PNF and Movement, 2019; 17(3): 411-419
https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2019.17.3.411

Print ISSN: 2508-6227
Online ISSN: 2508-6472

Original Article

Open Access

탄력밴드를 이용한 협응이동훈련이 초등학교 야구선수의 신체 정렬에 미치는 영향

박세주 · 박치복 · 김용성†
남부대학교 물리치료학과

The Effects of Coordinative Locomotor Training with Elastic Bands on the Body Alignment of Elementary School Baseball Players

Se-Ju Park, P.T., MS · Chi-Bok Park, P.T., Ph.D · Yong-Sung Kim, P.T., Ph.D†
Department of Physical Therapy, Nambu University

Received: July 31, 2019 / Revised: August 17, 2019 / Accepted: August 28, 2019
ⓒ 2019 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: This study determined the effects of elastic bands in coordinative locomotor training on the body alignment of elementary school baseball players.

Methods: Thirty subjects were recruited for this study and separated into two groups: the coordinative locomotor training group with elastic bands (n=15) and the non-training control group (n=15) were five times a week for eight. The trunk inclination, trunk imbalance, kyphotic angle and lordotic angle were used to evaluate body alignment.

Results: The experimental group showed significant improvements in trunk inclination, trunk imbalance, kyphotic angle and lordotic angle ($p<0.05$).

Conclusion: Coordinative locomotor training impacted postural alignment in elementary school baseball players.

Key Words: Body alignment, Coordinative locomotor training, Elastic band, Elementary school baseball players

†Corresponding Author : Yong-Sung Kim (kimys2492@nambu.ac.kr)

Ⅰ. 서 론

엘리트 운동선수들은 성장기인 청소년기부터 시작하여 성인에 이르기까지 운동능력 향상을 위해 오랜 기간 같은 동작을 반복한다(Ha, 1985). 척추의 변형은 몸통 주변 근육과 특성을 변형시키며(Ford et al., 1984), 몸 전체의 분절 간 교호작용의 변화는 신체 불안정성을 일으킨다(Nault et al., 2002). 편측 동작과 올바르지 않은 운동 자세는 신체 좌, 우 불균형을 가져오고, 신체 정렬의 변화가 나타날 수 있다(Choi, 2009). 또한 사람의 자세는 생활 습관이 불규칙적이고 반복되는 동작으로 인하여 신체활동의 변형이 나타난다(Schmidt-Wiethoff et al., 2004). 자세 정렬은 중력을 비롯한 주변 환경, 혹은 의도적인 반복 편향 운동에 의해서 변할 수 있는 가능성을 가지며, 성장과정에서 내, 외적인 영향에 의해서 비정상적으로 형성되어 건강상태, 운동능력 등에 이상을 초래할 수도 있다(Park et al., 2001). 신체 정렬의 변화는 근, 골격계의 장애를 의미하고, 다른 장애에 대한 신호로 나타난다(Shumway-cook & Wollacott, 2007). 불 균형된 신체 정렬은 형태적인 변화와 통증을 야기하고, 움직임의 범위와 능동적인 움직임을 제한하여 운동 경기력을 저하시킨다(Park, 2010). 많은 스포츠 종목 중 배드민턴, 사격, 골프, 야구 등은 편측성 운동이다(Seo et al., 2005).

야구는 성장기 청소년들에게 체력의 요소가 고루 발달되는 운동으로 던지고, 치고, 달리고, 받는 동작들이 동시에 일어나는 스포츠이다(Jung, 2013). 국내 야구팀은 초, 중학교 200여개 팀, 고등학교 70 여개 팀, 대학교 30여개 팀에서 8000명 이상이 야구선수로 등록하여 활동 중이다(Cho, 2016). 이와 같이 야구 선수들의 수요를 충족하기 위해 지역의 야구팀이나 학교 체육으로 야구를 하는 초등학교 학생 수가 증가하고 있다(Lee, 2015). 초등학교 시기의 학생들의 운동 참여는 기초체력과 유・무산소운동성을 증진시키고 운동능력을 향상시켜 자연스레 건강을 유지한다(Malina, 1994). 또한 성장기 아이들의 지속적인 훈련은 신체 조성을 향상시키며, 신체활동의 참여가 많을수록 체력의 향상에 효과가 있다(Forbes, 1991). 성장기 규칙적인 운동은 근, 골격계의 크기나 근 파워가 빠른 변화를 나타내기 때문에 효과 적인 운동프로그램을 계획하는 것이 중요하다(Park & Yeo, 2009). 특정 종목의 선수생활을 시작하는 어린 선수들에게는 조금 더 체계적이고 과학적인 훈련이 필요하다(Park, 2002). 최근에 이러한 신체의 팔과 다리의 교대적인 움직임을 일으켜 신체 정렬이나 자세 조절을 향상시키는 방법으로 체계적이고 과학적인 협응이동훈련이 주목을 받고 있다(Dietz, 2009).

달리는 사람을 나타내는 sprinter와 스케이트를 타는 사람을 나타내는 skater의 두가지 형태를 협응이동훈련(coordinative locomotor training, CLT)이라고 하며, 인간의 협응 구조를 과학적으로 체계화한 훈련이다(Kim, 2006). Dietz 등(2009)은 위 두 가지 동작과 스킹(skiing)과 스키핑(skipping)의 대각선 동작을 결합하여 기저면이 넓은면에서 기저면이 좁은면으로 이행되는 다양한 자세변화에서 동작을 야기시켰다. CLT는 PNF 패턴의 결합을 사용한 운동프로그램으로 몸통의 안정성을 향상시키고 팔다리의 협응적인 움직임을 나타낸다(Ko et al., 2017). 또한 CLT는 열린사슬운동(open kinematic)과 닫힌사슬운동(closed kinematic chain)이 가능하고, 운동학습(motor learning)의 3단계와 운동조절(motor control)의 4단계를 적용할 수 있다(Kim & Kim, 2016).

최근 들어 CLT에 관한 연구들은 다양한 자세 변화와 환자중심의 연구들이 대다수 이루어지고 있지만 엘리트 운동선수들을 대상으로 한 연구는 드물었다. 이에 이 연구는 탄력밴드를 결합한 CLT가 초등학교 야구선수들의 신체 정렬에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위함이다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 00광역시에 위치하고 있는 00초등학교 야구부 30명을 난수표를 이용하여 탄력밴드를 이용한 CLT군(experimental group, n=15), 대조군(control group, n=15)을 무작위 배치하였다. 이 연구를 진행하기 위하여 모든 연구참가자와 감독, 코치 및 보호자에게 이 연구의 목적과 방법을 자세하게 설명하고, 훈련 참여 동의서를 모두 작성하였다.

2. 연구 절차

이 연구는 2018년 9월에 00광역시 00초등학교 야구선수들을 대상자로 모집하였다. 연구참여대상자는 만 8세-12세 초등학교 야구선수들로 제한하였다. 이 연구에 참여한 대상자들은 감독 및 코치, 보호자가 참여하여 연구목적 및 연구방법과 운동 프로그램에 대한 사전 설명을 충분히 하고 피험자와 보호자에게 연구참여동의서를 받아서 진행하였다. 이 연구 참여에 동의한 30명을 난수표를 이용하여 무작위 배정 하였으며, 두 군 간 동질성을 알아보기 위한 신체적 특징과 신체정렬 변인의 사전검사결과 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 연구의 탄력밴드를 이용한 CLT를 8주간 실시하였으며, 초등학교 야구선수의 탄력밴드를 이용한 CLT의 효율성을 검증하기 위하여 대조군은 아무런 운동도 적용하지 않았다.

3. 측정방법 및 도구

1) 신체 정렬 검사

신체 정렬 측정 장비는 독일 뮌스터 의과대학 생체공학 연구소에서 개발한 3차원 영상처리기기(Formetric 3D, DIRES, Germany) 를 이용하여 몸통의 앞, 뒤 기울기 각, 좌, 우 기울기 각, 흉추후만곡, 요추전만곡을 측정하였다. 먼저 피험자는 상의를 탈의한 상태에서 등에 카메라 쪽을 향하게 하고 몸에 힘을 뺀 상태로 촬영하였다. 측정 시간은 0.04초 시간이 소요되며, 피험자의 사진 분석은 자동적으로 이루어지고 저장이 된다. 먼저 등 표면의 굴곡을 분석하여 대칭선을 찾아내고 이 선은 척추의 돌기를 이은 선과 같다. 그 과정에서 4가지 해부학적인 정점은, VP (vertebra prominence, 경추7)와 천골각(sacrum point, SP), DL (left lumbar dimple), 그리고 DR (right lumbar dimple)로 이루어지며, 관골의 후상장골극(posterior superior iliac spine)은 골반 위쪽의 움푹 들어간 곳을 말한다(Lee, 2014). DM은 DL과 DR은 중간 부분이며, VP-DM 거리는 몸통의 길이를 의미한다. Formetric 3D는 척추의 구조를 횡단면, 시상면, 전두면에서 분석이 가능하며 측정자 간 신뢰도와 측정자 내 신뢰도가 입증된 측정도구이다(Hackenberg et al., 2003). 측정 변수는 다음과 같다.

(1) 몸통의 앞, 뒤 기울기 (trunk inclination): 측면에서 보았을 때 몸통의 앞, 뒤 기울기를 각도로 나타낸 것이며, 앞, 뒤 기울기 각은 0도에 가까울수록 가장 이상적인 범위이다.

(2) 몸통의 좌, 우 기울기(trunk imbalance, VP-DM): 척추가 왼쪽 또는 오른쪽으로 얼마만큼 기울었는가를 나타내며, 0도에 가까울수록 가장 이상적인 범위이다.

(3) 흉추후만곡(kyphotic angle): 흉추 부위 후만곡의 최대값을 나타내며, 47도-50도가 정상범위이다.

(4) 요추전만곡(lordotic angle): 요추 부위 전만곡의 최대값을 나타내며, 38도-42도가 정상범위이다.

4. 중재 방법

이 연구에서 적용된 CLT는 미국스포츠의학회

(American College of Sports Medicine, 2018)의 훈련지침을 수정, 보완하여 총 8주 동안 주 5회 적용하였고, 움직임의 횟수와 범위를 증가시키면서 훈련 강도를 점진적으로 증가시키는 점증부하훈련(progressive resistance exercise, PRE)을 적용하였고 구체적인 훈련 프로그램은 Table 1에 제시하였다.

스프린터 동작은 디딤기쪽의 어깨는 앞쪽올림, 반대측 어깨는 뒤쪽내림의 움직임을 수행하였고, 다리이음관절의 움직임은 디딤기쪽의 뒤쪽내림, 반대측의 앞쪽올림 움직임으로 수행하였다(Fig. 1).

스케이터 동작은 어깨는 뒤쪽올림, 반대측 어깨는 앞쪽내림의 움직임으로 수행하였으며, 다리이음관절의 움직임은 디딤기쪽의 앞쪽내림, 반대측의 뒤쪽올림의 움직임으로 수행하였다(Fig. 1).

Fig. 1. Elastic band coordinative locomotor training.

5. 자료 분석

이 연구에서는 실험자의 일반적 특성을 알아보기 위해 Window SPSS version 22.0을 사용하여 각 항목별 측정치를 기술통계로 처리하였다. 수집된 자료에 대한 정규분포는 Kolomogorov-Smirnov로 검정하였고, 그 결과 모든 변수는 정규분포 하는 것으로 나타났다. 군내 전, 후 비교를 위하여 대응표본 t-검정을 하였고 군 간 비교를 위하여 독립표본t-검정을 하였다. 자료의 통계적 유의수준은 $p<0.05$로 설정하였다.

Table 1. CLT program

	Position	Duration
Warm up	running & stretching	10min
1,2 week	sprinter & skater	15min (2set)
3,4 week	sprinter & skater	20min (3set)
5.6 week	sprinter & skater	25min (4set)
7,8 week	sprinter & skater	30min (5set)
Cool down	running & stretching	10min

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

일반적 특성들로 훈련군의 평균 연령은 11.87세, 평균 신장은 153.60cm, 평균 체중은 51.58kg이었고, 대조군은 평균 연령은 10.47세, 평균 신장은 153.60cm, 평균 체중은 10.4세이었다(Table 2).

Table 2. General characteristics of subjects (n=30)

Characteristics	Experimental group	Control group
Age (years)	11.87±1.46	10.47±1.13
Height (cm)	153.60.±7.64	149.60±8.55
Weight (kg)	51.58±11.94	49.80±13.55

Mean±SD

2. 신체 정렬의 변화

1) 몸통 앞, 뒤 기울기

군 내 전, 후 차이를 비교한 결과, 훈련군은 14.63±13.98에서 6.86±5.87로 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 대조군은 12.38±8.83에서 12.89±8.47유의한 차이가 없었다. 또한 군 간 차이를 비교한 결과, 훈련 전에 군 간 유의한 차이가 없었고 ($p>0.05$), 훈련 후에 군 간 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(Table 3).

2) 몸통 좌, 우 기울기

군 내 전, 후 차이를 비교한 결과, 훈련군은 8.11±5.66에서 4.53±2.02로 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 대조군은 9.02±6.33에서 8.90±6.68로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 또한 군 간 차이를 비교한 결과, 훈련 전에 유의한 차이가 없었고(p>0.05), 훈련 후에 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table. 4).

3) 흉추후만곡

군 내 전, 후 차이를 비교한 결과, 훈련군은 42.32±3.95에서 49.16±3.14로 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 대조군은 43.05±7.90에서 43.60±7.50로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 또한 군 간 차이를 비교한 결과, 훈련 전에 군 간 유의한 차이가 없었고 (p>0.05), 훈련 후에 군 간 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table. 5).

4) 요추전만곡

군 내 전, 후 차이를 비교한 결과, 훈련군은 37.43±5.83에서 44.02±3.70로 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 대조군은 38.70±7.16에서 38.73±6.99로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 또한 군 간 차이를 비교한 결과, 훈련 전에 군 간 유의한 차이가 없었고 (p>0.05), 훈련 후에 군 간 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(Table. 6).

Table 3. Comparison of measured of trunk inclination

trunk inclination	Pre	Post	t	p
Experimental group	14.63±13.98	6.86±5.87	2.42	0.03*
Control group	12.38±8.83	12.89±8.47	-0.57	0.58
t	0.53	-2.27		
p	0.60	0.03*		

mean± standard deviation, *p<0.05

Table 4. Comparison of measured of trunk imbalance

	Pre	Post	t	p
Experimental group	8.11±5.66	4.53±2.02	2.85	0.01*
Control group	9.02±6.33	8.90±6.68	0.09	0.93
t	-0.42	0.76		
p	0.68	0.03*		

mean± standard deviation, *p<0.05

Table 5. Comparison of measured of kyphotic angle

	Pre	Post	t	p
Experimental group	42.32±3.95	49.15±3.14	-9.32	0.00*
Control group	43.04±7.90	43.60±7.50	-0.91	0.38
t	-0.32	2.65		
p	0.75	0.02*		

mean± standard deviation, *p<0.05

Table 6. Comparison of measured of lordotic angle

	Pre	Post	t	p
Experimental group	37.43±3.95	44.02±3.70	-6.17	0.00*
Control group	38.70±7.16	38.73±7.00	-0.11	0.92
t	-0.54	2.59		
p	0.60	0.02*		

mean± standard deviation, *p<0.05

Ⅳ. 고 찰

비정상적인 신체 정렬의 변화는 근, 골격계의 치명적인 장애를 야기하고, 신체 장애에 대한 대상성을 나타낸다. 이는 몸통의 뒤틀림이나, 몸통 골격 등 팔, 다리 골격의 정렬이 변화하면 정상적인 정렬에서 벗어나서 기능적인 장애를 일으킬 수 있다(Shumway-cook & Wollacott, 2007). CLT는 고유수용성 감각에 자극을 주어 자세조절이나 신체불균형을 향상시키는 방법으로 사용되고 있다. 이러한 CLT는 관절의 가동성 및 신경근 조절을 촉진하여 근력과 몸통 안정화를 향상시키는데 사용된다(Collby & Kisner, 2007). 이 연구에서는 초등학교 야구선수의 탄력밴드를 이용한 CLT를 실시하여 신체 정렬의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보는 것이었으며, 신체 정렬을 측정하는데 신뢰도가 높은 3차원 영상처리기기를 이용하여 몸통의 앞, 뒤 기울기, 몸통의 좌, 우 기울기, 흉추후만곡, 요추전만곡을 측정하였다.

이 연구의 결과는 신체 정렬의 변인인 몸통의 앞, 뒤 기울기와 몸통 좌, 우 기울기는 군 내 훈련 전, 후 비교에서 훈련군이 유의한 변화를 보였다. 이는 CLT의 독특한 나선형, 대각선 동작들이 고유수용기를 자극하여 정상적인 움직임이 나타나고, 신경 근육의 반응을 촉진함으로써 몸통의 안정화가 일어난 것으로 보인다. 군 간 비교에서는 훈련 후에 유의하게 변화가 있었다. 탄력밴드를 적용한 CLT가 동적 유연성을 증가시키고, 엉덩관절의 안정성을 확보하여 흉추부가 안정화되어 몸통의 선택적 움직임과 안정성에 향상에 기여한 것으로 보인다. 또한 강한 저항을 주어 실험자들의 근, 신경계의 움직임과 협응 능력을 가중시켜 몸통의 정렬이 이루어진 것으로 생각된다. Bae 등(1999)은 손으로 전달되는 저항을 이용하는 고유수용성신경근촉진법이 해부학적인 운동측 관절에 굽힘 및 폄, 안쪽돌림, 가쪽돌림 등을 몸 전체에 제공해 주면서 여러가지의 운동 패턴에 의해 여러 근육이나 관절에 동시다발적으로 저항이나 자극을 줄 수 있다고 하였다. 이에 대한 선행연구를 살펴보면 스프린터, 스케이터 패턴이 부정렬을 가진 사람들에게서 비 대칭성을 감소하는데 효과가 있다고 하였고(Choi, 2012), 스프린터 훈련이 힘줄이나 근육 안에 있는 고유수용기를 자극함으로써 자세 조절을 향상시켰다고 하였다(Han, 2000). 또 다른 연구에서는 CLT를 사용하여 근육의 길이가 변하여 신경조직에 작용하는 신장력을 만들어서 연부조직과 신경계를 치료할 수 있다고 하였다(klein et al., 2002).

신체 정렬의 변인인 흉추후만곡과 요추전만곡은 군 내 훈련 전, 후 비교에서 훈련군이 유의한 변화를 보였다. Kim (2014)은 중, 고생의 척추-골반 정렬의 특성 비교 연구에서 신체 정렬의 변인인 흉추후만곡과 요추전만곡은 상관관계가 있다고 하였다. 이는 흉추후만곡이 정상적인 범위에 있으면 요추전만곡도 정상적인 범위에 있는 것이다. 또한 CLT를 통해 기능적인 움직임을 위한 근위 관절의 안정화와 자세의 긴장들이 반복적으로 신경 기능과 운동능력을 향상시켰으며, 탄력밴드를 이용하여 좀 더 강한 저항이 협응적인 움직임에 영향을 미친 것으로 보인다. 군 간 비교에서는 훈련 후에 유의하게 변화가 있었다. 이는 기본적으로 CLT는 물체나 지면에 고정적인 점을 둔 닫힌사슬

운동의 형태로 기저면의 다양하게 변화를 주어서 협력근과 안정근이 강하게 작용을 하였고, 방산을 이용하여 만곡들이 일정하게 유지된 것으로 생각된다. 이에 대해 선행연구들을 살펴보면 탄력밴드를 적용한 PNF 통합운동이 소프트볼 선수의 근력 및 균형에 긍정적인 영향을 주었고(Kim et al., 2011), 교대적인 팔, 다리의 협응이동훈련이 단일 팔, 다리의 협응이동훈련보다 족저압과 자세조절의 유의한 변화를 보였다고 하였다(Na, 2010). 또 다른 연구에서는 스프린터 패턴을 이용한 탄력밴드 운동이 중추신경계 발달 운동보다, 근력, 근지구력, 평형성, 자세 정렬에 효과적이라고 하여 본 연구를 지지해 주었다(Oh 등, 2011). 이와 같이 고유수용성감각의 자극은 관절과 근육에서 반응이 나타나도록 도움을 준다(Feber et al., 2002).

이 연구의 제한점은 신체 정렬을 나타내는 다양한 변인들에 대한 비교, 분석이 이루어지지 않았다. 또한 대조군에 아무런 훈련을 시키지 않아 훈련군에서 중재의 총량이 많아 실험군에 유의한 변화가 나타날 수도 있다. 추후연구에서는 대조군에 훈련을 시켜 더 정확한 CLT 효과 검증이 필요할 것으로 보인다. 더불어 신체 정렬에 관한 변인들을 다양하게 알아보고 분석이 필요할 것이다. CLT를 이용한 대상자나 질환에 대한 연구는 장기적인 관점에서 필요할 것으로 보이며, CLT에 다양한 조건들을 접목시킨 연구도 필요할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결 론

이 연구는 탄력밴드를 적용한 CLT가 초등학교 야구선수들의 신체 정렬에 미치는 효과에 대하여 알아보았다. 이 연구를 통해 탄력밴드를 적용한 CLT가 초등학교 야구선수의 신체 정렬에 긍정적인 효과를 가져왔다. 따라서 탄력밴드를 적용한 CLT가 엘리트 선수들의 신체부정렬을 개선시키는데 도움이 될 것이다.

Acknowledgements

This study was supported by research funds from Nambu University, 2018

References

Bae SS, Kim EJ, Kim TS. A study of resistive therapeutic exercise prescription. *Journal Korean of Physical Therapy*. 1999;11(1):149-156.

Colby LA, Kisner CB. Therapeutic exercise: foundations and techniques. Philadelphia. Fa Davis. 2017.

Choi JW. The influence of different types of trunk rotation exercise on posture and gait in the individuals with malalignment syndrome. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2009.

Choi JW. The effects of combined PNF patterns of upper and lower extremities on 20`s generation with malalignment syndrome. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2012;10(4):65-69.

Dietz B. Let`s sprint, let`s skate: innovation Tm PNF-Konzept. Berlin. Springer. 2009.

Dietz B, Kim Ty, Lang E, et al. Let`s sprite, let`s skate. Berlin. Springer Science & Business Media. 2009.

Feber R, Ostering LR, Gravells DC. Effects of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002;12(1):391-397.

Forbes GB. The companionship of lean and fat: some lessons from body composition studies. New York. Academy press. 1991.

Ford DM, Gilbert B, Reina JC, et al. Paraspinal muscle imbalance in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1994; 9(4):373-376.

Ha KI. A study on the low back pain of athletes. *The Korean*

society of sports medicine. 1985;3(2):8-11.

Hackenberg L, Hierholzer E, Pötzl W, et al. Rasterstereographic back shape analysis in idiopathic scoliosis after posterior correction and fusion. *Clinical biomechanics*. 2003;18(10):883-889.

Ham YW. Effects of theraband exercise on isotonic strength of flexor muscles in upper extremities. *Journal of Health Science and Technology*. 2000;26(1):49-56.

Jung SY. Association between balance and body alignment in unilateral professional athletes. Kyunghee University. Dissertation of Master's Degree. 2013.

Ko HE, Jeon BS, Song HS. Effects of coordinative locomotor training program on balance and gait of stroke patients. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2017;15(3):247-252.

Kim SY. Difference in male and female spinopelvic alignments in middle school and high school students of gyeongnam areas in Korea: a three dimensional analysis using rasterstereography. *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. 2014;15 (2):962-969.

Kim TY. The effects of strengthening exercise using the sprint/skater patterns. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2006;4(1):71-79.

Kim TY, Kim SH. Effects of the functional movement correction exercise on the functional movement screen scores of badminton players. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2017;15(1):67-75.

Kim JY, Park JH, Choi WJ. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation integrative pattern with elastic band training and weight training on isokinetic strength and balance in softball players. *Journal of Coaching Development Center*. 2011;13(1):243-249.

Klein D, Stone W, Philips W, et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *Journal of aging and physical activity*. 2002;10(4):476-488.

Lee CY. This research conducted to investigate the effects of TRX training program on the improvement of the basal physical fitness and driving distance of batting. Kyeongki University. Dissertation of Master's Degree. 2015.

Lee DK. An analysis of body alignment trunk strengthening, proprioceptive sense and body balance by using formetric in college air rifle shooting athletes. Korea national sport university. Dissertation of Master's Degree. 2014.

Malina RM. Physical activity and training effects on statue and the adolescent growth sport. *Medicine Science Sports Exercise*. 1994;26(6):759-766.

Nault ML, Allard P, Hinse S, et al. Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2002;27(17):1911-1917.

Na SH. The difference of foot pressure distributions and muscle activity during the coordinated movement patterns. Korea University. Dissertation of Master's Degree. 2010.

Oh DG, Sung SC, Lee MG. Effects of elastic band exercise using PNF and CNS-stimulating exercise on functional fitness and EMG in hemiplegic stroke patients. *Korean Journal of Sports Science*. 2011;20(2):815-827.

Park DH, Choi DM, Shin EL. An influence of deflective arm movement of baseball players on scoliosis. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2001;16(11):365-375.

Park SJ, Shin JY, Hwang Y. Sling exercise effects on sagittal alignment of chronic low back pain patients. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2015;54(1):527-534.

Park JH. The effects of PNF combined patterns training on muscle activity, balance and functional ability of hockey players. Chosun University. Dissertation of Master's Degree. 2012.

Park IB. The effects of pre-season training on physical performance in elementary baseball players. Donga

University. Dissertation of Master's Degree. 2012.

Park IB, Yeo NH. A comparison analysis of the indices of muscle damage and fatigue in blood after submaximal exercise according to sports entries in elementary school athletes. *Korean Journal of sports Science*. 2008;17(4):1217-1225.

Park CG. The study of low back pain self-awareness scale and spinal lateral deformity between unilateral exercise athletics adolescents. *Journal of Coaching Development Center*. 2010;12(3):139-144.

Seo JY, Lee KS, Shin HS. The effects of unilateral muscular training for the record improvement in swimming. *Korean Journal of Sports Science*. 2005;14(2): 729-735.

Schmidt-Wiethoff R, Rapp W, Mauch F, et al. Shoulder rotation characteristics in professional tennis players. *International Journal of Sports Medicine*. 2004;25(2): 154-158.

Shumway-Cook A, Wollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Ankara. Lippincott Williams &Wilkins. 2007.