

청소년 특발성 척추 측만증 환자를 위한 보정웨어가 측만각도와 보행 시 몸통과 골반의 중심이동에 미치는 영향

박양선¹ · 임영태²

¹한양대학교 체육대학 체육학과, ²건국대학교 자연과학대학 스포츠과학부

Effects of the Functional Garment Wear on Cobb's Angle and COM of Trunk and Pelvic during Gait for Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients

Yang-Sun Park¹ · Young-Tae Lim²

¹Department of Physical Education, College of Performing Arts & Sport, Hanyang University, Seoul, Korea

²Division of Sports Science, College of Natural Science, Konkuk University, Chungju, Korea

Received 1 September 2014; Received in revised form 23 September 2014; Accepted 29 September 2014

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop functional garment wear for patients with adolescent idiopathic scoliosis (AIS) and to analyze changes in Cobb's angle and the COM of the body and the pelvis during gaits in order to identify the effects of the functional garment wear. The subjects of the study were 9 patients with adolescent idiopathic scoliosis, who wore the functional garment wear for 12 weeks 12 hours a day. As for the research methods, the scoliotic angle was measured using Cobb's angle, and the shoulder angle and the COM of the body and the pelvis during gaits for the AIS patients were calculated using five high speed infrared cameras. As a result of the study, it was found that the scoliotic angle (Cobb's angle) was reduced significantly and that the smaller the original scoliotic angle, the greater the effects. As for the shoulder motion angle, a significantly larger angle was found 12 weeks after wearing the functional garment wear, and particularly, larger shoulder motion (activity) was observed at the phase of right heel contact. As for the motion of the body and the pelvis, the moving ranges were significantly reduced after wearing the functional garment wear for 12 weeks, which stabilized gait in the patients with adolescent idiopathic scoliosis.

Keywords : Scoliosis, Adolescent, Functional Garment Wear, Cobb's Angle, Gait

I. 서 론

특발성 척추 측만증은 전체 측만증의 약 85%를 차지하는 가장 흔한 형태로 알려져 있다(Lee, Koo, & An, 2007). 10세 이후부터 골격 성장이 완료되는 시기까지 (10-16세) 발생하는 특발성 척추 측만증을 청소년기형

(adolescent type) 으로 구분하고 있으며, 청소년 특발성 척추 측만증은 청소년기에 약 1-3% 정도로 추정되는 흔한 질병이다(Weinstein, Dolan, Cheng, Danielsson, & Morcuende, 2008). 증상은 주로 청소년과 아이들에게 골격계에 영향을 주는 정형외과적 문제를 일으킨다(Roubal, Freeman, & Placzek, 1999).

척추 측만을 평가하는 도구로는 콕스 각(Cobb's angle)을 구하여 방식을 흔하게 사용하고 있는데, 콕스 각 측정 방법은 척추의 측정하려는 만곡의 오목한 쪽으로 가장 기울어진 상부 끝 척추의 상단과 만곡의 하부 끝 척추의 하단에 선을 그은 뒤 각 선에서 직각(90°)으로 수직선을 그어서 교차된 각을 구하면 이 각이 콕스 각 만곡의 크기가 된다(James, 1976).

이 연구는 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 [NRF-2011-32A-G00048]
Corresponding Author: Young-Tae Lim
Division of Sports Science, College of Natural Science, Konkuk University, 268 Chungwondaero Chungju-si, Chungcheongbuk-do, Korea
Tel : +82-43-840-3495 / Fax : +82-43-840-3498
E-mail: ytlim@kku.ac.kr

일부 연구자들은 척추 측만을 위한 정형 외과적 치료가 척추 각도와 곡선에 전혀 영향을 미치지 않는다고 주장하는 반면, 다른 의견은 정형적 치료를 통해 척추 측만의 진행을 억제시키거나 자연적인 곡선이 바뀔 수 있다고 믿고 있다(Kim, Huhn, & Newton, 2008). 척추 측만을 위한 치료 방법 중 가장 흔한 방법은 보조기를 착용하는 것인데, 척추 교정치료에서 무엇보다 중요한 것은 보조기 착용과 사용에 대해 환자 스스로가 규정을 준수할 때, 가장 좋은 효과를 가져올 수 있다고 보고되어 지고 있다(Landauer, Wimmer, & Behensky, 2003). Weinstein, Dolan, Wright와 Dobbs (2013)는 매일 보조기를 착용한 평균 시간과 성공적인 결과와 상당히 연관이 깊다고 하였고, Weiss (2003)는 환자의 보조기 착용 규정 준수와 결과와의 직접적인 연관 관계가 존재한다고 보고하였다. 또한 보조기를 사용할 시 치료 첫째 동안 뚜렷한 결과가 보이며, 초기 교정 환자는 Cobb's angle 이 약 7도 까지 개선되는 결과를 가져왔다는 연구도 진행되었다(Landauer et al., 2003). 하지만, 보조기의 착용은 환자들의 신체적, 감성적, 그리고 사회적 환경에 따라 영향을 받아 환자들에게 스트레스나 충격적인 경험을 줄 수 있다. Rivett, Rothberg, Stewart와 Berkowitz (2009)는 척추 측만이 정형외과적 치료를 해야만 하는 그 자체가 자신의 이미지, 사회관계, 그리고 질적 삶에 미치는 문제를 야기할 수 있다고 보고하였으며, 그 치료 자체가 심리적인 위축감을 줄 수 있다고 하였다.

청소년은 사춘기를 겪는 매우 예민한 시기임으로 위에서 보고한 문제점 등을 고려할 때, 보조기의 착용은 학생들에게 척추 측만을 적극적으로 치료하기 위한 수단으로 갖기에는 어려움이 있다. 이에 Park, Woo, Lim 과 Kim (2012, 2013)은 보조기에 대한 적대심을 가질 수 있는 청소년을 대상으로 속옷 개념의 보정웨어를 개발하였다. 주요 개발 원리는 테이핑 요법을 이용하여 오른쪽 광배근의 자극을 극대화하고, 오른쪽 요근과 중둔근의 긴장을 완화시키는 근골격계에 보정을 유발하는 것이다. 또한 Park 등 (2013)은 청소년 특발성 척추 측만환자 3명에게 시범적으로 8주간 하루 12시간 이상씩 착용하게 한 결과, 측만각도의 감소와 광배근의 근활성도가 감소, 그리고 오른쪽 요근과 중둔근이 강화되는 결과를 보고하였다.

이에 본 연구에서는 Park 등 (2013)이 개발한 테이핑 요법을 응용한 속옷개념의 청소년 척추 측만 환자를 위한 보정웨어의 단점인 테이프 장력 강도 보강과 착용 시 이물감이 느껴졌던 지퍼를 제거한 보정웨어를 재개발하였다. 또한 경직된 등과 허리 근육의 이완을 유발하고 자세 교정에 영향을 미칠 수 있는 보정웨어가 청소년 척추 측만 증 환자에게 12주간 착용을 유도했을 시, Cobb's angle 과 보행 시 몸통 및 골반의 COM 변화에 어떠한 영향을

미치는 가를 알아보는 데 본 연구의 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 기능성 보정웨어 12주 착용

본 연구는 청소년 척추 측만증 환자를 위한 근골격 보정웨어 (Park et al., 2012, 2013)의 단점을 보완할 수 있는 제품을 재개발하기 위해 기능적 장력을 더하고 보정웨어의 앞면에 부착된 지퍼를 탈착한 보정웨어를 3차 개발하였다(Figure 1, 2). 보정웨어는 각 피험자의 목둘레, 가슴둘레, 허리둘레, 어깨넓이, 척추길이를 측정 및 척추 만곡유형을 미리 파악하여 개별적 맞춤형으로 제작되었으며, 각 2벌씩 지급하였다. 척추의 유형(curve type)에 따라 기본 패턴(A type: 우흉추 만곡, 좌요추 만곡) 과 반대 패턴(B type: 좌흉추 만곡, 우요추 만곡) 2가지로 구분하여 제작하였다(Table 1).

본 연구에서 개발된 보정웨어의 효과를 알아보기 위해 12명의 청소년 척추 측만 환자를 선별 후, 12주간 매일

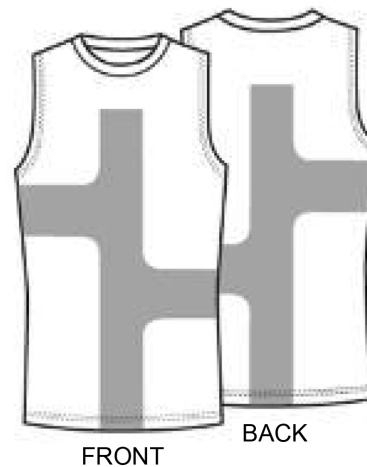


Figure 1. Design of functional garment wear (A type)



Figure 2. Development of functional garment wear

Table 1. Characteristics of the subjects

(n=9)

Subject	Gender	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Cobb's angle position	Cobb's angle (°)	Curve type
1	F	17	161	51	L1-L4	24.32	B
2	F	18	158	48	T7-L4	26.75	A
3	F	15	154	53	T4-L1	32.04	A
4	M	16	170	60	T1-T8	8.65	B
5	F	17	161	65	T5-T10	26.15	A
6	M	17	171	58	T5-L1	19.47	A
7	F	17	156	51	T7-T12	9.78	B
8	F	17	160	47	T10-L3	15.42	A
9	M	17	176	65	T1-T10	9.99	A

12시간 이상 씩 보정웨어를 착용하게 하였으며, 중간에 낙오된 청소년 3명을 제외한 9명의 청소년 척추 측만 환자 의 보정웨어 착용 전과 착용 후 척추 측만 각도 검사와 보행 시 자세의 변화 측정하였다.

2. 척추 측만 각도 및 운동학적 변인 측정

1) 연구대상

본 연구는 9명의 청소년 척추 측만 환자를 대상으로, 평균 나이는 16.67±0.87 yrs, 키는 163±7.53 cm, 체질량은 55.34±6.9 kg 이며, 본 연구에서 제작한 보정웨어를 처음으로 사용하는 피험자만을 선별하였다. 자세한 신체적 특징은 아래 <Table 1>과 같다.

2) 척추 측만 각도 측정 (Cobb's angle)

Cobb's angle 측정은 보정웨어 착용 전과 보정웨어 착용 12주 후 두 번에 걸쳐 측정되었다. 측정 방법은 각 피험자의 척추 x-ray (Varian RAD-14, USA) 촬영 후, 척추의 측정하려는 만곡의 오목한 쪽으로 가장 기울어진 상부 끝 척추의 상단과 만곡의 하부 끝 척추의 하단에 선을 그은 뒤 각 선에서 직각(90°)으로 수직선을 그어서 교차된 각을 구하였다.

3) 운동학적 변인 측정

척추 측만 환자의 보행 시 운동학적 변인을 측정하기 위해 보정웨어 착용전과 보정웨어 착용 12주 후, 5대의 적외선 고속 카메라(Motion master 100, Visol, Korea)를 이용하여 보행 동작을 촬영하였다. 카메라속도는 100 frames/sec, 측정된 데이터는 저역통화필터로 평활화 하였으며 차단주파수는 6 Hz로 하였다. 랜덤 마크는 피험자의 양쪽 어깨관절(shoulder joint), 골반 장골릉(ilic crests), 무릎관절(knee joint), 발목관절(ankle joint), 발뒤꿈치(heel), 발끝(toe) 에 부착하였다.

보행의 속도는 제어하지 않았고 20 m 보행을 실시하였다. 피험자가 가장 자연스러운 보행을 걸을 수 있도록 각 5회씩 왕복 연습 후 3회의 보행 동작을 측정하였고, 평균 값과 가장 유사한 보행 동작을 선별하였다.

3. 자료 분석

1) Cobb's angle

청소년 척추 측만 환자의 12주간 보정웨어 착용이 측만 각도에 미치는 영향을 알아보기 위해 Cobb's angle을 측정하여 사전과 사후 각도 값을 paired t-test 로 비교하였고, 측만각도의 크기에 따른 효과를 알아보기 위해 사전 측만 각도값과 변화량(변화된 각도)을 산출하여 상관분석을 실시하였다.

2) 어깨 각도

척추 측만 환자의 보행 시, 관상면에서의 x축에 대한 어깨의 움직임각을 산출하기 위해, 왼쪽 어깨를 기준으로 오른쪽 어깨에 기준축을 만들고 어깨관절의 상하 움직임에 대한 각도를 산출하였다(Figure 3). 활보장(gait cycle) 전체의 어깨 움직임 각도(total range [TR_{angle}])를 산출하였으며, 각 구간(phase)에 따른 어깨각(tilt angle [TA])을 산출하였고, 활보장(gait cycle) 전체의 어깨 움직임 각도의 최대값과 최소값 차이로 정규화 시켰다.

$$TA_{normalize} = \left| \frac{TA_{phase}}{TA_{max} - TA_{min}} \right| \times 100$$

구간에 따른 어깨각은 활보장의 전체 어깨각 움직임에 따른 움직임 정도를 %로 산출하였다(Table 4). 이와 같이 산출한 이유는 척추 측만 환자의 측만 유형(만곡 유형)이 각기 다르므로, 일반 자세 및 보행 시 제각기 다른 상체의 움직임을 유발할 수 있기 때문이다. 그래서 본 연구에서는

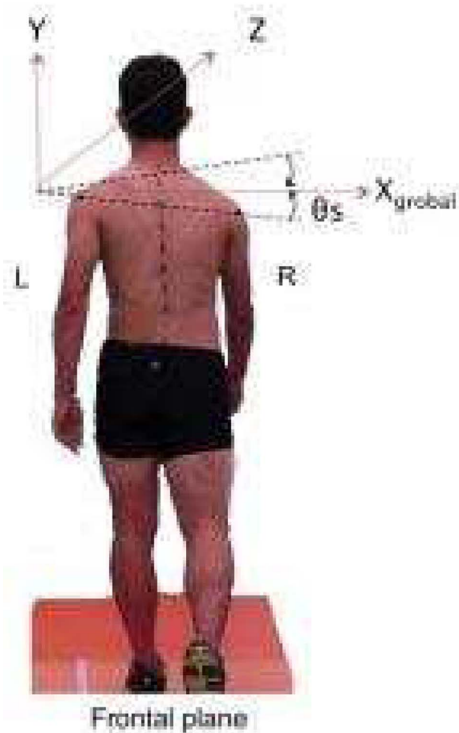


Figure 3. Three axis for gait direction and tilt angle of shoulder

전체보행(활보장)을 기준으로 상하 움직임 각도의 활성화도 (%)를 분석하였다.

3) 몸통 및 골반 COM

척추 측만 환자의 보행 시, 몸통과 골반 COM을 산출하였다. 몸통 및 골반의 좌우 움직임에 대한 위치변화를 알아보기 위해, 첫발(LHS)을 기준으로 x축에 대한 이동 값을 산출하였다(LHS를 0점 기준화). 본 연구에서 x축은 좌우, y축은 전진방향이므로, 척추 측만 환자의 편측에 대한 기울임이나 보행 양상의 패턴을 분석하기 위해 x축만을 변인으로 채택하였다.

분석구간은 보장을 분석하기 위해 첫 번째 (first step)과 다시 두 번째 (second step) 스텝으로 설정하였다.

산출된 모든 변인은 보정웨어 착용 전과 12주간 착용 후 2집단으로 분리하여 paired t-test를 실시하였다. 모든 측정 자료는 평균과 표준편차를 산출하여 사용하였고, 자료 분석은 SPSS 18.0 프로그램(IBM, USA)을 이용하였으며, 통계치의 유의수준은 $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

4. 분석구간

보행 시 이벤트는 아래와 같이(Figure 4), 7개의 이벤트(event) 시점과 6개의 국면(phase)으로 나누어 분석하였다.

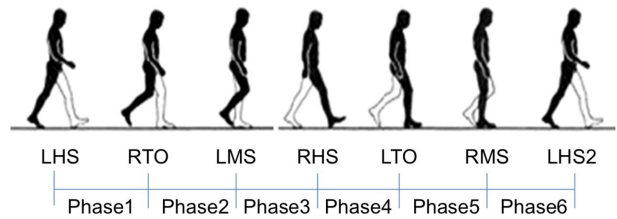


Figure 4. Event & phase

III. 결 과

1. 척추 측만 각도 (Cobb's angle) 결과

청소년 척추 측만 환자의 Cobb's angle은 <Table 2> 와 같이 보정웨어 착용 전 보다 12주간 보정웨어 착용 후 각도가 감소하는 차이를 나타냈다($p < .05$).

Cobb's angle 과 12주 후의 변화 각도 값의 상관관계 결과, <Figure 5> 와 같이 $r = -0.775$ ($p < .05$) 이 나타났다.

2. 어깨 각도 결과

청소년 척추 측만 환자의 보행 시 x축에 대한 어깨 움직임의 각도를 산출한 결과 활보장(gait cycle) 시 전체 움직임의 각도는 <Table 3> 과 같이, 보정웨어 착용 전보다 12주간 보정웨어 착용 후 위 아래쪽으로는 움직임 더 크게 나타났다($p < .05$).

각 구간별에 따른 어깨각의 활성화도 결과는 <Table 4>와

Table 2. Result of Cobb's angle (unit: deg)

	Mean	SD	t-value
pre	19.17	8.63	4.598*
post	17.22	9.65	

Note. significant at $*p < .05$

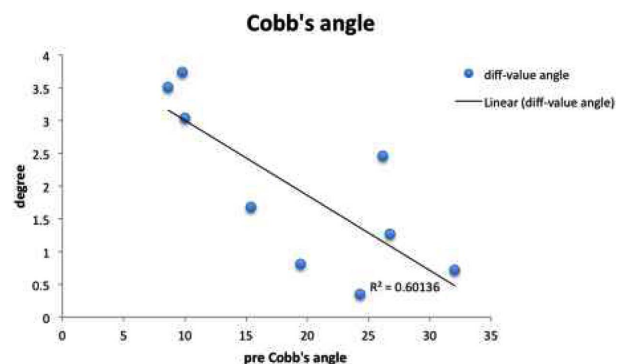


Figure 5. Correlation of Cobb's pre angle and difference value angle

Table 3. Result of tilt angle for total range (unit: deg)

		Mean	SD	t-value	p
total range	pre	4.06	2.11	2.501*	.046
	post	5.87	1.92		

Note. significant at * $p < .05$

Table 4. Result of tilt angle for phase (unit: %)

		Mean	SD	t-value	p
phase 1	pre	24.87	11.31	0.636	.548
	post	30.49	21.33		
phase 2	pre	42.36	17.96	0.364	.729
	post	51.36	52.70		
phase 3	pre	38.11	6.82	2.437*	.049
	post	72.55	38.13		
phase 4	pre	29.09	26.30	0.214	.838
	post	31.36	16.28		
phase 5	pre	25.12	16.09	0.620	.558
	post	39.46	50.91		
phase 6	pre	34.36	13.74	1.843	.115
	post	70.13	45.05		

Note. significant at * $p < .05$

같이 나타났으며, 왼발 중간 입각기에서 오른발 초기 접지기 까지의 구간에서만 유의한 차이가 나타났($p < .05$).

3. 몸통 움직임 결과

청소년 척추 측만 환자의 보행 시 몸통의 COM 값을 산출하였다(Table 5). 좌우(x-axis)에 대한 몸통 움직임 결과, 첫 번째 보장(step) 과 두 번째 보장(step) 모두 좌우의 움직임이 줄어드는 결과를 나타냈다($p < .05$).

4. 골반 움직임 결과

청소년 척추 측만 환자의 보행 시 좌우(x-axis)에 대한 골반 움직임 결과 <Table 6>과 같이 나타났으며, 첫 번째 보장(step) 과 두 번째 보장(step) 모두 좌우의 움직임이 줄어드는 결과를 나타냈다($p < .05$).

IV. 논 의

측만증을 분류하는 방법에는 King-Moe 분류가 가장 대표적으로 알려져 있다. 이 분류 방법에 따르면 흉추와 요

Table 5. Result of trunk COM (unit: m)

		Mean	SD	t-value	p
first step	pre	0.08	0.01	9.455*	.000
	post	0.01	0.01		
second step	pre	0.06	0.02	4.494*	.003
	post	0.02	0.01		

Note. significant at * $p < .05$

Table 6. Result of pelvic COM (unit: m)

		Mean	SD	t-value	p
first step	pre	0.09	0.02	8.920*	.000
	post	0.01	0.01		
second step	pre	0.05	0.02	3.011*	.020
	post	0.02	0.01		

Note. significant at * $p < .05$

추의 만곡 방향을 기준으로 5가지 유형으로 나누고 만곡의 기울기 각도와 정중선을 기준으로 분류하였다(King, Moe, Bradford, & Winter, 1983). 제 1형은 흉부 만곡(우)과 요추부 만곡(좌)으로 이루어진 이중 만곡으로 두 개의 만곡이 모두 주 만곡인 진성 이중 만곡(true double curve) 이다. 이후 좀 더 객관적이며 포괄적인 분류를 위해 조사된 Lenke (2002) 의 분류에 의하면 제 1형 만곡이 51% 의 빈도를 차지한다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 제 1형 만곡의 형태를 A type(우흉추, 좌요추)로 정하고 반대 만곡을 가진 피험자 (3명)을 위해 B type을 제작하여 보정웨어를 두가지 타입으로 제작 후 배포하였다.

본 연구결과, 12주간 보정웨어를 착용한 특별성 청소년 척추 측만환자의 Cobb's angle 결과 보정웨어를 착용한 후 척추 측만 각도가 유의하게 줄어들었음을 확인할 수 있었다($p < .05$). 또한 Cobb's angle 과 12주 후 측만각도의 변화량에 따른 상관관계 결과 <Figure 5>에 의하면, 본래의 척추 측만증 환자가 가지고 있었던 척추 측만각도가 낮을수록 변화된 측만각도 차이값이 크게 나타나($p < .05$), 본 연구에서 개발된 보정웨어의 착용이 측만각도가 작은 환자일수록 그 효과가 크다 결과가 나타났다. 이러한 결과는 척추 측만증은 10도 이하에서 교정도가 가장 높으며, 만곡도가 증가할수록 교정도가 낮아진다는 선행된 연구(Moon, Kang, M. J., Kang, J. K., Kang, S. W., & Kim, 1995)를 뒷받침해주고 있다. Kim, E. J.와 Kim, J. H. (2003)의 연구와 Lee (1998)의 보고에 따르면, 중고생의 척추 측만은 이미 초등학교 시절부터 시작되어 초등학교 5, 6학년 때 생긴 척추 만곡이 2-3년 후에는 10도 이상으로 심하게 만곡될 가능성이 크다고 보고 있으며, 이에 따라 무엇보다 척추 측만 치료의 효과를 극대화하기 위해서는 조기발견과

치료가 중요하다고 하였다. 이에 본 연구에서 개발된 보정웨어의 활용은 척추 측만 각도가 특발성으로 진행되는 초기에 사용을 하는 것이 조금 더 효과적일것으로 생각된다.

척추 측만증은 보행 시 몸통의 운동학적 비대칭과 척추 근전도 활성화의 비대칭에 영향을 줄 수 있다는 보고는 오랜기간 연구되어져 왔다(Allenbach, & Wiest, 1953; Guth, Abbink, GotzeHG, & Heinrichs, 1978). 이에 본 연구에서는 이미 등근육과 허리근육의 비대칭성을 염두에 두고 보정웨어를 개발하였고, 그 효과를 운동학적 변인으로 입증하기 위해 어깨각도의 움직임과 몸통, 그리고 골반의 움직임을 분석하였다.

어깨각도의 움직임 결과, 전체 활보장에 대한 움직임 각도는 보정웨어를 착용한 12주 후 각도가 유의하게 늘어났다($p<.05$). 이것은 청소년 특발성 척추 측만 환자의 보행 시 어깨의 움직임이 위아래로 더 많이 움직였다는 것으로 해석된다. 본 연구에서 개발된 보정웨어는 테이핑 요법을 이용하여 경직된 광배근과 요근을 완화시키고 이완된 광배근과 요근을 자극시키는 원리로 제작되었다. 본 관점으로 볼 때, 어깨의 움직임 각도가 더 커졌다는 것은 경직된 등 근육(광배근)의 활성이 자연스러워졌다고 해석할 수 있다. 특히 오른쪽뒤편치 접지시기(phase 3) 까지 어깨의 움직임 활성도가 72% 로 증가한 것은 경직된 왼쪽 광배근의 활동이 조금 더 자유스럽게 움직여서 오른쪽 어깨의 이동범위가 더 커졌을 가능성이 크다. 이러한 결과는 Park 등 (2013)이 분석한 보정웨어 착용에 따른 근활성도 변화량 분석에서 발이 접지하는 시기에 오른쪽과 왼쪽 광배근의 근활성도가 감소했다는 연구결과를 뒷받침해 주고 있다. 또한 본 연구 결과에서 어깨각도의 움직임을 분석하기 위해 자료 처리한 방법은 척추 측만 환자의 척추 휨의 양상이 제각기 편측 움직임만 혹은 같은 방향에서의 움직임만을 논하기에 한계점이 있기 때문이다. 이에 본 연구결과에서 기준점에 대한 활성도(%) 데이터의 표준편차가 크게 나온 것은 이 때문이라고 생각된다.

보행시 몸통은 평형유지에 효율적인 운동력을 전달하기 위해서 사지 운동과 상호작용을 이루는데(Thorstensson, Nilsson, Carlson, & Zomlefer, 1984), 어깨와 골반의 회전은 척추 분절 운동에 의해 허용된다(Elftman, 1951). 본 연구에서는 청소년 특발성 척추 측만환자를 위한 보정웨어 착용의 효과를 알아보기 위해, 보행 시 몸통과 골반의 움직임을 분석한 결과, 몸통과 골반 모두 좌우측에 대한 COM 이 유의하게 줄어든 것을 확인할 수 있다($p<.05$). 이러한 결과는 청소년 특발성 척추 측만 환자의 보행 시, 몸통과 골반의 움직임의 안정화가 이루어졌다고 해석할 수 있다. 선행된 연구에 의하면, 청소년 특발성 척추 측만증 환자의 척추 구조의 변화가 신체의 이동성과 균형을 바꿀 수 있다고 하였다(Danielsson, Romberg, & Nachemson,

2006; Lenke, Engsborg, Ross, Reitenbach, Blanke, & Bridwell, 2001; Schwender & Denis, 2000). 특히, 몸통은 신체 발란스 유지를 조절하기 때문에, 척추의 변형된 만곡은 보행 시 COM의 중심을 바꿀수 있다(Thorstensson, Nilsson, Carlson, & Zomlefer, 1984). 이에 본 연구에서 나타난 결과를 중점으로 해석할 때, 본 연구에서 개발된 보정웨어의 착용으로 인해 척추 특발성 측만 환자의 COM의 움직임이 줄어든 결과는 신체 밸런스 유지에 안정화에 영향을 미쳤다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서 개발된 청소년 특발성 척추 측만환자를 위한 보정웨어 개발에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 12주간 보정웨어 착용에 따른 척추 측만 각도는 유의하게 감소하였으며, 본래의 척추 측만 각도가 작을수록 그 효과가 더 큰 것으로 나타났다.
2. 어깨 움직임 각도는 보정웨어를 12주간 착용한 후 유의하게 더 큰 움직임각을 나타냈고, 특히 오른쪽이 접지하는 구간에서 더 큰 어깨 움직임을 나타냈다.
3. 몸통과 골반 움직임은 보정웨어를 12주간 착용한 후, 유의하게 이동범위가 줄어들었다.

참고문헌

- Park, Y. S., Woo, B. H., Lim, Y. T., & Kim, J. M. (2012). Development of wearing of musculo-skeletal functional garment for adolescents' idiopathic scoliosis -with the principle of sports taping applied-. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 22(3), 365-371.
- Allenbach, E., & Wiest, E. (1953). Condition of the paravertebral musculature in idiopathic scolioses before and after grafting. *Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de L'appareil Moteur*, 39, 588-590.
- Danielsson, A. J., Romberg, K., & Nachemson, A. L. (2006) Spinal range of motion, muscle endurance, and back pain and function at least 20 years after fusion or brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. *Spine (PhilaPa 1976)* 31, 275-283.
- Elftman, H. (1951). The basic pattern of human locomotion. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 51, 1207-1212.
- Guth, V., Abbink, F., Gotze, H. G., & Heinrichs, W. (1978). Investigation of gait of patients with idiopathic scoliosis and the influence of the Milwaukee brace on gait (author's transl). *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 116, 631-640.
- James J. (1976). *Scoliosis*. London: Churchill Livingstone.
- Kim, D., Betz, R., Huhn, S. L., & Newton, P. O. (2008). *Surgery of Pediatric Spine*. Germany: Thieme Medical Publishers.
- Kim, E. J., & Kim, J. H. (2003). Scoliosis progression according to the growth of middle school students. *The Journal of*

- Korean Community Nursing*, 14(3), 479-487.
- King, H. A., Moe, J. H., Bradford, D. S., & Winter, R. B. (1983). The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 65(A), 1302-1313.
- Landauer, F., Wimmer, C., & Behensky, H. (2003). Estimating the final outcome of brace treatment for idiopathic thoracic scoliosis at 6-month follow-up. *Pediatric Rehabilitation*, 6(3-4), 201-207.
- Lee, C. K., Koo, K. H., & An, J. H. (2007). The classification of idiopathic scoliosis. *Journal of Korean Spine Surgery*, 14(1), 57-66.
- Lee, S. H. (1998). A study on the causes and the actual conditions of scoliosis in adolescent. *Journal of Korean Society of School Health*, 11(1), 1-5.
- Lenke, L. G., Betz, R. R., Clement, D., Merola, A., Hafer, T. R., Lowe T., Newton, P., Bridwell, K. H., Blanke. K. R., (2002). Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 27, 604-611.
- Lenke, L. G., Engsberg, J. R., Ross, S. A., Reitenbach, A., Blanke, K., & Bridwell, K. H. (2001). Prospective dynamic functional evaluation of gait and spinal balance following spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 26, 330-337.
- Moon, J. H., Kang, M. J., Kang, J. K., Kang, S. W., & Kim, K. H. (1995). Evaluation of spinal deformity in korean female high school student. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 19(4), 846-852.
- Park, Y. S., Woo, B. H., Lim, Y. T., & Kim, J. M. (2013). Effect analysis of functional garment for adolescents with scoliosis -3 case study. *Korean Journal of Physical Education*, 52, 6, 573-581.
- Rivett, L., Rothberg, A., Stewart, A., & Berkowitz, R. (2009). The relationship between quality of life and compliance to a brace protocol in adolescents with idiopathic scoliosis: a comparative study. *BMC Musculoskelet Disord*, 10, 5.
- Roubal, P. J., Freeman, D. C., & Placzek, J. D. (1999). Cost effectiveness of scoliotic screening. *Physiotherapy*, 85, 259-268.
- Schwender, J. D., & Denis, F. (2000). Coronal plane imbalance in adolescent idiopathic scoliosis with left lumbar curves exceeding 40 degrees: the role of the lumbosacral hemicurve. *Spine (PhilaPa 1976)*, 25, 2358-2363.
- Thorstensson, A., Nilsson, J., Carlson, H., & Zomlefer, M. R. (1984). Trunk movements in human locomotion. *Acta Physiologica Scandinavica*, 121, 9-22.
- Thorstensson, A., Nilsson, J., Carlson, H., & Zomlefer, M. R. (1984). Trunk movements in human locomotion. *Acta Physiologica Scandinavica*, 121, 9-22.
- Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Cheng, J. C., Danielsson, A., & Morcuende, J. A. (2008). Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet*, 371, 1527-1537.
- Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Wright, J. G., & Dobbs, M. B. (2013). Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *The New England Journal of Medicine*, 369, 1512-1521.
- Weiss, H. R. (2003). Rehabilitation of adolescent patients with scoliosis – what do we know? A review of the literature. *Pediatric Rehabilitation*, 6(3-4), 183-194.