년 육상프로그램(대한육상경기연맹, 2009)과 체육인재육성재단에서 제시한 육상운동프로그램(체육인재육성재단, 2009)의 동작들을 참고하여 본 연구대상자의 특성 및 환경에 맞게 수정·보완하여 실시하였다. 준비운동과 본 운동, 정리운동으로 구성하고, 준비운동과 정리운동은 관절 가동범위를 확장시킬 수 있는 스트레칭을 중심으로 실시하였다. 본 운동은 신체의 밸런스와 스피드, 민첩성, 순발력 등을 향상시킬 수 있는 라다(줄사다리)와 미니허들을 이용한 동작 중심으로 구성된 프로그램을 실시하였고, 운동 강도는

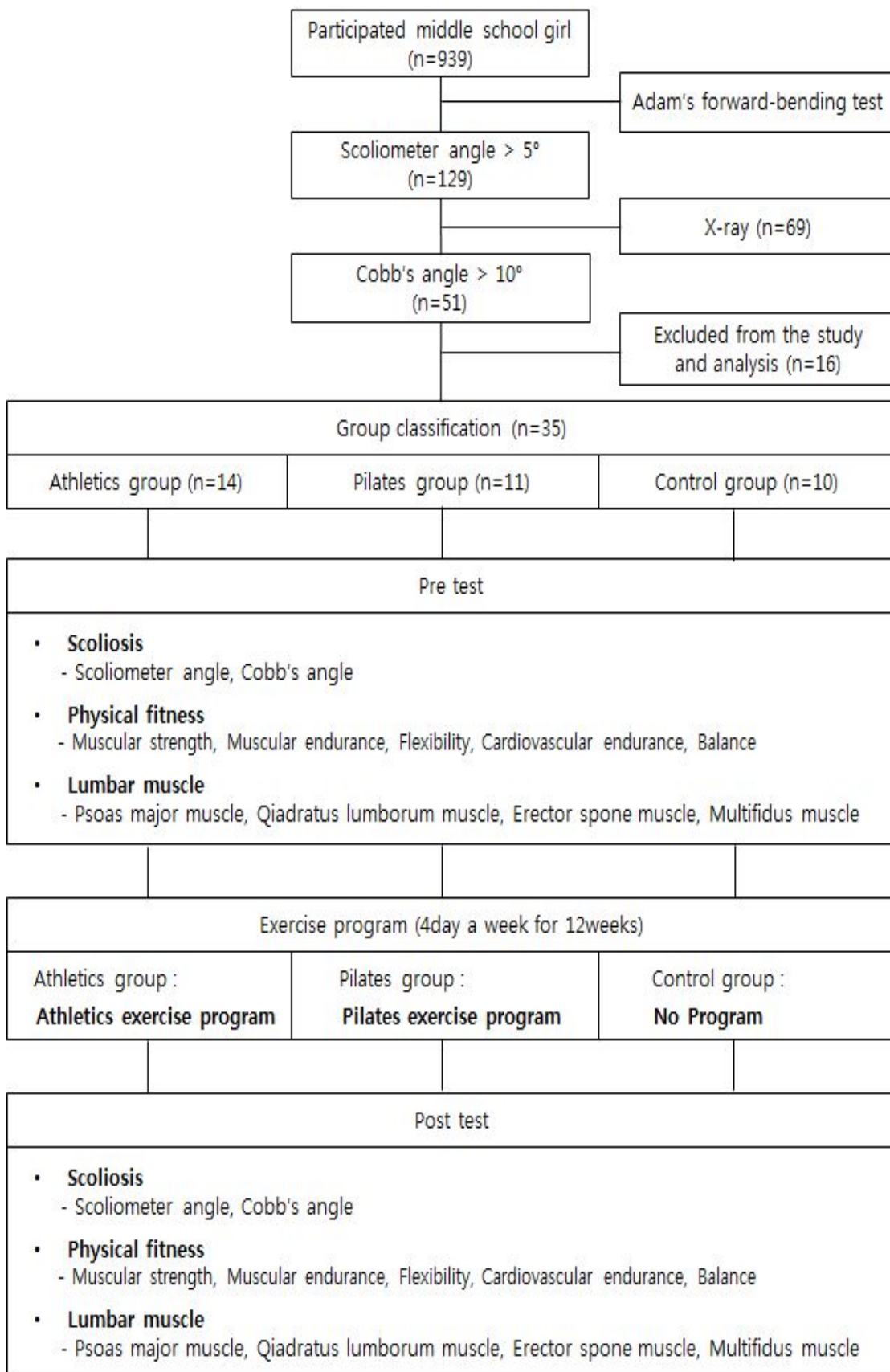


Figure 2. Experimental design

Borg(1982)의 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE)를 이용하여 1-4주는 RPE 11-15(fairly light-hard, 알맞음-힘듦), 5-12주는 RPE 13-15(somewhat hard-hard, 약간 힘들-힘듦)로 점증부하 실시하였다. RPE의 속지는 적응기를 이용하여 사전 충분한 교육을 실시하였다. 구체적인 육상 운동프로그램은 <Table 2>와 같고, 육상 운동프로그램에 참여하는 모습은 <Figure 3>과 같다.

2) 필라테스 운동 프로그램

필라테스 운동 프로그램의 구성은 K 병원 척추측만증 센터에서 개발한 척추측만증 개선을 위한 척추운동법(<http://www.guro.org>)과 척추측만증 개선에 관한 선행연구의 운동프로그램 동작들을 참고하여(최승욱, 2008; Fusco et al., 2011), 본 연구대상자의 특성 및 환경에 맞게 수정·보완하여 실시하였다. 준비운동과 본 운동, 정리운동으로 구성하고, 준비운동과 정리운동은 관절 가동범위를 확장시킬 수 있는 스트레칭을 실시하였다. 본 운동은 신체의 좌우대칭과 협응성 및 교차성 등을 향상시킬 수 있는 20여 가지의 동작으로 구성된 프로그램을 실시하였고, 운동 강도는 Borg(1982)의 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE)를 이용하여 운동실시에 따른 상대적 운동 강도변화에 따라 RPE 11-15(fairly light-hard, 알맞음-힘듦)로 점증부하 실시하였다. RPE의 속지는 적응기를 이용하여 사전 충분한 교육을 실시하였다. 구체적인 필라테스 운동프로그램은 <Table 3>과 같고, 필라테스 운동프로그램에 참여하는 모습은 <Figure 4>와 같다.

Table 2. Athletics exercise program

Order	Week	Exercise time (minute)	Contents	Intensity (RPE)
Warm-up		5-10	- Walking and jogging - Static and dynamic stretching	
Main exercise	1-4	30-40	- Ladder and mini hurdle(each) · 1 step running × 2set · 2 step running × 2set · 1 step high pitch × 2set · 2 step high pitch × 2set · Lateral high pitch × 2set · 2 leg jump × 2set · 1 leg jump × 2set · Lunge × 2set - Squat 20repetition × 2set	RPE 11-15
	5-12	30-40	- Ladder and mini hurdle · 1 step running × 2set · 2 step running × 2set · 1 step high pitch × 2set · 2 step high pitch × 2set · Lateral high pitch × 2set · 2 leg jump × 2set · 1 leg jump × 2set · Lunge × 2set · 1 step running relay game · 2 step running relay game - Squat 20repetition × 2set	RPE 13-15
Cool-down		5-10	- Static and dynamic stretching	

RPE: rating of perceived exertion.



Figure 3. Athletics exercise program

Table 3. Pilates exercise program

Order	Exercise time (minute)	Contents	Intensity (RPE)
Warm-up	5-10	- Static and dynamic stretching	
Main exercise	30-40	<ul style="list-style-type: none"> - Full body stretch - Spinal rotator - Spinal exercises extension - Upper trunk lateral flexion - Hip extension - Trunk side flexors - Pretzel - Hip flexion - Hip external rotation - Hip adduction - Twist - Bridge - Erector spinal body exercises - Downward dog - Modified marjaryasana - Scapula retraction - Complex back body exercises - Plank - Muscle cylinder - Symmetric lifting 	<p>1 Set 10~15 sec</p> <p>RPE 11-15</p>
Cool-down	5-10	- Static and dynamic stretching	

RPE: rating of perceived exertion.

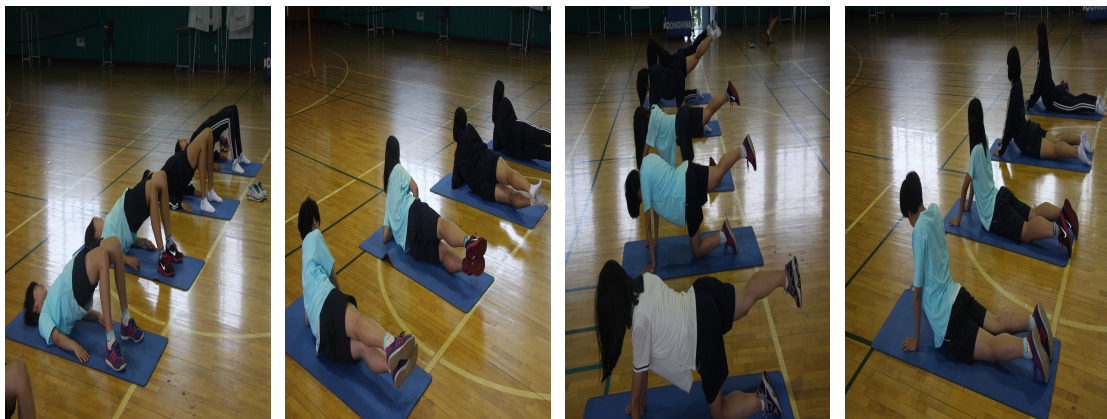


Figure 4. Pilates exercise program

4. 측정 항목 및 방법

1) 척추측만도

척추측만도(Scoliosis) 검사를 위하여 2단계의 측정을 실시하였다.

1단계는 전방 굴곡 검사(Adam's forward-bending test)로 대상자는 기립자세에서 양발을 모으고 양손을 자연스럽게 늘어뜨린 상태로 허리를 전방으로 90° 숙이도록 하였다. 이때, 검사자는 대상자의 뒤에서 등과 같은 눈높이를 하고, 척추측만증 계측기(scoliometer)를 이용하여 체간 회전각도(Angle of trunk rotation)를 검사하여, 5° 이상의 변형각을 보인 학생을 선별하였다(이춘성, 2010), <Figure 5>.



Figure 5. Measurement of Scoliometer angle

2단계는 1단계에서 체간 회전각도가 5° 이상으로 선별된 학생을 대상으로 전·후면 전신척추(A-P Fullspine) 단순 방사선 사진(X-ray)을 촬영하여 Cobb's angle을 측정하였다. Cobb's angle은 <Figure 6>과 같이 측정하려는 만곡의 오목한 쪽으로 가장 기울어진 상부 끝 척추의 상단과 만곡의 하부 끝 척추의 하단에서 평행하게 선을 긋고 이 선에서 직각(90°)이 되는 선을 그어서 두 개의 선이 교차되는 각도를 측정한 것으로 Cobb's angle이 만곡의 크기를 의미한다(Ardran, Coates, Dickson, Dixon-Brown & Harding, 1980). 척추 만곡의 크기가 10° 이상인 경우를 척추측만증으로 판정하였다(이춘성, 2010). 이러한 척추측만증의 판정은 H병원에 의뢰하여 실시하였다.

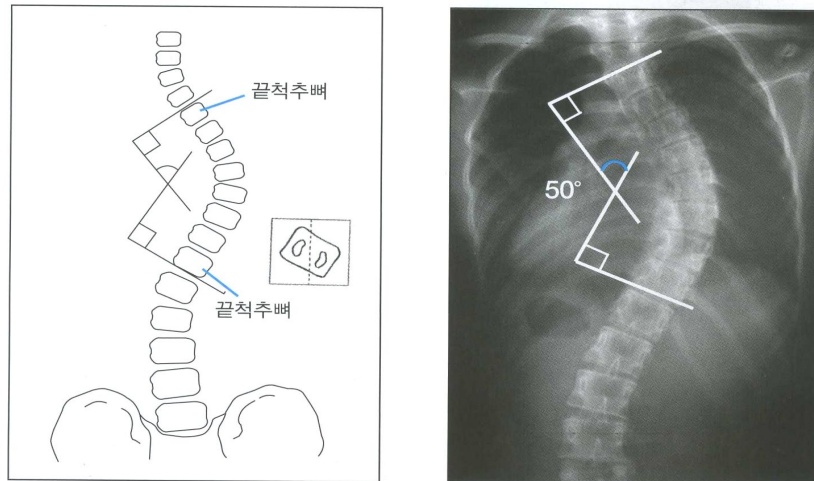


Figure 6. Measurement of Cobb's angle (이춘성, 2010)

2) 체력

체력(Physical fitness)은 근력(Muscular strength), 근지구력(Muscular endurance), 유연성(Flexibility), 심폐지구력(Cardiovascular endurance) 및 평형성(Balance)을 측정하였다.

(1) 근력

근력은 배근력(Back strength)을 이용하여 측정하였다. 대상자는 배근력계(T.K.K. 5102, Japan) 발판 위에 서서 발끝을 15cm 정도 벌리고 서도록 하였다. 무릎과 팔을 펴고 상체를 30° 정도 앞으로 굽혀서 배근력계의 손잡이를 똑바로 잡도록 하였다. 측정자는 대상자의 신장에 맞게 배근력계 줄의 길이를 조정하여 무릎 위 10cm 정도에서 당길 수 있도록 하고, '시작' 신호와 함께 기울인 상체를 전력을 다하여 일으키며 3초 정도 손잡이를 잡아당기도록 하였다. 2회 실시하여 최고치를 0.1kg 단위로 기록하였다.

(2) 근지구력

근지구력은 윗몸일으키기(Sit-up)를 이용하여 측정하였다. 대상자는 매트 위에 누운 자세로 무릎을 직각으로 굽혀 세우고 양손은 머리 뒤에서 깍지를 끼도록 하고, 측정자는 대상자의 발목을 고정시켜 주었다. '시작' 신호와 함께 복근의 힘만으로 몸

을 일으켜 앞으로 굽히도록 하였다. 올라올 때는 양 팔꿈치가 무릎에 닿도록 하고 내려갈 때는 양 어깨가 매트에 닿도록 하였다. 60초 간 실시하여 정확한 자세로 수행한 회수를 기록하였다.

(3) 유연성

유연성은 앉아윗몸앞으로굽히기(Sit and reach)를 이용하여 측정하였다. 대상자는 맨발로 앉아 무릎을 펴서 뺨고 발목을 세워 발바닥이 좌전굴계(T.K.K.5103, Japan)의 수직면에 완전히 닿도록 하였다. ‘시작’ 신호와 함께 양손을 모아 무릎을 편 상태로 윗몸을 앞으로 굽혀 양 중지로 천천히 측정기를 최대한 앞으로 뻗도록 밀게 하였다. 손가락 끝이 2초 정도 멈춘 지점을 측정하였고, 2회 실시하여 최고치를 0.1cm 단위로 기록하였다.

(4) 심폐지구력

심폐지구력은 1,200m 달리기·걷기(1,200m running and walking)를 이용하여 측정하였다. 대상자는 충분한 준비운동 후 트랙의 출발선에서 준비하도록 하였다. ‘출발’ 신호와 함께 스탠딩 스타트 자세로 출발하여 1,200m의 거리를 가장 빠른 속도로 달리거나 걷도록 하였고, 소요된 시간을 0.01초 단위로 기록하였다.

(5) 평형성

평형성은 직선보행검사(Straight walking test)를 이용하여 측정하였다. 대상자는 10m 직선거리의 출발선에 서서 방향을 확인한 후 눈가림대를 착용하였다. ‘시작’ 신호와 함께 10m 직선을 똑바로 걸은 후 기준점과의 편차거리(S_1)를 측정하였다. 같은 방법으로 직선을 후퇴하도록 걸은 후 기준점과의 편차거리(S_2)를 재 측정하였다. S_1 과 S_2 의 평균을 0.1cm 단위로 기록하였다.

3) 허리근육

허리근육(Lumbar muscle)의 면적은 컴퓨터 단층 촬영기(Computed Tomography, CT; WCT-240-140, USA)를 이용하여 측정하였다. 대상자는 양와위(Supine position) 자세로 제4요추골-제5요추골(Lumbar 4-Lumbar 5) 부위에서 단층촬영 후 CT에 내장된 프로그램을 이용하여 큰허리근(Psoas major muscle), 허리네모근

(Quadratus lumborum muscle), 척추세움근(Erector spine muscle), 뭇갈래근(Multifidus muscle)의 면적(mm^2)을 산출하였다. 이러한 허리근육 면적의 산출은 K검진센터에 의뢰하여 실시하였다.

5. 자료 처리

본 연구를 위해 측정된 자료의 분석은 PASW(Statistical Package for Predictive Analytics Soft Ware) 18.0 통계 프로그램을 사용하여 집단의 평균(Mean) 및 표준편차(Standard Deviation)를 산출하고, 다음과 같이 분석하였다.

- 1) 사전 측정값을 사용하여 집단 간 동질성 검증을 위해 One-way ANOVA를 실시하였다.
- 2) 운동 프로그램 참여 전·후 측정항목에 대한 집단 내 차이 검증을 위해 Paired t-test를 실시하였다.
- 3) 운동프로그램 참여 전·후 측정항목에 대한 집단 간 차이 검증을 위해 One-way ANOVA 방법을 실시하였고, 사후검증은 Scheffe법을 실시하였다.
- 4) Cobb's angle 비율의 변화를 분석하기 위해 Frequency analysis를 실시하였다.
- 5) 가설의 검증을 위한 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 척추측만도

12주간의 운동프로그램 참여 전·후 척추측만도의 차이를 알아보기 위하여, 척추측만도의 세부 측정변인인 Scoliometer angle, Cobb's angle의 변화를 알아본 결과는 다음과 같다. 운동프로그램 참여 전 척추측만도의 집단별 각도는 <Table 4>와 같고, One-way ANOVA 분석결과 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않아 집단의 동질성이 확보되었다.

Table 4. Homogeneity test between groups at the start of the investigation on scoliosis

Variables	Group			F	P
	Athletics (n=14)	Pilates (n=11)	Control (n=10)		
Scoliometer angle (°)	6.50±1.21	6.84±2.05	6.03±1.25	1.624	.208
Cobb's angle (°)	17.83±4.54	18.60±7.60	13.00±4.24	1.939	.155

Values are mean±standard deviation.

1) Scoliometer angle

12주간의 운동프로그램 참여 후 Scoliometer angle의 변화는 <Table 5>, <Figure 7>과 같다. 집단 내 검증결과, Scoliometer angle은 육상군($p<.001$)과 필라테스군($p=.001$)에서 12주 후 유의하게 감소하였고, 집단 간 차이 검증에서는 12주($p=.001$) 후와 변화량 차이($p<.001$)에서 유의한 차가 나타났다. 사후검증 결과, 12주후에는 통제군, 필라테스군, 육상군의 순으로 유의하게 높게 나타났고, 변화량 차이는 육상군, 필라테스군, 통제군의 순으로 유의한 차가 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Comparison of Scoliometer angle after 12 weeks

Group	Scoliometer angle (°)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics (n=14)	6.50±1.21	3.09±1.84	-3.41±1.64	8.332	<.001
Pilates (n=11)	6.84±2.05	4.85±2.47	-1.99±2.06	3.888	.001
Control (n=10)	6.03±1.25	5.83±1.30	-0.20±0.77	1.001	.334
<i>F</i>	1.624	7.938	15.676		
<i>p</i>	.208	.001	<.001		
<i>Post-hoc</i>	NS	C>P>A	C<P<A		

Values are mean±standard deviation.

A: athletics, P: pilates, C: control, NS: no significant difference.

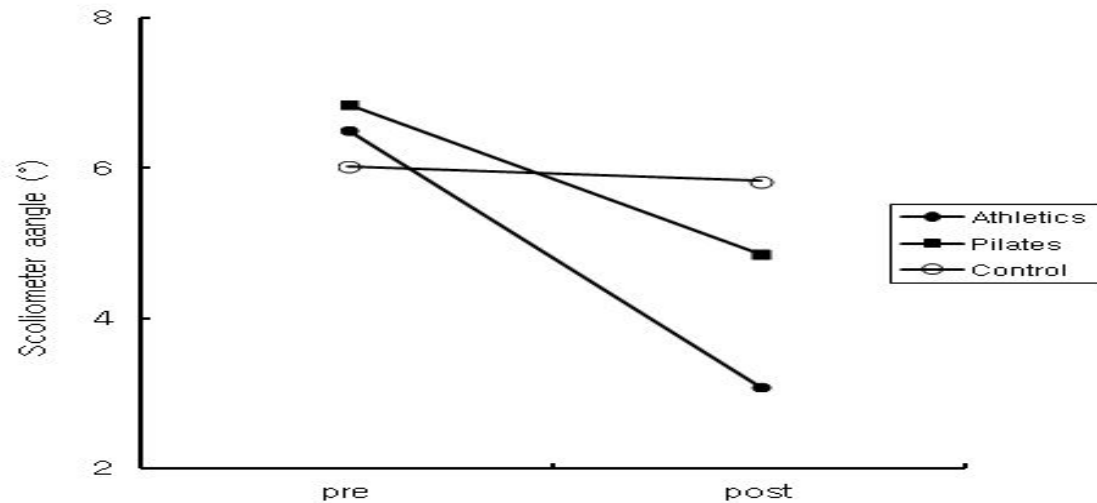


Figure 7. Comparison of Scoliometer angle

2) Cobb's angle

12주간의 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle의 변화는 <Table 6>, <Figure 8>과 같다. 집단 내 검증결과, Cobb's angle은 육상군($p=.002$)과 필라테스군($p<.001$)에서 12주 후 유의하게 감소하였고, 집단 간 차이 검증에서는 변화량 차이에서 유의한 차($p=.013$)가 나타났다. 사후검증 결과, 육상군이 통제군과 비교하여 유의한 차가 있는 것으로 나타났다.

Table 6. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks

Group	Cobb's angle (°)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	17.83±4.54	9.83±1.94	-8.00±3.46	5.657	.002
Pilates	18.60±7.60	13.10±7.25	-5.50±2.92	5.966	<.001
Control	13.00±4.24	11.50±4.43	-1.50±2.38	1.260	.297
<i>F</i>	1.939	.625	5.618		
<i>p</i>	.155	.547	.013		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	C<A		

Values are mean±standard deviation.

A: athletics, C: control, NS: no significant difference.

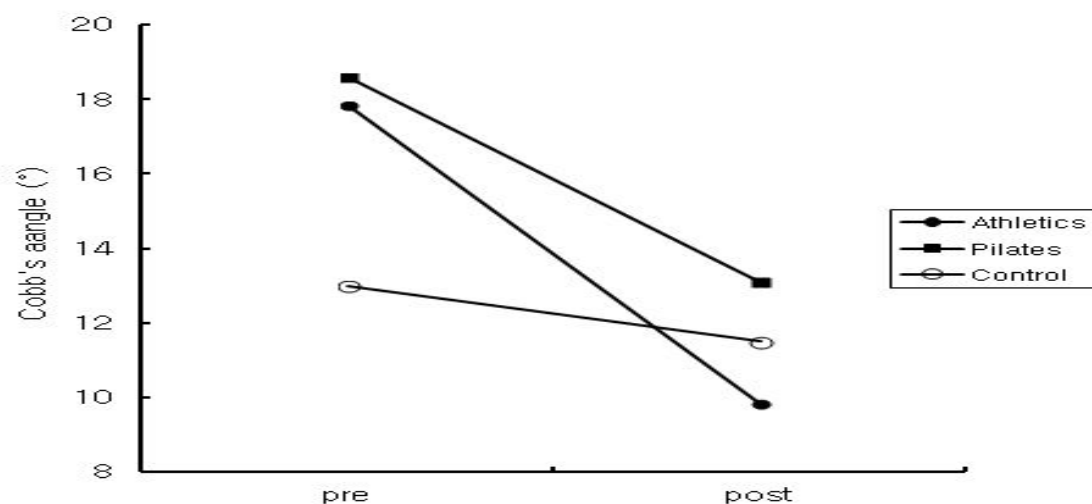


Figure 8. Comparison of Cobb's angle

3) 육상군의 Cobb's angle

12주간의 운동프로그램 참여 전·후 육상군의 Cobb's angle의 변화는 <Table 7>, <Table 8>, <Figure 9>와 같다. 운동프로그램 참여 전 Cobb's angle을 분석한 결과, 3명이 중등증(20-45°)에 포함되었고, 11명이 경증(20° 미만)에 포함되었으며, 최대 Cobb's angle은 24.60°로 나타났다. 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle의 변화를 5° 간격으로 분류하여 분석한 결과, Cobb's angle이 20-24.9°의 학생들은 평균 23.93°에서 12주 후 12.93°로 11.00°가 감소하였고, 최대 변화값은 -12.10°로 나타났다. 15-19.9°의 학생들은 평균 18.18°에서 9.55°로 8.63°가 감소하였고, 최대 변화값은 -10.20°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 13.74°에서 8.30°로 5.44°가 감소하였고, 최대 변화값은 -8.10°로 나타났다.

또한, 12주간의 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle의 비율의 변화를 분석한 결과, Cobb's angle이 20-24.9°는 3명에서 0명, 15-19.9°는 6명에서 1명, 10-14.9°는 5명에서 7명, 10° 이하는 0명에서 6명으로 변화하였다.

Table 7. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks of the Athletics group

Cobb's angle (°)	pre	post	difference	Max difference	Max cobb's angle (°)
20-24.9 (n=3)	23.93±0.99	12.93±1.92	-11.00±1.35	-12.10	24.60
15-19.9 (n=6)	18.18±1.36	9.55±1.61	-8.63±1.11	-10.20	
10-14.9 (n=5)	13.74±0.72	8.30±2.27	-5.44±2.22	-8.10	

Values are mean±standard deviation.

Table 8. Difference of Cobb's angle after 12 weeks of the Athletics group

Cobb's angle (°)	Difference of cobb's angle after 12 weeks (n)												
	0-0.9	1-1.9	2-2.9	3-3.9	4-4.9	5-5.9	6-6.9	7-7.9	8-8.9	9-9.9	10-10.9	11-11.9	12-12.9
20-24.9 (n=3)										1		1	1
15-19.9 (n=6)								2	1	2	1		
10-14.9 (n=5)			1	1		1	1		1				

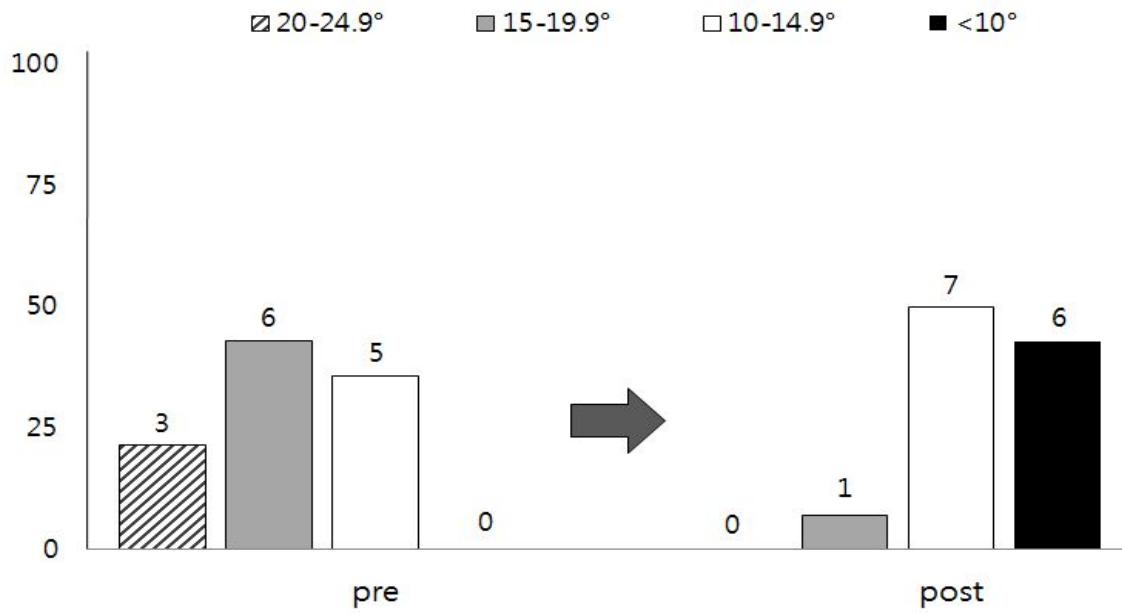


Figure 9. Comparison of Cobb's angle of the Athletics group

4) 필라테스군의 Cobb's angle

12주간의 운동프로그램 참여 전·후 필라테스군의 Cobb's angle의 변화는 <Table 9>, <Table 10>, <Figure 10>과 같다. 운동프로그램 참여 전 Cobb's angle을 분석한 결과, 3명이 중등증(20-45°)에 포함되었고, 8명이 경증(20° 미만)에 포함되었으며, 최대 Cobb's angle은 34.30°로 나타났다. 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle의 변화를 5° 간격으로 분류하여 분석한 결과, Cobb's angle이 30-34.9°의 학생은 34.30°에서 12주 후 27.80°로 6.50°가 감소하였고, 25-29.9°의 학생은 26.60°에서 20.30°로 6.30°가 감소하였으며, 20-24.9°의 학생은 23.80°에서 11.10°로 12.70°가 감소하였다. Cobb's angle이 15-19.9°의 학생들은 평균 18.60°에서 13.50°로 5.10°가 감소하였고, 최대 변화값은 -6.10°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 12.82°에서 8.84°로 3.98°가 감소하였고, 최대 변화값은 -5.90°로 나타났다.

또한, 12주간의 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle의 비율의 변화를 분석한 결과, Cobb's angle이 30-34.9°는 1명에서 0명, 25-29.9°는 1명에서 1명, 20-24.9°는 1명에서 1명, 15-19.9°는 3명에서 1명, 10-14.9°는 5명에서 5명, 10° 이하는 0명에서 3명으로 변화하였다.

Table 9. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks of the Pilates group

Cobb's angle (°)	pre	post	difference	Max difference	Max cobb's angle (°)
30-34.9 (n=1)	34.30	27.80	-6.50	-6.50	34.30
25-29.9 (n=1)	26.60	20.30	-6.30	-6.30	
20-24.9 (n=1)	23.80	11.10	-12.70	-12.70	
15-19.9 (n=3)	18.60±1.05	13.50±1.65	-5.10±0.92	-6.10	
10-14.9 (n=5)	12.82±1.51	8.84±2.43	-3.98±1.36	-5.90	

Values are mean±standard deviation.

Table 10. Difference of Cobb's angle after 12 weeks of the Pilates group

Cobb's angle (°)	Difference of cobb's angle after 12 weeks (n)													
	0-0.9	1-1.9	2-2.9	3-3.9	4-4.9	5-5.9	6-6.9	7-7.9	8-8.9	9-9.9	10-10.9	11-11.9	12-12.9	
30-34.9 (n=1)							1							
25-29.9 (n=1)							1							
20-24.9 (n=1)													1	
15-19.9 (n=3)					2		1							
10-14.9 (n=5)			1	2	1	1								

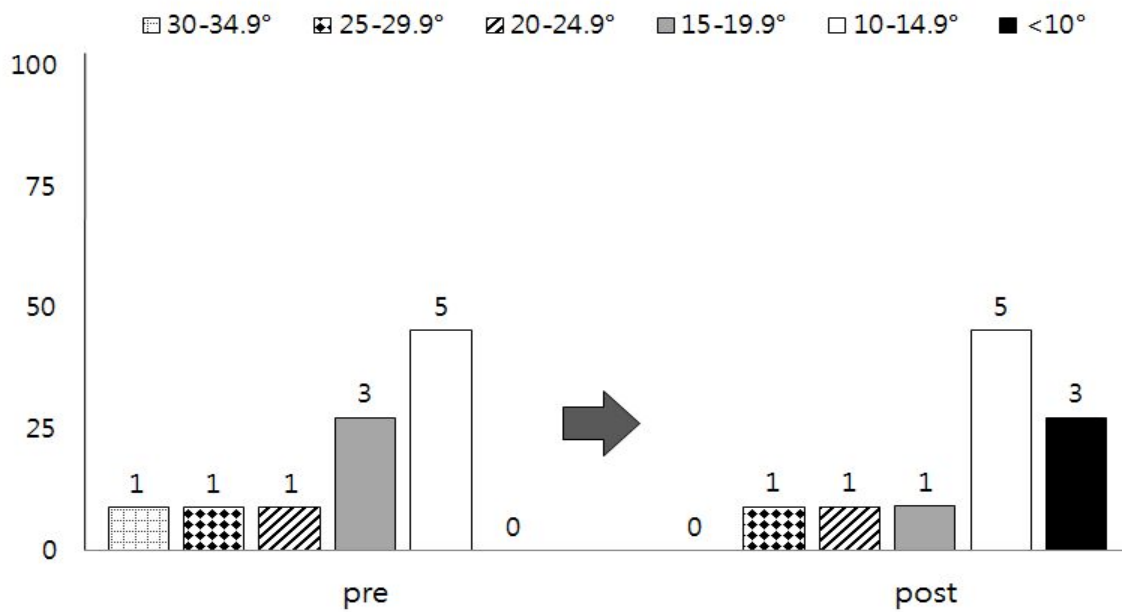


Figure 10. Comparison of Cobb's angle of the Pilates group

5) 통제군의 Cobb's angle

12주 전·후 통제군의 Cobb's angle의 변화는 <Table 11>, <Table 12>, <Figure 11>과 같다. 12주 전 Cobb's angle을 분석한 결과, 10명이 모두 경증(20° 미만)에 포함되었고, 최대 Cobb's angle은 18.20°로 나타났다. 12주 후 Cobb's angle의 변화를 5° 간격으로 분류하여 분석한 결과, Cobb's angle이 15-19.9°의 학생들은 평균 16.27°에서 13.53°로 2.73°가 감소하였고, 최대 변화값은 -7.50°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 11.60°에서 10.63°로 0.97°가 감소하였고, 최대 변화값은 -5.60°로 나타났다.

또한, 12주 후 Cobb's angle의 비율의 변화를 분석한 결과, Cobb's angle이 15-19.9°는 3명에서 1명, 10-14.9°는 7명에서 7명, 10° 이하는 0명에서 2명으로 변화하였다.

Table 11. Comparison of Cobb's angle after 12 weeks of the Control group

Cobb's angle (°)	pre	post	difference	Max difference	Max cobb's angle (°)
15-19.9 (n=3)	16.27±1.68	13.53±5.15	-2.73±4.13	-7.50	18.20
10-14.9 (n=7)	11.60±0.73	10.63±2.40	-0.97±2.04	-5.60	

Values are mean±standard deviation.

Table 12. Difference of Cobb's angle after 12 weeks of the Control group

Cobb's angle (°)	Difference of cobb's angle after 12 weeks (n)												
	0-0.9	1-1.9	2-2.9	3-3.9	4-4.9	5-5.9	6-6.9	7-7.9	8-8.9	9-9.9	10-10.9	11-11.9	12-12.9
15-19.9 (n=3)	2							1					
10-14.9 (n=7)	6					1							

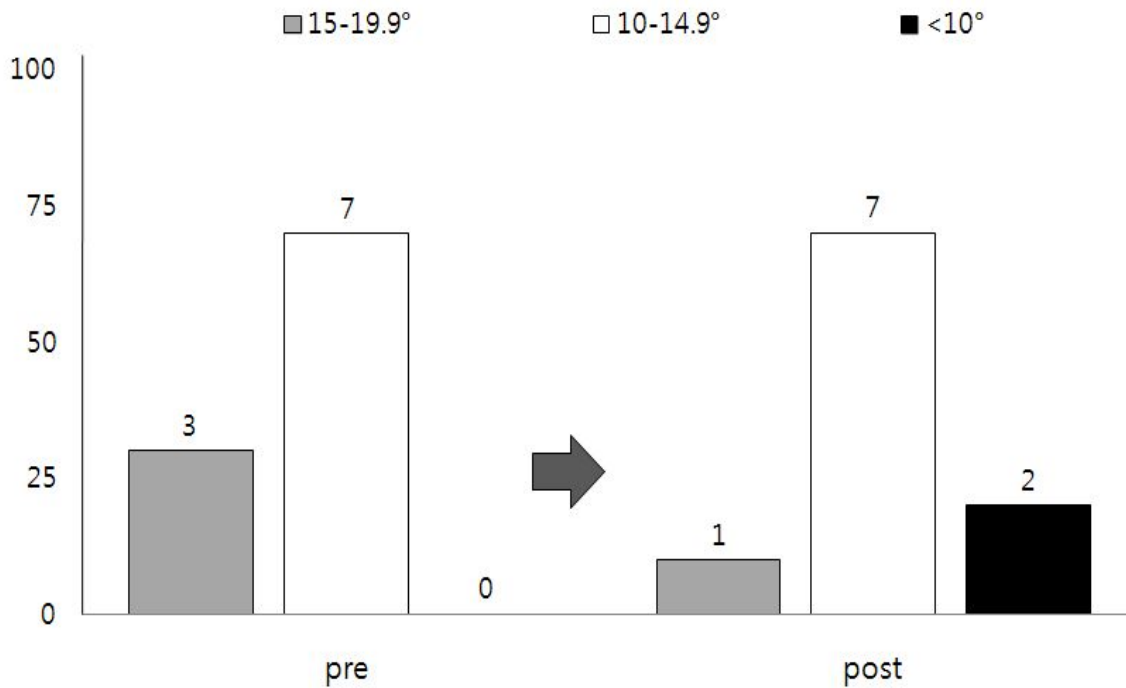


Figure 11. Comparison of Cobb's angle of the Control group

2. 체력

12주간의 운동프로그램 참여 전·후 체력의 차이를 알아보기 위하여, 체력의 세부 측정변인인 근력(배근력), 근지구력(윗몸일으키기), 유연성(앉아윗몸앞으로굽히기), 심폐지구력(1,200m 달리기·걷기), 평형성(직선보행검사)의 변화를 알아본 결과는 다음과 같다. 운동프로그램 참여 전 체력의 집단별 수준은 <Table 13>과 같고, One-way ANOVA 분석결과 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않아 집단의 동질성이 확보되었다.

Table 13. Homogeneity test between groups at the start of the investigation on physical fitness

Variables	Group			F	P
	Athletics	Pilates	Control		
Back strength (kg)	39.97±11.84	39.32±9.94	31.86±7.67	1.616	.213
Sit-up (num/min)	18.36±7.55	18.38±7.86	15.75±8.73	.317	.731
Sit and reach (cm)	13.20±8.41	9.95±8.16	15.48±9.05	1.072	.351
1,200m running and walking (sec)	551.29±75.35	547.00±90.83	563.71±135.43	.119	.888

Values are mean±standard deviation.

1) 근력 (Muscular strength)

12주간의 운동프로그램 참여 후 근력(배근력)의 변화는 <Table 14>, <Figure 12>와 같다. 집단 내 검증결과, 배근력은 육상군에서 12주 후 유의하게 증가 ($p=.029$)하였고, 집단 간 차이 검증에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 14. Comparison of Back strength after 12 weeks

Group	Back strength (kg)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	39.97±11.84	43.63±10.90	3.66±5.52	-2.438	.029
Pilates	39.32±9.94	40.61±7.14	1.29±4.45	-1.199	.248
Control	31.86±7.67	33.50±13.97	1.64±12.19	-.357	.734
<i>F</i>	1.616	2.417	.515		
<i>p</i>	.213	.104	.602		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	NS		

Values are mean±standard deviation.

NS: no significant difference.

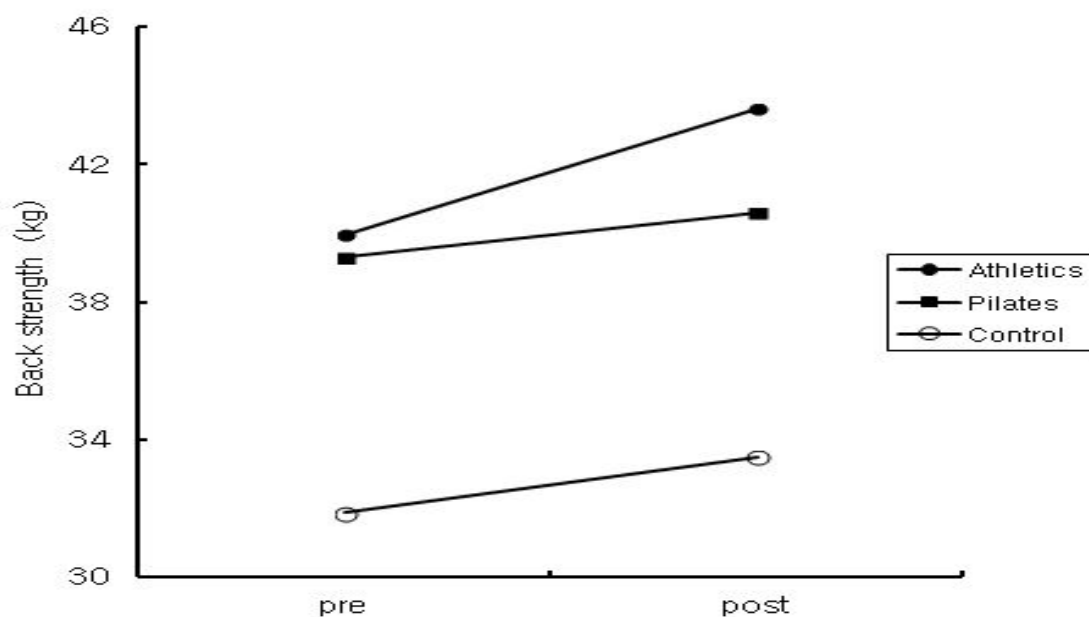


Figure 12. Comparison of Back strength

2) 근지구력 (Muscular endurance)

12주간의 운동프로그램 참여 후 근지구력(윗몸일으키기)의 변화는 <Table 15>, <Figure 13>과 같다. 집단 내 검증결과, 윗몸일으키기는 육상군($p=.001$)과 필라테스군($p=.048$)에서 12주 후 유의하게 증가하였고, 집단 간 차이 검증에서는 변화량 차이에서 유의한 차($p=.039$)가 나타났다. 사후검증 결과, 육상군이 통제군과 비교하여 유의한 차가 있는 것으로 나타났다.

Table 15. Comparison of Sit-up after 12 weeks

Group	Sit-up (num/min)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	18.36±7.55	23.93±9.43	5.57±4.70	-4.433	.001
Pilates	18.38±7.86	21.25±9.21	2.87±3.39	-2.392	.048
Control	15.75±8.73	16.13±8.25	0.38±4.63	-.229	.825
<i>F</i>	.317	1.882	3.681		
<i>p</i>	.731	.172	.039		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	C<A		

Values are mean±standard deviation.

A: athletics, C: control, NS: no significant difference.

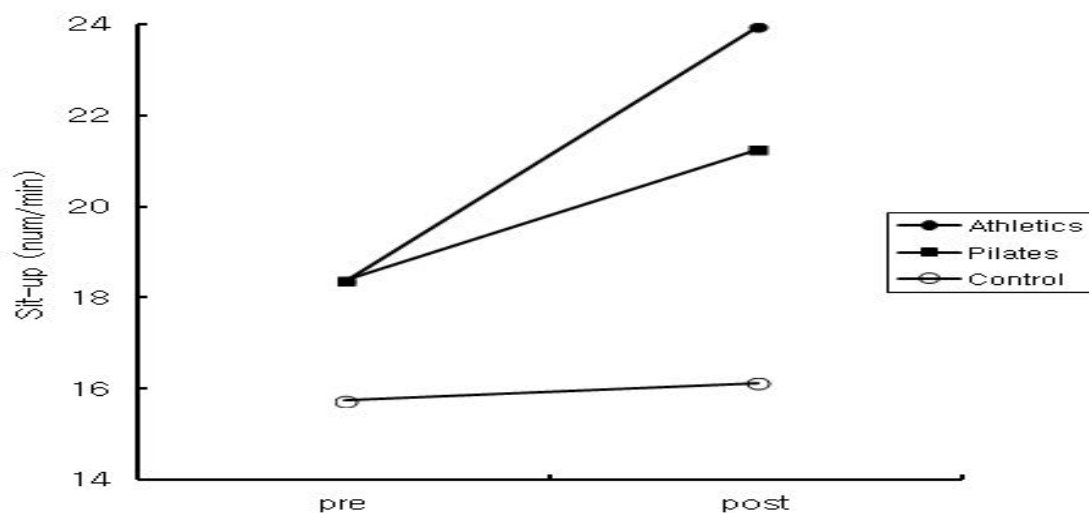


Figure 13. Comparison of Sit-up

3) 유연성 (Flexibility)

12주간의 운동프로그램 참여 후 유연성(앉아윗몸앞으로굽히기)의 변화는 <Table 16>, <Figure 14>와 같다. 집단 내 검증결과, 앉아윗몸앞으로굽히기는 필라테스군에서 12주 후 유의하게 증가($p=.034$)하였고, 집단 간 차이 검증에서는 변화량 차이에서 유의한 차($p=.009$)가 나타났다. 사후검증 결과, 육상군과 필라테스군이 통제군과 비교하여 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 16. Comparison of Sit and reach after 12 weeks

Group	Sit and reach (cm)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	13.20±8.41	16.66±7.80	3.46±6.41	-1.616	.145
Pilates	9.95±8.16	13.54±7.70	3.59±5.65	-2.373	.034
Control	15.48±9.05	11.18±10.32	-4.30±6.11	2.110	.068
<i>F</i>	1.072	.966	5.517		
<i>p</i>	.351	.391	.009		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	C<A,P		

Values are mean±standard deviation.

A: athletics, P: pilates, C: control, NS: no significant difference.

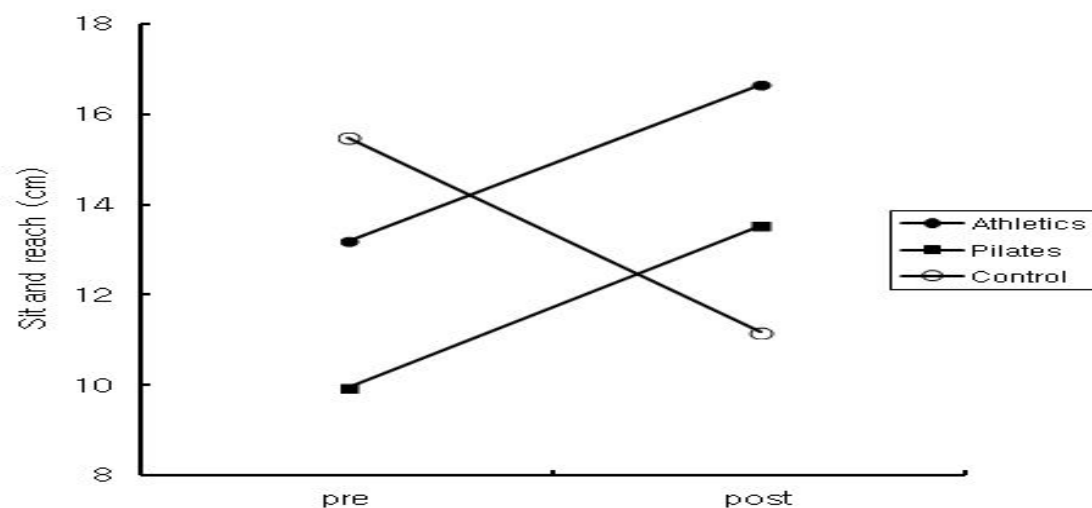


Figure 14. Comparison of Sit and reach

4) 심폐지구력 (Cardiovascular endurance)

12주간의 운동프로그램 참여 후 심폐지구력(1,200m 달리기·걷기)의 변화는 <Table 17>, <Figure 15>와 같다. 집단 내 검증결과, 1,200m 달리기·걷기는 육상군에서 12주 후 유의하게 감소($p=.015$)하였고, 집단 간 차이 검증에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 17 Comparison of 1,200m running and walking after 12 weeks

Group	1,200m running and walking (sec)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	551.29±75.35	538.94±68.16	-12.35±18.59	2.740	.015
Pilates	547.00±90.83	538.47±78.82	-8.53±21.35	1.647	.119
Control	563.71±135.43	559.59±117.69	-4.12±40.66	.418	.682
<i>F</i>	.119	.300	.353		
<i>p</i>	.888	.742	.704		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	NS		

Values are mean±standard deviation.

NS: no significant difference.

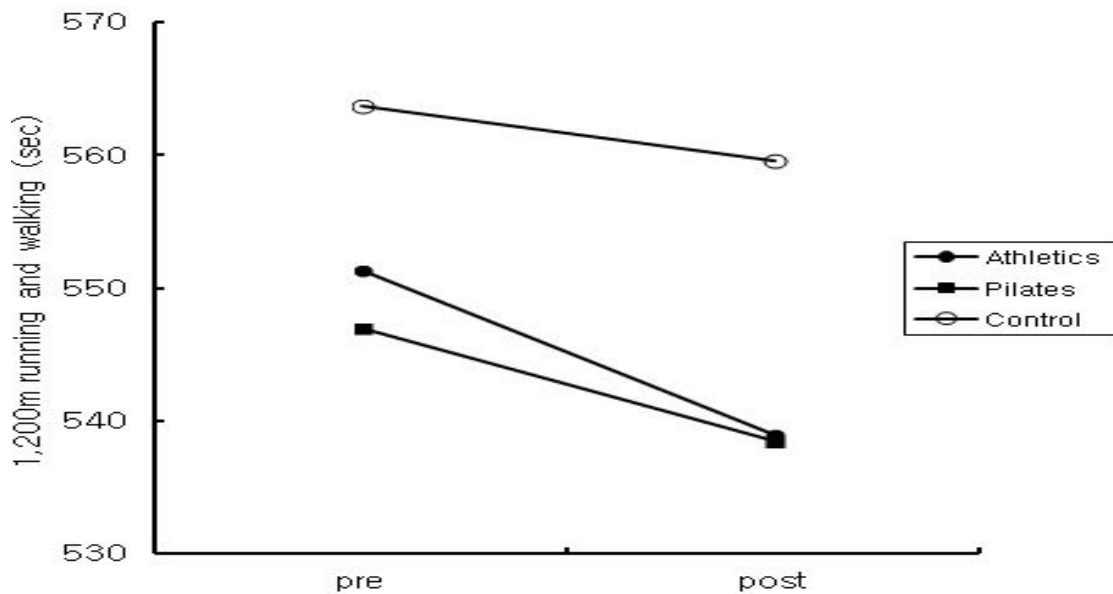


Figure 15. Comparison of 1,200m running and walking

5) 평형성 (Balance)

12주간의 운동프로그램 참여 후 평형성(직선보행검사)의 변화는 <Table 18>, <Figure 16>과 같다. 집단 내 검증결과, 직선보행검사는 육상군($p=.046$)과 필라테스군($p=.039$)에서 12주 후 유의하게 감소하였고, 집단 간 차이 검증에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 18. Comparison of Straight walking test after 12 weeks

Group	Straight walking test (cm)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	70.76±43.91	55.67±41.63	-15.09±26.68	2.192	.046
Pilates	54.84±46.97	42.81±31.21	-12.03±21.24	2.266	.039
Control	52.29±26.70	58.57±46.45	6.28±24.35	-.652	.539
<i>F</i>	.697	.597	1.939		
<i>p</i>	.505	.556	.159		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	NS		

Values are mean±standard deviation.

NS: no significant difference.

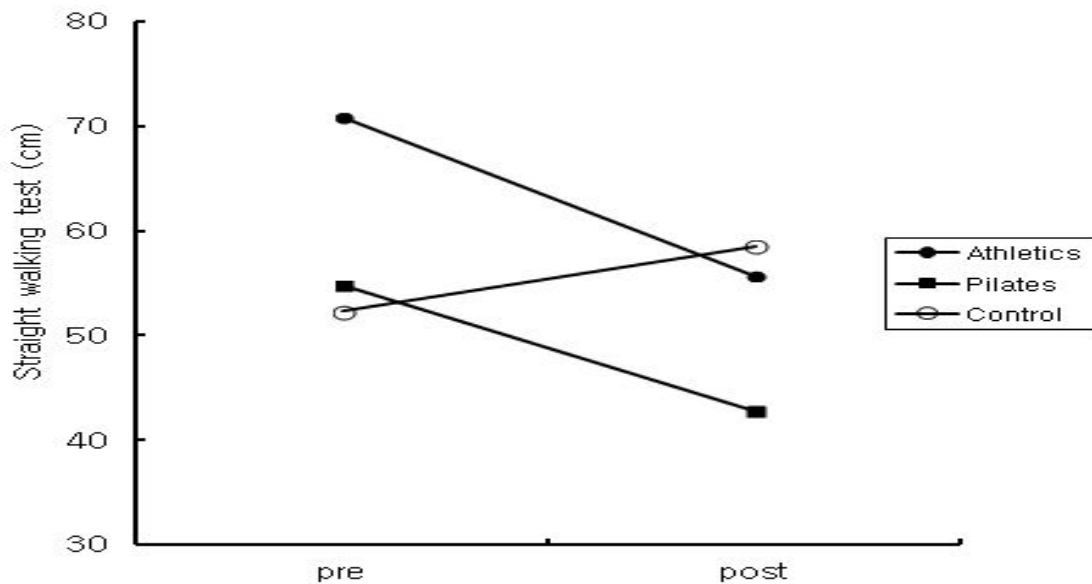


Figure 16. Comparison of Straight walking test

3. 허리근육

12주간의 운동프로그램 참여 전·후 허리근육의 횡단면적의 차이를 알아보기 위하여, 허리근육의 세부 측정변인인 큰허리근, 허리네모근, 척추세움근, 못갈래근의 변화를 알아본 결과는 다음과 같다. 운동프로그램 참여 전 허리근육의 집단별 횡단면적은 <Table 19>와 같고, One-way ANOVA 분석결과 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않아 집단의 동질성이 확보되었다.

Table 19. Homogeneity test between groups at the start of the investigation on lumbar muscle

Variables	Group				
	Athletics	Pilates	Control	F	P
PMM (mm ²)	856.50±123.73	801.70±124.59	898.75±97.48	1.042	.374
QLM (mm ²)	420.00±106.80	410.50±77.54	452.75±153.06	.389	.684
ESM (mm ²)	994.50±224.62	785.90±280.91	885.75±274.02	1.178	.332
MM (mm ²)	581.33±109.73	539.80±116.52	774.50±173.08	2.657	.097

Values are mean±standard deviation.

PMM: psoas major muscle, QLM: quadratus lumborum muscle, ESM: erector spine muscle, MM: multifidus muscle.

1) 큰허리근 (Psoas major muscle)

12주간의 운동프로그램 참여 후 큰허리근의 변화는 <Table 20>, <Figure 17>과 같다. 집단 내 검증결과, 큰허리근은 모든 집단 내에서 12주 후 유의한 차이가 나타나지 않았고, 집단 간 차이 검증에서는 12주 후에서 유의한 차($p=.042$)가 나타났다. 사후검증 결과, 12주후에 통제군이 필라테스군에 비해 유의하게 높게 나타났다.

Table 20. Comparison of Psoas major muscle after 12 weeks

Group	Psoas major muscle (mm ²)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	856.50±123.73	867.33±94.76	10.83±134.85	-1.197	.852
Pilates	801.70±124.59	814.80±114.96	13.10±93.55	-1.443	.668
Control	898.75±97.48	973.25±93.30	74.50±111.39	-1.338	.273
<i>F</i>	1.042	3.792	.510		
<i>p</i>	.374	.042	.609		
<i>Post-hoc</i>	NS	C>P	NS		

Values are mean±standard deviation.

P: pilates, C: control, NS: no significant difference.

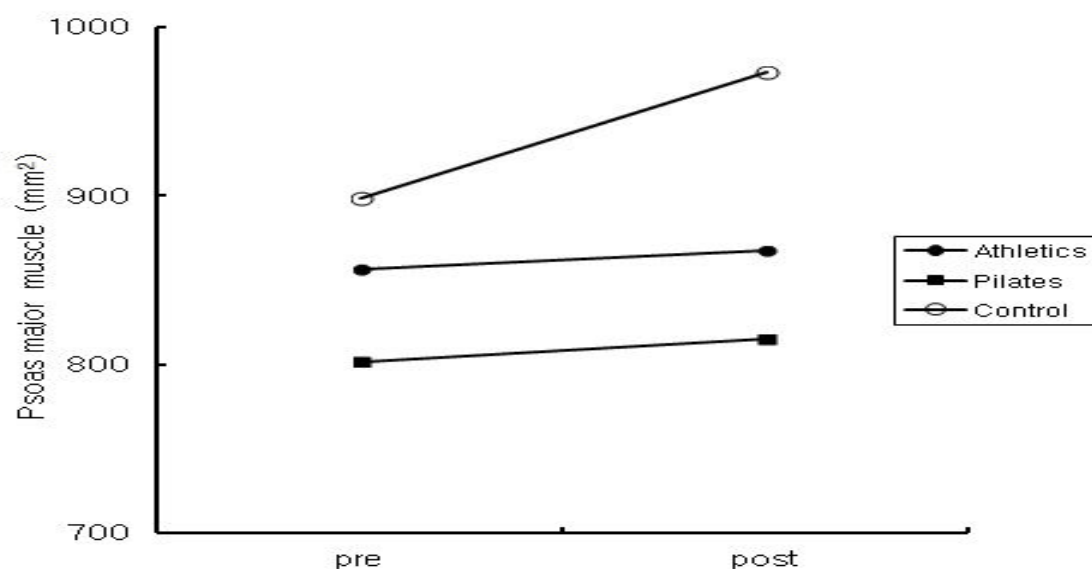


Figure 17. Comparison of Psoas major muscle

2) 허리네모근 (Qiadratus lumborum muscle)

12주간의 운동프로그램 참여 후 허리네모근의 변화는 <Table 21>, <Figure 18>과 같다. 집단 내 검증결과, 허리네모근은 모든 집단 내에서 12주 후 유의한 차이가 나타나지 않았고, 집단 간 차이 검증에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 21. Comparison of Qiadratus lumborum muscle after 12 weeks

Group	Qiadratus lumborum muscle (mm ²)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	420.00±106.80	506.50±218.37	86.50±252.11	-.840	.439
Pilates	410.50±77.54	445.90±173.42	35.40±135.93	-.824	.431
Control	452.75±153.06	504.25±90.85	51.50±116.82	-.882	.443
<i>F</i>	.389	.284	.159		
<i>p</i>	.684	.756	.854		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	NS		

Values are mean±standard deviation.

NS: no significant difference.

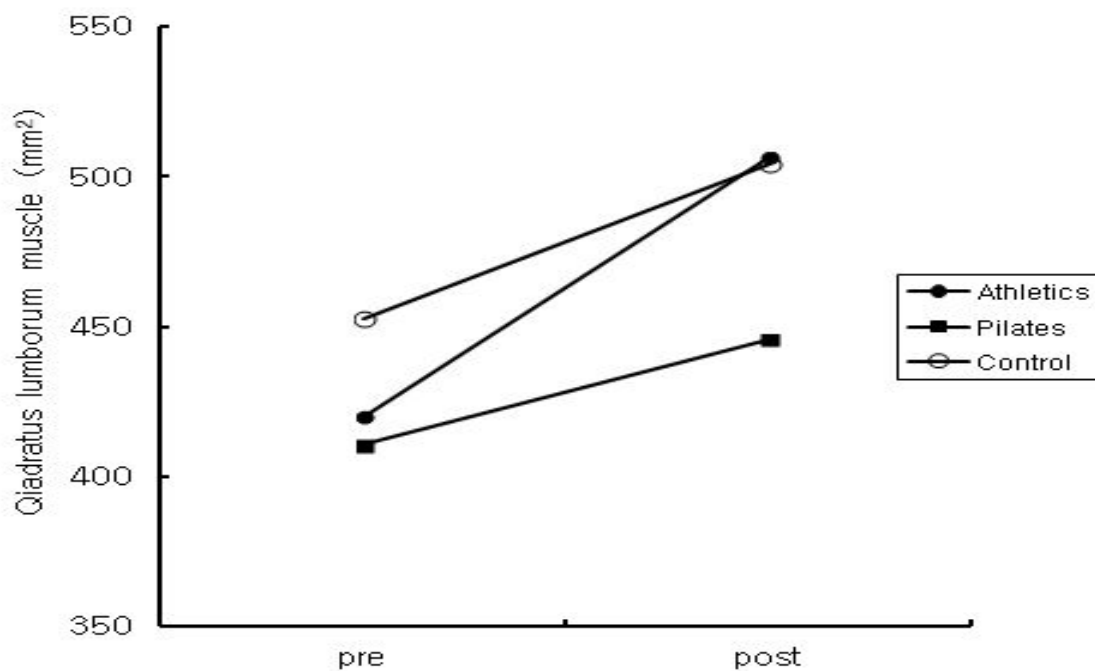


Figure 18. Comparison of Qiadratus lumborum muscle

3) 척추세움근 (Erector spine muscle)

12주간의 운동프로그램 참여 후 척추세움근의 변화는 <Table 22>, <Figure 19>와 같다. 집단 내 검증결과, 척추세움근은 모든 집단 내에서 12주 후 유의한 차이가 나타나지 않았고, 집단 간 차이 검증에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 22. Comparison of Erector spine muscle after 12 weeks

Group	Erector spine muscle (mm ²)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	994.50±224.62	1045.33±194.85	50.83±204.77	-.608	.570
Pilates	785.90±280.91	888.10±184.80	102.20±224.11	-1.442	.183
Control	885.75±274.02	921.74±148.22	35.99±198.28	-.363	.741
<i>F</i>	1.178	1.836	.185		
<i>p</i>	.332	.188	.833		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	NS		

Values are mean±standard deviation.

NS: no significant difference.

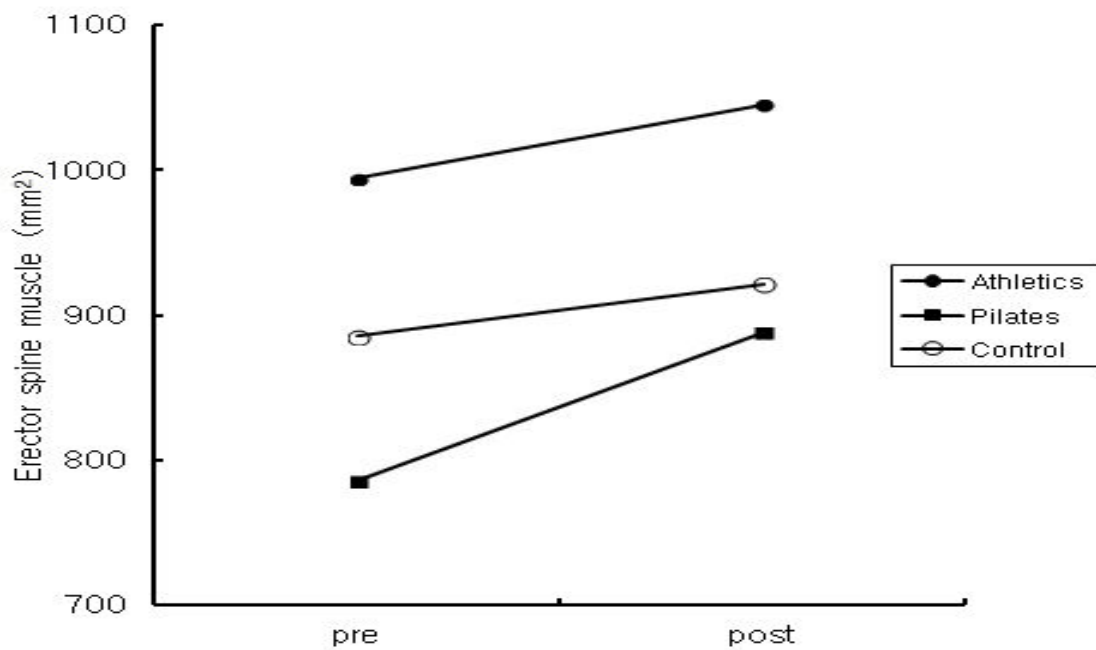


Figure 19. Comparison of Erector spine muscle

4) 뭇갈래근 (Multifidus muscle)

12주간의 운동프로그램 참여 후 뭇갈래근의 변화는 <Table 23>, <Figure 20>과 같다. 집단 내 검증결과, 뭇갈래근은 육상군($p=.046$)과 필라테스군($p=.023$)에서 12주 후 유의하게 증가하였고, 집단 간 차이 검증에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 23. Comparison of Multifidus muscle after 12 weeks

Group	Multifidus muscle (mm ²)				
	pre	post	difference	<i>t</i>	<i>p</i>
Athletics	581.33±109.73	790.50±230.52	209.17±194.58	-2.633	.046
Pilates	539.80±116.52	691.00±189.09	151.20±174.36	-2.742	.023
Control	774.50±173.08	766.75±163.12	-7.75±91.05	.170	.876
<i>F</i>	2.657	.533	.2040		
<i>p</i>	.097	.596	.161		
<i>Post-hoc</i>	NS	NS	NS		

Values are mean±standard deviation.

NS: no significant difference.

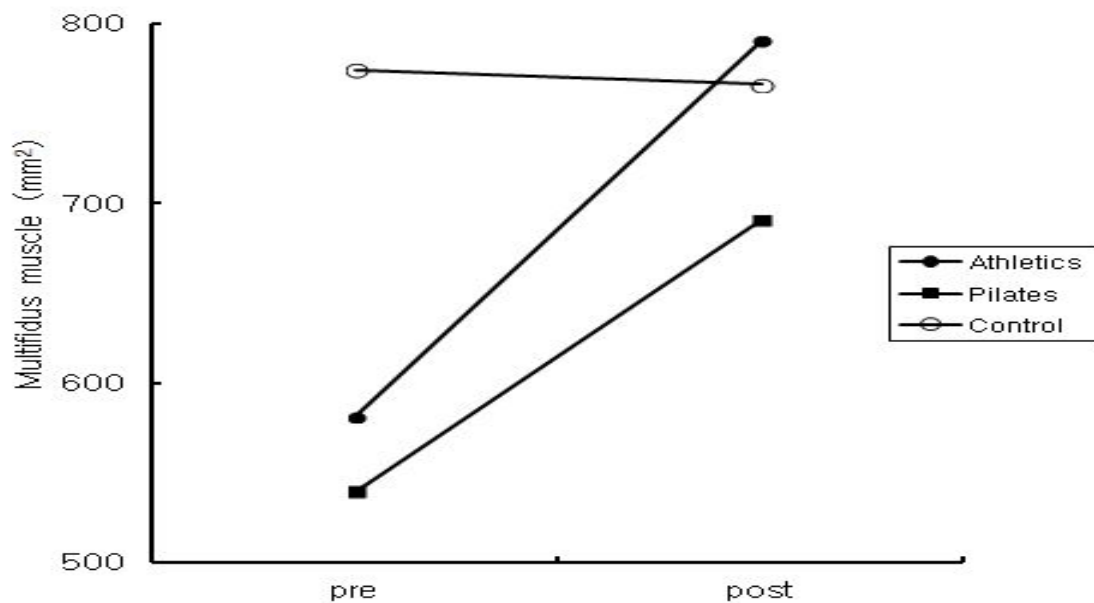


Figure 20. Comparison of Multifidus muscle

IV. 논 의

본 연구는 청소년기 척추측만증이 진행되는 시기인 중학생들을 대상으로 실시하였다. Cobb's angle이 10° 이상인 척추측만증 여자 중학생 35명(육상군 14명, 필라테스군 11명, 통제군 10명)을 대상으로 12주간 육상운동 및 필라테스 운동 프로그램의 참여가 척추측만도와 체력 및 허리근육에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다.

1. 척추측만도의 변화

척추측만증의 치료목적은 경도의 만곡은 더 이상 진행되지 않도록 하고, 중등도 이상의 만곡은 기형을 교정하고 보존시켜 신체의 균형을 유지하고 기능을 호전시키는 데 있다(임영란, 2012). Mordecai & Dabke(2012)는 청소년들의 척추측만증 예방 및 교정을 위해 운동요법이 가장 효과적이라고 제시하였고, Mooney & Brigham(2003)은 운동요법이 청소년기 척추측만증 환자의 척추측만도를 감소시키고, 측만각의 증가를 예방한다고 보고하였다. 임용택, 김성수, 윤성진, 박호윤(2003)은 성장기에 있는 청소년들에게 척추주위 근육의 강화 운동을 실시하여 척추측만증을 예방하고 개선시킬 수 있음을 강조하면서 운동요법의 효과성을 제시하였고(박기덕, 이태훈, 2007), 최승욱(2008)은 척추교정 운동프로그램을 통해 신체의 유연성과 근력이 향상되고, 근육의 이완, 자세의 균형적 발달 및 Cobb's angle이 감소하는 효과를 보고하였다.

본 연구에서 육상운동 및 필라테스 운동프로그램의 참여가 척추측만도에 미치는 효과를 분석한 결과, 육상군과 필라테스군에서 모두 Scoliometer angle 및 Cobb's angle이 유의하게 감소하였다. Scoliometer angle은 육상군이 6.50°에서 3.09°로 유의하게 감소하였고, 필라테스군은 6.84°에서 4.85°로 유의하게 감소하였다. Cobb's angle은 육상군이 17.83°에서 9.83°로 유의하게 감소하였고, 필라테스군은 18.60°에서 13.10°로 유의하게 감소하였다. 반면 통제군에서는 Scoliometer angle 및 Cobb's angle 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 육상군과 필라테스군 및 통제군 간의 변화 차이를 검증한 결과, 12주 후 Scoliometer angle 및 Cobb's angle 모두 육상군이 통제군과 비교하여 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 척추측만증 청소년을 대상으로 운동요법을 적용하여 Cobb's angle

의 유의한 감소를 보고한 많은 선행연구들과 유사한 견해를 나타내고 있다(문훈기, 소재무, 한길수, 2007; 조지훈, 이운용, 김경태, 최은수, 이대택, 2004; 최승욱, 2008; Mordecai et al., 2012). 문훈기 등(2007)은 척추측만증을 지니고 있는 여자 청소년을 대상으로 8주간 운동프로그램을 실시한 결과, Cobb's angle이 22.35°에서 18.30°로 유의한 감소를 보고하였고, 조지훈 등(2004)은 척추측만증 청소년에게 12주간 운동 프로그램을 실시하여 Cobb's angle이 19.5°에서 14.4°로 유의한 감소를 보고하였다. Mordecai 등(2012)도 척추측만증 청소년을 대상으로 운동치료를 처치한 결과, 측만의 정도가 개선되는 결과를 보고하여 본 연구 결과를 뒷받침 해주고 있다.

본 연구에서의 육상 운동프로그램은 라다와 미니허들을 이용하여 하지와 허리 주변근육의 밸런스를 맞추고 움직임의 효율성 및 협응성을 향상시키는 활동 중심으로 실시하였고, 매회 스쿼트 동작을 통해 하지와 둔부, 요부 및 복부 등의 체간근육을 전반적으로 발달시킬 수 있도록 하였다. 필라테스 운동프로그램은 근육을 늘리는 것에서부터 시작하여 새로운 가동범위까지 최대한 근육을 늘린 후에 그 근육을 수축시켜, 근육을 늘리는 것에서 끝나는 것이 아니라 척추주변(복부, 요부, 둔부 등)의 근육을 강화시킬 수 있는 동작 중심으로 실시하였다. 이러한 육상운동 및 필라테스 운동프로그램이 신체 중심부의 균형을 맞추고 근력을 강화시킴으로써 휘어진 척추가 제 위치를 찾아가고 척추측만도의 개선에 긍정적인 효과를 나타낸 것이라 생각된다.

척추측만증의 정도는 Cobb's angle에 따라 경증, 중등증, 중증으로 분류할 수 있다. 경증은 Cobb's angle이 20° 미만을 의미하는 것으로, 척추교정을 위한 운동 프로그램을 사용하여 효과적으로 치료할 수 있고, 3-4개월 간격으로 만곡의 변화를 관찰하는 것이 요구된다. 중등증은 Cobb's angle이 20-45°를 의미하는 것으로, 만곡의 유연성이 있고, 골격 성장이 1-2년 이상 남아있는 진행성 환자에게 교정 프로그램과 함께 보조기 치료를 권장하고 있다. 중증은 Cobb's angle이 45-50° 이상을 의미하는 것으로, 수술적 치료를 필요로 한다(박정태, 박윤기, 2007; Farady, 1983).

본 연구에서 운동프로그램 참여 전 Cobb's angle을 분석한 결과, 육상군은 3명이 20-45°의 중등증에 포함되었고, 11명이 20° 미만의 경증에 포함되었다. 필라테스군은 3명이 20-45°의 중등증에 포함되었고, 8명이 20° 미만의 경증에 포함되었다. 통제군은 10명이 모두 20° 미만의 경증에 포함되었다. 이와 같이 본 연구에서는 연구 대상자의 약 83% 정도가 경증의 척추측만증에 포함되어 있어 경증, 중등증, 중증의

3단계로 분류하지 않고, Cobb's angle을 5° 간격으로 분류하여 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후의 Cobb's angle 변화를 분석하였다. 분석 결과, 육상군은 Cobb's angle이 20-24.9°의 학생들은 평균 23.93°에서 12주 후 12.93°로 11.00°가 감소하였고, 최대 변화값은 -12.10°로 나타났다. 15-19.9°의 학생들은 평균 18.18°에서 9.55°로 8.63°가 감소하였고, 최대 변화값은 -10.20°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 13.74°에서 8.30°로 5.44°가 감소하였고, 최대 변화값은 -8.10°로 나타났다. 필라테스군은 Cobb's angle이 30-34.9°의 학생은 34.30°에서 12주 후 27.80°로 6.50°가 감소하였고, 25-29.9°의 학생은 26.60°에서 20.30°로 6.30°가 감소하였으며, 20-24.9°의 학생은 23.80°에서 11.10°로 12.70°가 감소하였다. Cobb's angle이 15-19.9°의 학생들은 평균 18.60°에서 13.50°로 5.10°가 감소하였고, 최대 변화값은 -6.10°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 12.82°에서 8.84°로 3.98°가 감소하였고, 최대 변화값은 -5.90°로 나타났다. 통제군은 Cobb's angle이 15-19.9°의 학생들은 평균 16.27°에서 12주 후 13.53°로 2.73°가 감소하였고, 최대 변화값은 -7.50°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 11.60°에서 12주 후 10.63°로 0.97°가 감소하였고, 최대 변화값은 -5.60°로 나타났다. 또한 12주간의 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle 비율의 변화를 분석한 결과, 육상군은 Cobb's angle이 20-24.9°는 3명에서 0명, 15-19.9°는 6명에서 1명, 10-14.9°는 5명에서 7명, 10° 이하는 0명에서 6명으로 변화하였고, 필라테스군은 Cobb's angle이 30-34.9°는 1명에서 0명, 25-29.9°는 1명에서 1명, 20-24.9°는 1명에서 1명, 15-19.9°는 3명에서 1명, 10-14.9°는 5명에서 5명, 10° 이하는 0명에서 3명으로 변화하였다. 통제군은 Cobb's angle이 15-19.9°는 3명에서 1명, 10-14.9°는 7명에서 7명, 10° 이하는 0명에서 2명으로 변화하였다.

이러한 결과는 본 연구 대상자의 대부분이 경증 및 초기 중등증의 척추측만증으로 만곡의 각도가 비교적 작은 상태에서 육상운동 및 필라테스 운동프로그램에 참여함으로써 보다 긍정적인 효과가 나타난 것이라 사료된다. 이는 선행연구에서 척추의 측만 각도가 작고, 발견의 시기가 빠를수록 교정의 효과가 높고 예후가 좋게 나타난다고 보고한 연구결과(문재호, 이지선, 강민정, 강성웅, 김현정; 1996, 심재훈, 오덕원, 1996)와 유사한 견해를 나타내는 것이다. 특히 본 연구에서 육상운동 프로그램은 척추측만증 개선에 중점을 둔 다양한 운동요법들과 유사하게 척추측만도의 개선에 긍정적인 효과를 보인다는 점에서 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다. 본 연구에서 실시한 육상운동 프로그램이 선행연구의 운동프로그램과 동일하지 않아 직접

적인 비교는 어렵겠지만, 육상운동 프로그램이 성장기에 있는 청소년들의 척추측만증 개선을 위한 새로운 운동프로그램으로 적용 가능성이 있음을 시사하고 있다.

한편, 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle이 증가하는 학생은 나타나지 않았다. Mooney 등(2003)은 척추측만증 청소년을 대상으로 체간근육을 강화시키는 운동프로그램을 적용한 결과, 20명의 환자 중 16명에서 척추측만도가 감소하였고, 환자 중에서 측만각의 증가를 보이는 환자는 나타나지 않았다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침해주고 있다.

2. 체력의 변화

체력은 육체적 활동을 할 수 있는 몸의 힘 또는 질병이나 추위 등에 대한 몸의 저항 능력을 의미하고, 체력을 향상시키기 위한 운동처방으로 실제 행하여지고 있는 트레이닝은 심폐지구력과 근력, 근지구력, 유연성, 평형성 등의 체력요소를 발달시키기 위한 방법이 주를 이루고 있다(전매희, 박종문, 2003). 성장기에 있는 청소년에게 있어 체력은 평생 동안 자신의 건강과 밀접하게 관련된다는 점에서 매우 중요하다고 할 수 있다(고흥환, 1998). 근력은 근육이 한 번의 수축으로 인하여 발휘할 수 있는 힘의 총합을 의미하고(Thorstensson, Larsson, Tesch & Karlsson, 1977), 근지구력은 근육이 수축과 이완을 오래 동안 지속, 반복할 수 있는 능력을 의미한다(Bell & Wenger, 1992). 배근력은 허리, 등의 근군의 척추를 후굴시키는 수축력의 강도를 의미하는 것으로, 배근력이 약해지면 무거운 것을 들 때 요통을 일으키기 쉽고 척추의 정상 완곡이 변화해서 척추가 휘어질 가능성이 높아지게 된다.

본 연구에서 근력 요인으로 배근력은 육상군이 39.97kg에서 43.63kg으로 유의하게 증가하였다. 근지구력 요인으로 윗몸일으키기는 육상군이 18.36num/min에서 23.93num/min으로 유의하게 증가하였고, 필라테스군은 18.38num/min에서 21.25num/min으로 유의하게 증가하였다. 반면 통제군에서는 배근력과 윗몸일으키기 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 육상군과 필라테스군 및 통제군 간의 변화 차이를 검증한 결과, 12주 후 윗몸일으키기에서 육상군이 통제군과 비교하여 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다. Mitchell & Carmen(1990)은 척추기능 향상을 위하여 운동요법이 효과적이고, 운동요법은 근력 및 근지구력을 증가시키고, 뼈와 연결조직의 구조를

보호하여 근·골격계의 상해예방 및 척추의 기능향상에 효과적이라고 보고하였으며, 김미숙, 양점홍(2003)은 척추측만증 청소년을 대상으로 운동프로그램을 실시한 결과, 척추를 중심으로 실시하는 운동 동작은 요부의 근력과 척추기립근을 자극하고 긴장시켜 배근력을 향상시킨다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침해주고 있다. 특히 본 연구결과, 육상군에서 근력이 유의하게 향상된 것은 육상운동프로그램의 참여가 신체중심부의 체간 근육을 강화시킴으로써 척추측만증의 악화 현상을 방지하고, 움직임의 효율성 및 협응성을 증대시켜 올바른 자세를 유지하고 일상생활에서의 수행능력을 향상시키는데 많은 도움이 될 것이라 생각된다.

유연성은 근·골격계가 정상적으로 기능을 발휘하기 위해 모든 관절의 가동범위, 즉 관절의 움직임을 최대로 할 수 있는 능력으로(Woods, Bishop & Jones, 2007), 관절의 신축성과 각 관절의 구조가 건을 싸고 있는 인대 혹은 근막의 상태와 밀접한 관계가 있다(Mordecai et al., 2012). 유연성은 자세 안정성과 관련하여 바른 자세를 유지하는 요인 중 하나로써 자세가 바르게 형성되어야 유연성이 증가하고, 유연성이 증가해야 바른 자세가 나타날 수 있으며(문재영, 1995), 규칙적인 운동과 적절한 신체활동을 유지하는 것이 자세 유지 및 척추 유연성을 증진시키는데 매우 효과적이라 할 수 있다(조성연, 이재현, 강선구, 2007).

본 연구에서 유연성 요인으로 앉아윗몸앞으로굽히기는 필라테스군이 9.95cm에서 13.54cm로 유의하게 증가하였고, 육상군은 통계적으로 유의하진 않지만 13.20cm에서 16.66cm로 증가하는 경향을 나타내고 있다. 반면 통제군에서는 통계적으로 유의하진 않지만 15.48cm에서 11.18cm로 오히려 감소하는 경향을 나타내고 있다. 또한 육상군과 필라테스군 및 통제군 간의 변화 차이를 검증한 결과, 12주 후 육상군과 필라테스군이 통제군과 비교하여 유의한 변화가 있는 것으로 나타났다. 이는 운동요법의 실시가 체간의 자세조절에 기여하는 안정근과 심부의 복부 근육들의 기능을 회복시켜 관절 가동범위를 증가시킨다는 연구결과(Sekendiz, Cug & Korkusuz, 2010; Shirado, Ito, Kaneda & Strax, 1995)와 유사한 견해를 나타내는 것으로, 본 연구에서는 운동 전·후 실시한 준비운동과 정리운동의 스트레칭과 더불어, 본 운동 프로그램이 척추측만도 감소와 함께 유연성 향상에 효과적인 동작들로 구성되어진 결과라 생각된다.

심폐지구력은 호흡·순환계 기능에 의한 산소의 섭취, 운반 및 이용 능력을 의미하는 것으로, 신체활동에 필요한 영양 및 산소를 근육에 공급하고 노폐물을 제거하

여 지속적인 신체활동을 유지할 수 있도록 한다(Hermansen & Andersen, 1965). 심폐지구력은 건강수준을 평가하는 가장 대표적인 체력 요인으로, 심폐지구력이 높을수록 심혈관계 질환 및 대사성질환의 위험 수준이 감소된다고 보고됨으로써(노동진, 2012), 건강과 관련된 가장 중요한 구성 요소 중 하나로 간주되고 있다.

본 연구에서 심폐지구력 요인으로 1,200m 달리기·걷기는 육상군이 551.29sec에서 538.94sec로 유의하게 감소하였다. 반면 필라테스군 및 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 척추측만증은 주위의 장기를 전위시키거나 압박하여 심장과 폐의 기능 장애를 초래하고(Dircco & Vaccaro, 1988), 심할 경우 수명을 단축시킬 수 있다고 알려져 있다(Will, Stokes, Qiu, Walker & Sanders, 2009). 척추측만증의 만곡각도가 심할수록 점차적으로 폐활량 등의 폐기능이 감소하여 폐질환으로 사망할 가능성이 증가하고(Lonstein, Bradford, & Winter, 1994), 특히 100° 이상의 심각한 척추측만증에서는 호흡 부전에 의한 사망 가능성이 200% 이상 증가하는 것으로 보고되고 있다(Pehrsson, Bake, Larsson & Nachemson, 1991). 본 연구 대상자는 대부분이 경증의 척추측만증으로 만곡의 각도가 비교적 작은 상태로, 척추측만증으로 인한 심폐계 질환 및 기능장애의 위험수준은 낮은 수준에 포함된다고 할 수 있다. 그러나 척추측만증으로 인한 심폐계 질환 및 기능장애의 발생 위험 가능성은 잠재적으로 내포되어 있는 상태이다. 본 연구에서 육상운동 프로그램의 참여를 통한 심폐지구력의 향상은 척추측만증으로 인해 유발될 수 있는 심폐계 질환 및 기능장애의 위험 감소와 더불어 건강수준의 향상을 나타내는 것으로 매우 의미 있는 결과라 할 수 있다.

평형성은 신체를 일정한 자세로 유지할 수 있는 능력으로, 일상생활이나 스포츠현장에서 균형성과 미적능력, 안정상태를 유지하는데 중요한 요인으로 작용한다(김경래, 2002). 척추측만증을 지니고 있는 경우 바르지 못한 척추의 정렬상태와 척추 주위 근육의 고정화가 나타나 인체의 움직임에 빠르게 적응하지 못하기 때문에 동적 평형성이 감소하는 것으로 보고됨으로써(변성학, 2008), 척추측만증 청소년에게서 평형성의 중요성이 강조되고 있다.

본 연구에서 평형성 요인으로 직선보행검사는 육상군이 70.76cm에서 55.67cm로 유의하게 감소하였고, 필라테스군은 54.84cm에서 42.81cm로 유의하게 감소하였다. 반면 통제군은 통계적으로 유의하진 않지만 52.29cm에서 58.57cm로 오히려 증가하는 경향을 나타내고 있다. Dannels 등(2002)은 운동요법은 균형능력을 향상시키고, 그 결과 척추 건강에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였고, 전영남, 양점홍, 김미

숙, 박원익, 김형태(2005)는 척추측만증 여고생에게 Barre 운동을 실시한 결과 유연성과 더불어 평형성의 유의한 향상이 나타났다고 보고하였다. 김미숙 등(2003)은 척추측만증 남자 고등학생을 대상으로 운동요법을 실시한 결과 평형성이 유의하게 향상되었다고 보고하였고, 우종웅(1990)은 청소년을 대상으로 신체교정 운동을 실시한 결과 직선보행검사 결과가 유의하게 개선되었다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침해주고 있다. 흔히 평형성은 정적으로 유지되는 것을 우선적으로 생각하지만 더욱 중요한 것은 기능적 평형성으로, 육상운동은 이러한 근육 기능의 평형성을 발달시켜 신체의 안정화를 이루도록 하는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(안나영 등, 2011). 본 연구에서의 육상운동 프로그램 또한 주로 이루어진 동작이 근력과 파워의 균형, 관절구조와 근신경의 효율성을 통합하는 능력을 향상시키는데 중점을 두고 있어 기능적 동적 평형성의 향상에 긍정적인 효과를 나타낸 것이라 생각된다.

이와 같이 본 연구에서 육상운동 및 필라테스 운동프로그램의 참여가 체력 수준에 미치는 효과를 알아본 결과, 육상군과 필라테스군 모두 전반적으로 체력 수준이 유의하게 향상되었다. 이는 척추측만증 청소년에게 실시된 정형화된 운동프로그램이 척추의 Cobb's angle의 개선 뿐만 아니라 체력의 향상에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 다시 한번 입증하는 결과이다. 체력 향상의 기전으로 규칙적인 운동요법은 자세를 바르게 세워주는 역할을 하는 근육을 발달시켜 척추측만증을 교정시키고(김창규, 배운정, 이성윤, 성봉주, 최상배, 1999), 수축성 조직과 비 수축성 연부조직, 관절의 가동성이 정상적인 기능운동을 수행할 수 있도록 하며(Sullivan & Susan, 1999), 심혈관 기능과 지구력을 향상시키고 피로에 저항하게 할 뿐만 아니라 근육의 운동성과 유연성을 증가시켜 신경계와 근육계의 공동적인 협응을 일으키게 된다(배성수, 구봉오, 2000). 특히 육상군에서 척추주변근의 근력 수준을 나타내는 배근력과 건강관련체력 중 가장 대표적인 체력요인인 심폐지구력의 유의한 향상 효과는 육상운동프로그램의 참여가 체력수준의 향상을 통한 건강증진 효과와 보다 밀접한 관련이 있음을 보여주는 결과이다. 따라서 달리고, 뛰는 운동이 주를 이루는 육상운동은 팔과 어깨, 등, 배, 다리 등의 전신을 복합적으로 사용함으로써(김만호, 2004; 이창준, 김방출, 권성호, 2006), 척추측만증의 개선효과와 더불어 건강관련체력 요인인 근력과 근지구력, 유연성, 지구성 및 평형성 등의 체력수준을 전면적으로 향상시키는데 보다 긍정적인 효과를 나타낸다는 점에서 매우 의미 있는 결과라 사료된다.

3. 허리근육의 변화

척추 주위근육 중에서 못갈래근은 가장 크고 내측에 위치하는 근육으로 다섯 개의 분리된 띠로 구성되어 척추 심부에 위치한 단일 분절간(Intersgmental) 근육으로 극돌간근과 횡돌간근을 따라 위치한다. 기능적으로 척추의 안전성과 움직임에 중요하고 척추를 신장시키며 수축되는 반대방향으로 회전시켜 요추의 전만을 유지하고 원하지 않는 비틀림, 굽힘과 같은 움직임을 막아 추간판을 보호한다(배지혜, 나진경, 유지연, 박영옥, 2001; 이정석, 2010). 척추분절의 안정성은 복횡근, 내복사근과 협력하여 작용되는 심부 근육인 못갈래근의 영향을 받는다. 이들의 회전은 척추분절의 회전축에 가깝고, 근육의 길이가 짧기 때문에 각 척추분절을 조절하며, 복횡근은 흉요근막을 당기면서 복부 내압을 상승시키는 능력을 가지고 있기 때문에 척추분절의 안전성을 위한 주요 역할을 하는데 복횡근의 이러한 작용으로 견고한 원통을 만들게 되고 척추의 심부근육들과 협력하여 요추와 골반에 대한 중요한 분절 안전성을 제공한다(이정석, 2010; Ebenbichler, Oddsson, Kollmitzer & Erim, 2001). 못갈래근은 척추를 후방으로 고정시켜 줌으로써 체간 굴곡 시 복근에 발생하는 척추의 중립화에 도움을 주고, 자세유지 및 평형성에 중요한 역할을 한다(Shumway-Cook & Horak, 1990).

본 연구에서 육상운동 및 필라테스 운동프로그램의 참여가 허리근육에 미치는 효과를 분석한 결과, 육상군과 필라테스군 모두 못갈래근이 유의하게 향상되었다. 육상군은 581.33mm^2 에서 790.50mm^2 로 유의하게 증가하였고, 필라테스군은 539.80mm^2 에서 691.00mm^2 로 유의하게 증가하였다. 반면 통제군은 통계적으로 유의하진 않지만 774.50mm^2 에서 766.750mm^2 로 오히려 감소하는 경향을 나타내고 있다. Queiroz, Cagliari, Amorim & Sacco(2010)는 필라테스 운동프로그램을 6개월간 실시한 결과 못갈래근의 활성화가 유의하게 증가하였다고 보고하였고, O'Sullivan, Phyt, Twomey & Allison(1997)은 척추분리증과 척추앞전위증 환자 44명을 대상으로 못갈래근의 강화운동을 실시한 결과 통증경감과 함께 허리근육 기능의 유의한 향상효과를 보고하였다. 김창규 등(1999)은 운동요법을 통해 자세를 바르게 세워주는 역할을 하는 근육을 발달시키고 특히, 등배부위와 요부근육을 튼튼하게 해줌으로써 척추측만의 교정에 도움이 된다고 보고함으로써, 본 연구에서 배근력과 함께 못갈래근이 유의하게 향상된 결과를 뒷받침해주고 있다. 육상운동의 규칙적인 참여는 대퇴 및 허리근육의 발달과 중요한 관련성을 지니고 있고(Hoshikawa et al., 2006), 달리기

동작 시 각 관절을 중심으로 이루어지는 근수축에 의한 장력 발생은 그 중심이 파워 존(Power zone)인 허리 주변근이 가장 먼저 동원되면서 동작 수행에 따른 2차 동작인 주 동작 수행이 이루어지기 때문에 육상운동은 허리 주변근의 근력 강화에 효과적이라고 제시되고 있다(정재후 등, 2012).

본 연구에서 이루어진 육상운동 프로그램은 주로 체간을 중심으로 하지를 이용하는 활동으로 이루어져 있어 복근과 허리근 및 하지근의 발달에 매우 중요한 역할을 함으로써 뒷갈래근의 유의한 향상효과를 나타낸 것이라 생각된다. 따라서 육상운동 및 필라테스 운동은 Cobb's angle의 개선 효과와 함께 척추주변의 근육불균형 개선에도 효과적인 것으로 판단되고, 척추주변의 근육은 운동을 통해 강화되면서 척추의 올바른 정렬을 형성할 수 있는 기저를 마련한다고 생각되어 진다.

이상과 같이 본 연구는 척추측만증을 지니고 있는 여자 중학생을 대상으로 인간의 기본적인 움직임으로 구성되고 전반적인 체력 및 건강을 증진 시킬 수 있는 육상운동 프로그램과 척추측만증 개선을 위한 동작 중심으로 구성된 필라테스 운동 프로그램을 실시하여 긍정적인 효과를 얻었다. 특히 육상운동에서 척추측만도의 유의한 개선 효과는 육상운동이 척추측만증 개선을 위한 새로운 운동요법으로 제시될 수 있음을 보여주고 있고, 이와 더불어 근력 및 근지구력, 유연성, 심폐지구력 등의 건강과 관련된 체력수준의 향상을 통한 건강증진의 효과를 보여줌으로써 의미 있는 결과를 도출해내고 있다.

V. 결 론

본 연구는 Cobb's angle이 10° 이상인 척추측만증 여자 중학생 35명(육상군 14명, 필라테스군 11명, 통제군 10명)을 대상으로 12주간 육상운동 및 필라테스 운동 프로그램의 참여가 척추측만도와 체력 및 허리근육에 어떠한 영향을 미치는지를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 척추측만도의 변화

- 1) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 Scoliometer angle은 육상군은 6.50°에서 3.09°로 유의하게 감소하였고, 필라테스군은 6.84°에서 4.85°로 유의하게 감소하였다.
- 2) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle은 육상군은 17.83°에서 9.83°로 유의하게 감소하였고, 필라테스군은 18.60°에서 13.10°로 유의하게 감소하였다.
- 3) 운동프로그램 참여 전 Cobb's angle을 분석한 결과, 육상군은 3명이 중등증(20-45°)에 포함되었고, 11명이 경증(20° 미만)에 포함되었으며, 최대 Cobb's angle은 24.60°로 나타났다. 필라테스군은 3명이 중등증(20-45°)에 포함되었고, 8명이 경증(20° 미만)에 포함되었으며, 최대 Cobb's angle은 34.30°로 나타났다.
- 4) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle의 변화를 5° 간격으로 분류하여 분석한 결과, 육상군은 Cobb's angle이 20-24.9°의 학생들은 평균 23.93°에서 12주 후 12.93°로 11.00°가 감소하였고, 최대 변화값은 -12.10°로 나타났다. 15-19.9°의 학생들은 평균 18.18°에서 9.55°로 8.63°가 감소하였고, 최대 변화값은 -10.20°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 13.74°에서 8.30°로 5.44°가 감소하였고, 최대 변화값은 -8.10°로 나타났다. 필라테스군은 Cobb's angle이 30-34.9°의 학생은 34.30°에서 12주 후 27.80°로 6.50°가 감소하였고, 25-29.9°의 학생은 26.60°에서 20.30°로 6.30°가 감소하였으며, 20-24.9°의 학생은 23.80°에서 11.10°로 12.70°가 감소하였다. Cobb's angle이 15-19.9°의 학생들은 평균 18.60°에서 13.50°로 5.10°가 감소하였고, 최대 변화값은 -6.10°로 나타났다. 10-14.9°의 학생들은 평균 12.82°에서 8.84°로 3.98°가 감소하였고, 최대 변화값은 -5.90°로 나타났다.

5) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 Cobb's angle의 비율의 변화는 육상군은 Cobb's angle이 20-24.9°는 3명에서 0명, 15-19.9°는 6명에서 1명, 10-14.9°는 5명에서 7명, 10° 이하는 0명에서 6명으로 변화하였고, 필라테스군은 Cobb's angle이 30-34.9°는 1명에서 0명, 25-29.9°는 1명에서 1명, 20-24.9°는 1명에서 1명, 15-19.9°는 3명에서 1명, 10-14.9°는 5명에서 5명, 10° 이하는 0명에서 3명으로 변화하였다.

2. 체력의 변화

- 1) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 근력(배근력)은 육상군이 39.97kg에서 43.63kg으로 유의하게 증가하였다.
- 2) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 근지구력(윗몸일으키기)은 육상군이 18.36num/min에서 23.93num/min으로 유의하게 증가하였고, 필라테스군은 18.38num/min에서 21.25num/min으로 유의하게 증가하였다.
- 3) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 유연성(앉아윗몸앞으로굽히기)은 필라테스군이 9.95cm에서 13.54cm로 유의하게 증가하였다.
- 4) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 심폐지구력(1,200m 달리기·걷기)은 육상군이 551.29sec에서 538.94sec로 유의하게 감소하였다.
- 5) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 평형성(직선보행검사)은 육상군이 70.76cm에서 55.67cm로 유의하게 감소하였고, 필라테스군은 54.84cm에서 42.81cm로 유의하게 감소하였다.

3. 허리근육의 변화

- 1) 12주간의 육상운동 및 필라테스 운동프로그램 참여 후 뭇갈래근은 육상군이 581.33mm²에서 790.50mm²로 유의하게 증가하였고, 필라테스군은 539.80mm²에서 691.00mm²로 유의하게 증가하였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 육상운동 및 필라테스 운동프로그램의 참여가 척추측만증 여자 중학생의 척추측만도와 체력 및 허리근육의 개선에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있다. 특히 육상운동 프로그램은 척추측만증 여자 중학생의 척추측만증 개선과 함께 건강증진에 보다 효과적인 처치임을 입증하는 것으로, 척추측만증을 지

니고 있는 청소년들에게 치료적 중재 방법의 기초 자료를 제공할 수 있을 것으로
생각된다. 향후 연구에서는 본 연구결과를 토대로 보다 많은 연령대와 보다 다양한
구성의 육상운동 프로그램을 적용한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한
육상운동 프로그램 참여 후 감소된 척추측만도와 향상된 체력 및 건강수준이 지속
적으로 효과를 나타내는지에 대한 추적 조사 연구도 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 고흥환(1998). **체육의 측정평가**. 서울: 연세대학교 출판부.
- 김경래(2002). **청각장애 아동의 평형성 향상을 위한 게임 프로그램의 개발과 적용**. 미간행 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- 김도연, 은선덕, 김용운, 이성철(2011). 필라테스가 척추의 운동 형태에 미치는 영향. **한국운동재활학회지**, 7(3), 61-71.
- 김만호(2004). 초등학교 육상경기 선수의 체격과 체력 비교 분석. **한국스포츠리서치**, 15(2), 1579-1588.
- 김미숙, 양점홍(2003). 요가 프로그램이 남자 고교생의 척추측만 교정에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 21, 493-501.
- 김창규, 배운정, 이성운, 성봉주, 최상배(1999). 요통체조와 등장성 운동이 만성요통 환자의 요부근력 향상에 미치는 영향. **운동과학**, 8(3), 383-391.
- 노동진(2012). **제주지역 비만 초등학생의 인슐린저항성 및 대사증후군 유병률과 건강증진 프로그램의 효과**. 미간행 박사학위논문, 제주대학교 대학원.
- 뉴스핌(2013). **척추측만 청소년 10년새 5배 증가**. 뉴스핌(www.newspim.com), 2013년 2월 15일자.
- 대한육상경기연맹(2009). **IAAF 학교 및 청소년육상프로그램(유소년용(Kids))**. 서울: 광신종합인쇄.
- 대한정형외과학회(2006). **정형외과학. 제6판**. 서울: 최신의학사.
- 문재영(1995). **스트레칭 운동이 자세에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문, 상명여자대학교 대학원.
- 문재호(1998). 학생의 척추건강을 위한 체위향상전략. **한국학교보건학회지**, 11(1), 7-10.
- 문재호, 이지선, 강민정, 강성웅, 김현정(1996). 청소년 척추측만증의 포괄적 재활치료에 대한 고찰. **대한재활의학회지**, 20(2), 424-432.
- 문훈기, 소재무, 한길수(2007). 체간 몸통회전 운동이 여자 청소년의 특발성 척추측만증 만곡 완화에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 46(2), 441-450.
- 박기덕, 이태훈(2007). 기공체조와 수기요법이 여고생 측만증환자의 요부신전근력과 신체중심동요 안정화에 미치는 효과. **한국체육과학회지**, 16(3), 535-546.

- 박정태, 박윤기(2007). **입상 정형외과학 개론**. 서울: 현문사.
- 변성학(2008). **카이로프라틱·마사지 요법이 척추측만증 환자의 Cobb's Angle 및 평형감각에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문, 부산외국어대학교 대학원.
- 배성수, 구봉오(2000). **입상운동학(역), 개정2판**. 서울: 영문출판사.
- 배지혜, 나진경, 유지연, 박영옥(2001). **요통환자의 다열근 위축에 대한 관찰**. **대한재활의학회지**, 25(4), 684-691.
- 서승우, 이석현, 허창룡, 유재철, 강창석, 왕준호(2001). **한국 중학생에서의 척추 측만증 유병률**. **대한정형외과학회지**, 36(1), 33-37.
- 석세일(2004). **척추외과학**. 서울: 최신의학사.
- 석세일, 조현오, 최인호, 임용생(1977). **한국인에서의 척추 측만증 발생 빈도에 관한 연구**. 제1보: 중학교 1학년 학생에서의 척추 측만증 발생 빈도. **대한정형외과학회지**, 12(4), 693-697.
- 손강민(2010). **특발성 척추 측만증 환자의 흉요천추 보조기 치료 결과 및 선행 인자에 대한 연구**. 미간행 석사학위논문, 경상대학교 대학원.
- 송준찬(2009). **청소년기 특발성 척추측만증의 흉요천추 보조기 형태에 따른 교정 효과 비교**. 미간행 박사학위논문, 대구대학교 대학원.
- 심재훈, 오덕원(1996). **척추측만증에 대한 견인 치료의 효과**. **한국전문물리치료학회지**, 3(3), 12-23.
- 안나영, 김기진, 김성희(2011). **육상선수의 대요근 횡단면적과 무산소성 운동능력의 관련성**. **코칭능력개발지**, 13(2), 83-88.
- 우종용(1990). **신체 교정의 하지의 평형성에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문, 명지대학교 대학원.
- 이민범, 이소미, 박경석(2007). **육상선수의 종목별 상해 실태와 처치 및 보강에 관한 연구**. **한국스포츠리서치**, 18(2), 423-432.
- 이정석(2010). **요부안정화운동이 여자대학생의 척추측만도, 심부근 면적 및 요통 지수에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문, 동아대학교 대학원.
- 이찬희, 정연택, 김한철, 류호상(2006). **척추측만증 학생과 정상학생의 체격, 체력 및 정신건강 비교**. **한국발육발달학회지**, 14(2), 87-94.
- 이창준, 김방출, 권성호(2006). **육상경기의 맥**. 서울: 무지개사
- 이춘성(2010). **초·중·고등학생 척추 휘는 병**. **척추측만증, 개정판**. 서울: 씨이디

에이알 바이오.

- 임영란(2012). **하타요가 프로그램이 태권도 선수들의 등속성근기능 및 척추 측만증 교정에 미치는 영향**. 미간행 박사학위논문, 조선대학교 대학원.
- 임용택, 김성수, 윤성진, 박호윤(2003). 교정체조의 실시에 따른 여중생의 척추측만증 개선에 관한 연구. **한국사회체육학회지**, 20(2), 1341-1347.
- 전매희, 박종문(2003). 대학생의 태권도 참여가 심리적 건강에 미치는 영향. **한국스포츠투지**, 14(4), 147-156.
- 전영남, 양점홍, 김미숙, 박원익, 김형태(2005). Barre 운동이 척추측만증 여고생의 유연성과 평형성, 척추측만 개선에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 44(1), 683-691.
- 정재후, 김정태(2012). 육상 단거리 선수와 장거리 선수의 체간과 하지의 근기능 및 근전도 비교 분석. **한국운동역학회지**, 22(1), 9-16.
- 정채원, 안길영, 이준우(2011). 폼 롤러를 이용한 필라테스 운동이 농촌 고령 여성의 신체조성, 기능체력과 고관절가동범위에 미치는 효과. **한국발육발달학회지**, 19(2), 160-170.
- 조성연, 이재현, 강선구(2007). 아동의 신체활동량과 경추 만곡도의 상관성. **체육과학연구**, 18(4), 1-9.
- 조지훈, 이운용, 김경태, 최은수, 이대택(2004). 근력과 유연성 복합운동이 측만증 청소년의 측만각도와 요부근력에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 43(3), 743-751.
- 채홍원, 이민형, 신영길, 김기학, 이수천, 김정자(1990). 한국학생의 자세형성 조사 연구. **체육과학연구지**, 6, 55-166.
- 체육인재육성재단(2009). **육상영재 훈련프로그램**. 서울: 대한미디어.
- 최경인(2005). **필라테스**. 서울: 삼호미디어.
- 최승욱(2008). 12주간의 척추교정운동프로그램이 척추측만 청소년의 신체조성, 체력 및 Cobb각에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 17(3), 1045-1052.
- Ardran, G. M., Coates, R., Dickson, R. A., Dixon-Brown, A., & Harding, F. M.(1980). Assessment of scoliosis in children: Low dose radiographic technique. *The British Journal of Radiology*, 53(626), 146-147.
- Bell, G. J., & Wenger, H. A.(1992). Physiological adaptations to

- velocity-controlled resistance training. *Sports Medicine*, 13(4), 234-44.
- Borg, G. A.(1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Brooks, H. L., Azen, S. P. Gerberg, E., Brooks, R., & Chan, L.(1975). Scoliosis: a prospective epidemiological study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 57(7), 968-972.
- Bunnell, W. P.(1988). The natural history of idiopathic scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 229, 20-25
- Burns, C. E., Dunn, A. M., Brady, M. A., Barber, S., & Nancy, A.(2008). *Pediatric primary care, 4th ed.* Elsevier Science Health Science div.
- Casella, M. C., & Hall, J.(1991). Current treatment approaches in the nonoperative management of adolescent idiopathic scoliosis. *Physical Therapy*, 71(12), 897-909.
- Dannels, L. A., Coorevits, P. L., Cools, A. M., Vanderstraenten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., & De, C. H.(2002). Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute an chronic low back pain. *European Spine Journal*, 11(1), 13-19.
- Dircco, P. J., & Vaccaro, P.(1988). Cardiopulmonry functioning in adolescent patients with mild idiopathic scoliosis. *Archives of Physical medicine and Rehabilitation*, 69(3-1), 198-201.
- Ebenbichler, G. R., Oddsson, L. I., Kollmitzer, J., & Erim, Z.(2001). Sensory-motor control of lower back: Implications for rehabilitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1889-1898.
- Farady, J. A.(1983). Current principles in the nonoperative management of structural adolescent idiopathic scoliosis. *Physical Therapy*, 63(4), 512-523.
- Ford, D. M., Bagnall, K. M., Clements, C. A., & McFadden, K. D.(1988). Muscle spindles in the paraspinal musculature of patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 13(5), 461-465.
- Fusco, C., Zaina, F., Atanasio, S., Romano, M., Negrini, A., & Negrini, S.(2011).

- Physical exercise in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: an updated systematic review. *Physiotherapy theory and practice*, 27(1), 80-114.
- Gorton, G., & Masso, P.(2000). Assessment of the standing posture of patients with scoliosis using optoelectronic measurement techniques. *Pediatric Gait, IEEE*, 78-83.
- Guay, J., Haig, M., Lortie, L., Guertin, M. C., & Poitras, B.(1994). Predicting blood loss in surgery for idiopathic scoliosis. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 41(9), 775-781.
- Hermansen, L., & Andersen, K. L.(1965). Aerobic work capacity in young Norwegian men and women. *Journal of Applied Physiology*, 20(3), 425-431.
- Hoshikawa, Y., Muramatsu, M., Iida, T., Uchiyama, A., Nakajima, Y., Kanehisa, H., & Fukunaga, T.(2006). Influence of the psoas major and thigh muscularity on 100-m times in junior sprinters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(12), 2138-2143.
- Hsu, L. C., & Upadhyay, S. S.(1994). Effects of spinal fusion on growth of the spine and lower limbs in girl with adolescent idiopathic scoliosis: A longitudinal study. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 14(5), 564-568.
- Ignjatovic, A., Radovanovic, D., Stankovic, R., Markovic, Z., & Kococ, J.(2011). Influence of resistance training on cardiorespiratory endurance and muscle power and strength in young athletes. *Acta Physiologica Hungarica*, 98(3), 305-312.
- Kane, W. J.(1977). Scoliosis prevalence: a call for a statement of terms. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 126, 43-16.
- Keim, H. A.(1978). Scoliosis. *Clinical Symposia*, 30(1), 1-30.
- Kennelly, K. P., & Stokes, M. J.(1993). Pattern of asymmetry of paraspinal muscle size in adolescent idiopathic scoliosis examined by real-time ultrasound imaging. A preliminary study. *Spine*, 18(7), 913-917.
- Kostuik, J. P.(1990), Operative treatment of idiopathic scoliosis. *The Journal of*

- Bone and Joint Surgery*, 72(7), 1108-1113.
- Liu, S., & Huang, D. S.(1996). Scoliosis in China. A general review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 323, 113-118.
- Lonstein, J. E.(1977). Screen for spinal deformities in Minnesota school. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 126, 33-42.
- Lonstein, J. E., Bradford, D. S., & Winter, R.(1994). *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*, 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Mitchell, R. I., & Carmen, G. M.(1990). Results of multicenter trial using an intensive active exercise program for the treatment of acute soft tissue and back injuries. *Spine*, 15(6), 514-521.
- Moe, J. H., & Lonstein, J. E.(1995). *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*, 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Mooney, V., & Brigham, A.(2003). The role of measured resistance exercises in adolescent scoliosis. *Orthopedics*, 26(2), 167-171.
- Mordecai, S. C., & Dabke, H. V.(2012). Efficacy of exercise therapy for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a review of the literature. *European Spine Journal*, 21(3), 382-389.
- Morrissy, V. Gulick, J., & Pozos, R.(2000). A preliminary report on the effect of measured strength training in adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Spinal Disorders*, 13(2), 102-107.
- Nachemson, A. L.(1987). Orthotic treatment for injuries and diseases of the spinal column. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 1, 11-24.
- National Scoliosis Foundation and DePuy Spine(2009). *Scoliosis media and community guide*, from <http://www.srs.org/professionals/policy/scolimed-iaguide.pdf>.
- Nault, M. L., Allard, P., Hinse, S., LeBlanc, R., Caron, O., Labelle, H., & Sadeghi, H.(2002). Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 27(17), 1911-1917.
- Negrini, S., Antonini, G., Carabalona, R., & Minozzi, S.(2003). Physical exercise as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review.

- Pediatric Rehabilitation*, 6(3-4), 227-235.
- O'Sullivan, P. B., Phytty, G. D., Twomey, L. T., & Allison, G. T.(1997). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959-2967.
- Payne, W. K. 3rd., Ogilvie, J. W., Resnick, M. D., Kane, R. L., Transfeldt, E. E., & Blum, R. W.(1997). Does scoliosis have a psychological impact and does gender make a difference. *Spine*, 22(12), 1380-1384.
- Pehrsson, K., Bake, B., Larsson, S., & Nachemson, A.(1991). Lung function in adult idiopathic scoliosis: a 20 year follow up. *Thorax*, 46(7), 474-478.
- Queiroz, B. C., Cagliari, M. F., Amorim, C. F., & Sacco, I. C.(2010). Muscle activation during four pilates core stability exercise in quadruped position. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(1), 86-92.
- Reamy, B. V., & Slakey, J. B.(2001). Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *American Family Physician*, 64(1), 111-116.
- Rogala, E. J. Drummond, D. S., & Gurr, J.(1978). Scoliosis incidence and natural history; A prospective epidemiological study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 60(2), 173-176.
- Sapountzi-Krepia, D. S., Valavanis, J., Panteleakis, G. P., Zangana, D. T., Vlachojiannis, P. C., & Sapkas, G. S.(2001). Perception of body image, happiness and satisfaction in adolescents wearing a Boston brace for scoliosis treatment. *Journal of Advanced Nursing*, 35(5), 683-690.
- Sekendiz, B., Cug, M., & Korkusuz, F.(2010). Effects of swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 3032-3040.
- Shin, S. S., & Woo, Y. K.(2006). Characteristics of static balance in the patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 13(4), 47-55.
- Shirado, O., Ito, T., Kaneda, K., & Strax, T. E.(1995). Concentric and eccentric of trunk muscles: Influence of test posture on strength and characteristics of

- patients with chronic low-back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(7), 604-611.
- Shumway-Cook, A., & Horak, F. B.(1990). Rehabilitation strategies for patients with vestibular deficits. *Neurologic Clinics*, 8(2), 441-457.
- Simoneau, M., Richer, N., Mercier, P., Allard, P., & Teasdale, N.(2006). Sensory deprivation and balance control in idiopathic scoliosis adolescent. *Experimental Brain Research*, 170(4), 576-582.
- Skaggs, D. L., & Bassett, G. S.(1997). Screening for idiopathic adolescent scoliosis. *American Family Physician*, 55(4), 1073-1074.
- Suh, S. W., Modi, H. N., Yang, J. H., & Hong, J. Y.(2011). Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren. A prospective screening study of over 1 million children. *European Spine Journal*, 20(7), 1087-1094.
- Sullivan, J. R., & Susan, B.(1999). *Physical rehabilitation laboratory manual*. F.A. Davis Company, Philadelphia.
- Tachdjian, M. O.(1990). *Pediatric orthopedics, 2nd ed.* Philadelphia: W.B. Saunders.
- Thorstensson, A., Larsson, L., Tesch, P., & Karlsson, J.(1977). Muscle strength and fiber composition in athletes and sedentary men. *Medicine and Science in Sports*, 9(1), 26-30.
- Will, R. E., Stokes, I. A., Qiu, X., Walker, M. R., & Sanders, J. O.(2009). Cobb angle progression in adolescent scoliosis begins at the intervertebral disc. *Spine*, 34(25), 2782-2786.
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E.(2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, 37(12), 1089-1099.
- Zabjek, K. F., Leroux, M. A., Coillard, C., Rivard, C. H., & Prince, F.(2005). Evaluation of segmental postural characteristics during quiet standing control and Idiopathic Scoliosis patients. *Clinical Biomechanics*, 20(5), 483-490.