

The Effects of Coordinative Locomotor Training on the Body Alignment in High School Baseball Players

Se-Ju Park*

*Professor, Dept. of Rehabilitation Health, Songwon University, Gwangju, Korea

[Abstract]

In this paper, we propose the effects of coordinative locomotor training in body alignment of high school baseball players. Coordinative locomotor training was applied to 20 subjects in the experimental group for 30 minutes, 5 times a week for 4 weeks. Body alignment was measured using a formetric, and variables representing body alignment included trunk inclination, trunk imbalance, pelvic tilt, pelvic torsion, kyphotic angle and lordotic angle. The results of this study were as follows: As for the Body alignment, there were significantly increased in kyphotic angle and lordotic angle in the experimental group. From the above results, it seems that coordinative locomotor training has a positive effects on the body alignment of high school baseball players. The coordinative locomotor training was able to produce confirmation that body alignment change in the case of effective exercise interventions in high school baseball players. Coordinative locomotor training is thought to be effective in preventing physical imbalance in high school baseball.

▶ **Key words:** Baseball player, Body alignment, Coordinative locomotor training, Kyphotic, Lordotic

[요 약]

본 연구는 고등학교 야구선수들의 신체 정렬을 증진 시키는 방법으로 협응이동훈련의 효과를 알아보는 데 그 목적이 있다. 실험군 20명을 대상으로 협응이동훈련을 4주간 주 5회 40분 적용하였다. 신체 정렬은 포메트릭으로 측정하였고, 신체 정렬을 나타내는 변수로는 앞·뒤 몸통 기울기 각, 좌·우 몸통 기울기 각, 골반 기울기 각, 골반 비틀림 각, 등뼈 후만각, 허리 전만각 등이 있다. 협응이동훈련을 고등학교 야구선수에게 적용한 후 측정 결과는 실험군에서 등뼈 후만각, 허리 전만각에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 위의 결과로 보아 협응이동훈련이 고등학교 야구선수의 신체 정렬에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 고등학교 야구선수의 신체 불균형을 예방하는 데 있어서 협응이동훈련이 효과적임을 확인할 수 있었다.

▶ **주제어:** 등뼈 후만각, 야구선수, 신체 정렬, 허리 전만각, 협응이동훈련

I. Introduction

운동 활동 참여의 중요성을 강조하거나 경기력 향상의 목적을 이루기에 앞서 운동 습관으로 인한 자세 변화와 잠재된 운동 수행 능력 보존의 측면에서 몸통 정렬이 중요하다[1]. 운동선수들은 성장기인 유년기부터 성인에 이르기까지 운동능력 향상을 오랜 기간 같은 동작을 반복한다[2]. 척추의 변형은 몸통 주변 근육과 관절의 특성을 변형시키며[3], 몸 전체의 분절 간 상호작용의 변화는 신체 불안정성을 일으킨다. 몸 전체의 분절 간 상호작용의 변화는 신체 불안정성을 일으킨다[4]. 편측을 쓰는 동작과 올바르게 앉은 자세 때문에 신체 좌·우 근육의 불균형을 가져오고, 몸통 정렬의 변화가 나타난다[5]. 또한 선천적이며 병적인 요인이 아닐 때 사람의 자세는 생활 습관, 규칙적이고 반복되는 동작, 그리고 신체활동으로 변형이 나타난다[6]. 몸통 정렬의 변화는 근·골격계의 이상을 의미하고, 또는 다른 장애에 대한 신호로 나타난다[7]. 불 균형된 몸통 정렬은 형태적인 변화와 통증을 야기하고, 통증은 이 움직임의 범위와 능동적 움직임을 제한하여 운동 경기력을 저하시킨다[8]. 많은 스포츠 종목 중 테니스, 골프, 탁구, 야구 등은 신체의 편측을 이용하는 운동이다[9].

야구는 주로 편측으로 던지고 치고 하는 자세들이 반복적으로 일어나서 선수들의 골반이나 척추에 변형될 가능성이 크다[10]. 또한 던지고 받는 동작들은 편측 뒤틀림이 일어나서 신체의 불균형을 야기시킨다[11]. 그래서 야구선수들에게는 신체의 부정렬과 기능장애의 위험성이 존재할 수 있다.

신체 정렬은 운동형태에 따른 바른 자세라고 할 수 있으며, 이러한 자세는 중력을 비롯한 주변 환경이나 의도적인 반복적인 운동에 의해서 변할 수 있다[12]. 성장기 학생들의 운동 참여는 기초체력과 유산소성 능력을 향상시키며, 신체활동과 체육활동을 통하여 운동능력과 기초체력을 향상시켜 건강을 유지, 증진할 수 있다[13]. 따라서 규칙적인 운동은 미성년 시기의 체력 향상에 효과적이며, 근·골격계의 크기나 근 파워가 빠른 변화를 나타내기 때문에 적절한 운동프로그램을 계획하는 것이 중요하다[14]. 이러한 팔·다리의 유기적인 움직임을 나타내면서 체계적인 훈련이 협응이동훈련이다.

협응이동훈련은 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)의 패턴들을 sprinter(달리는 사람), skater(스케이팅 타는 사람)의 두 개의 동작으로 인간의 협응적인 움직임이다[15]. 협응이동훈련은 나선형, 대각선 운동으로 과학적이며, 몸통 안정화

와 고유수용기를 자극할 수 있는 운동으로 임상에서 사용되고 있다[16]. 또한 스프린터와 스케이팅의 동작들은 PNF의 머리와 목 패턴, 팔·다리의 유기적인 움직임이 결합되어 있는 통합 운동프로그램이다. 또한 스프린터와 스케이팅은 운동조절(motor control)의 4단계, 운동학습(motor learning)의 3단계를 적용할 수 있고, 닫힌 사슬운동(closed kinematic chain)과 열린 사슬운동(open kinematic chain)의 중재를 할 수 있다[17]. 이러한 협응이동훈련은 가장 기능적이고 효율적인 움직임을 가장 잘 나타내며, 두 가지 움직임의 통합을 사용하는 것이 몸통 안정성을 향상시켜 고유수용성 감각을 증진시킨다[18].

협응이동훈련을 적용한 연구들은 양궁선수의 균형 능력을 알아보는 연구[5], 그리고 아동의 자세 불균형과 보행에 관한 연구들이 있었다[19]. 하지만 엘리트 선수들을 대상으로 신체 정렬에 관한 연구들은 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 고등학교 야구선수들을 대상으로 협응이동훈련을 실시하여 신체 정렬에 미치는 영향을 알아보고, 엘리트 체육 현장에서 쉽게 사용할 수 있는 운동프로그램에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. Methods

1. Study subject

본 연구는 G시에 있는 D고등학교 야구선수들을 대상으로 하였으며, 협응이동훈련을 20명을 대상으로 시행하였다. 본 연구를 시행하기 위해 훈련 참가자와 야구부 감독 및 코치 등에게 본 연구의 목적과 방법을 상세히 설명하였고, 훈련 참가자에게 훈련 참여 동의서를 작성하게 하였다. 훈련 참가자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects

Exercise group (N=20)	
Age (yr)	18.16±1.21
Height (cm)	179.6±8.29
Weight (kg)	79.70±12.71
Bmi	22.40±4.78

2. Exercise program

본 연구에서 시행하게 될 스프린터와 스케이팅 패턴은 미국스포츠의학회(American College of Sports Medicine, 2020)의 운동 지침서를 활용하여 총 4주 동안

주 5회 적용하였다. 본 연구에서는 훈련군은 협응이동훈련에서 스프린터와 스케이터 패턴[13]을 좌, 우 50초 유지하고 훈련 후 2분간 휴식을 1 set로 반복 횟수(1주: 2set, 2주: 3set, 3주: 4set, 4주: 5set)를 움직임의 횟수 및 범위를 증가시키면서 운동 강도를 점차적으로 증가하는 점증 부하훈련(progressive Resistance Exercise, PRE)을 이용하였다<Table 2><Fig 1>.

Table 2. Exercise program

	posture	min/set
warm up	stretching	10 min
1 week	standing	15min/2set
2 week	standing	20min/3set
3 week	standing	25min/4set
4 week	standing	30min/5set
cool down	stretching	10 min

3. Measuring tool

신체 정렬 측정 장비는 독일 뮌스터 의과대학 연구소에서 개발한 3차원 영상처리기기(Fometric III, Germany)를 사용하여 앞뒤 체간 기울기 각, 좌우 체간 기울기 각, 골반의 좌우 경사각, 골반 비틀림 각, 흉추 후만각, 요추 전만각을 측정하였다. 먼저 선수들이 상의를 벗고 등에 모니터 쪽을 향하게 하고 몸에 힘을 빼고 촬영하였다. 측정 시간은 0.04초 시간이 걸리며, 사진 분석은 자동적으로 이루어진다. 신체 정렬 측정 장비에서 입력되어 계산이 이루어지고, 측정 및 분석은 피험자 한 명당 3-4분 정도 걸린다. 이 측정 장비 신체 척추구조를 전두면, 횡단면, 시상면에서 분석을 할 수 있고, 측정자 내 신뢰도($r=.77\sim.97$)와 측정자 간 신뢰도($r=.77\sim.92$)가 입증된 기구이다 [20]<Fig2>.

측정은 관골의 후상장곡극(posterior superior iliac spine)을 가르키는 DL(left lumbar dimple), DR(right lumbar dimple), 골반 위쪽의 움푹 들어간 곳을 말한다. DM은 DL과 DR의 중간 부분이며, VP-DM 거리는 몸통의 길이를 의미한다. 구체적인 신체 정렬의 하위 변수들은 <Table 3>과 같다.



Fig. 1. Sprinter & Skater pattern



Fig. 2. Fometric III

Table 3. Sub-variable

variable	normal range
Trunk inclination	0°
Trunk imbalance	0°
Pelvic tilt	0°
Pelvic torsion	0°
Kyphotic angle	47° ~ 50°
Lordotic angle	38° ~ 42°

4. Statistical method

본 연구의 자료처리는 SPSS 22.0(window statistical package)을 사용하여 변수별 측정치를 기술통계로 정리하였다. 측정된 자료는 Kolomogorov-Smirnov로 검정하였고, 측정된 모든 변수의 데이터는 정규분포 하는 것으로 나타났다. 측정된 데이터는 평균 및 표준편차를 산출 후, 훈련군 내 전, 후의 유의성을 알아보기 위해 대응표본 t 검정(paired t-test)를 실시하였다. 이때 유의수준은 $p<.05$ 로 정하였다.

Table 4. Comparison of measured of variable

Item	Pre	Post	t	p
trunk inclination	3.76±20.72	-2.91±23.54	1.39	.18
trunk imbalance	-3.24±11.07	-3.45±9.51	.092	.93
pelvic tilt	1.56±5.35	0.84±3.67	.767	.43
pelvic torsion	0.12±2.42	0.02±2.90	.255	.80
kyphotic angle	40.45±11.22	45.68±6.51	-2.61	.015*
lordotic angle	37.33±8.54	41.62±4.33	-3.70	.001*

Mean±SD, Paired t- test, p<.05*

III. Result

협응이동훈련의 스프린터와 스케이터 패턴을 실시한 후 신체 정렬의 변화는 <Table 4>과 같다.

측정 변인으로 앞뒤 체간 기울기 각, 좌·우 체간 기울기 각, 골반 기울기 각, 골반 비틀림 각, 등뼈 후만각, 허리 전만각을 측정 하였다.

실험군의 등뼈 후만각은 실험 전 40.45±11.22에서 실험 후 45.68±6.51로 유의한 차이를 나타냈고, 정상적인 범위로 변화가 있었다(p<.05),

허리 전만각은 37.33±8.54에서 실험 후 41.62±4.33으로 유의한 차이를 나타냈고, 정상적인 범위로 변화가 있었다(p<.05)

앞뒤 체간 기울기 각은 3.76±20.72에서 실험 후 -2.91±23.54로 유의한 차이가 나타나지 않았고(p>.05), 좌·우 체간 기울기 각도 -3.24±11.07에서 실험 후 -3.45±9.51로 유의한 차이가 나타나지 않았고(p>.05),

골반 기울기 각은 (p>.05), 1.56±5.35에서 실험 후 0.84±3.67로 유의한 차이가 나타나지 않았고(p>.05), 골반 비틀림 각도 0.12±2.42에서 실험 후 0.02±2.90으로 유의한 차이가 나타나지 않았고(p>.05).

IV. Discuss

본 연구에서는 협응이동훈련이 고등학교 야구선수의 신체 정렬 변화에 미치는 영향을 확인하기 위해 운동프로그램을 시행 전·후 몸통 정렬의 변화를 측정하였다.

측정값을 분석한 결과, 운동프로그램을 실시한 후 신체 정렬의 변수 중, 앞뒤 체간 기울기 각, 좌·우 체간 기울기 각, 골반 기울기 각, 골반 비틀림각 등은 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 모든 변인들이 0도에 가까운 범위에서 유의한 변화가 나타났다. 이는 협응이동훈련이 고유수용성신경근축진법의 팔·다리 패턴, 머리와 목 패턴,

몸통 패턴의 특징을 포함하고 있는 통합적인 운동프로그램이기 때문이며, 이 패턴이 고등학교 야구선수들의 고유수용기를 자극하고, 정상적인 반응을 일으켜 올바른 신체 정렬이 일어난 것으로 보인다.

신체 정렬에 또 다른 변수인 등뼈 후만각, 허리 전만각은 통계적으로 유의하게 차이가 나타났다. 척추 굽이가 자연스러운 것은 정지된 형태보다 역동적으로 움직임으로 그 모양이 변화할 수 있다[21]. 그래서 본 연구에서는 본 운동프로그램이 야구선수들의 신체 정렬에 필요한 척추 펌근의 활성화를 시켜 몸통을 바로 세우고 뒤굽음 각도도 증가하여 허리 전만각과 등뼈 후만각에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각한다. 더불어 협응이동훈련의 반복적인 패턴이 해부학적 자세에서 척추의 시상면에서 굽힘과 펌 동작이 나타날 수 있는 움직임들을 반복시켜, 근막에 전방사슬과 후방사슬에 자극을 주어 허리 전만각과 등뼈 후만각에 유의미한 차이가 나타난 것으로 판단된다. 이에 대한 선행 연구를 살펴보면, 중, 고등학생들의 골반이나 척추 정렬의 변수를 알아보는 연구에서 등뼈 후만각과 허리 전만각이 상관관계가 있다고 하였다[22]. 즉, 실험 전, 후 등뼈 후만각이 좋아지면 허리 전만각도 좋아진다는 의미이다. 또 다른 연구에서는 몸통 회전운동이 부정렬증후군의 자세 정렬의 변화와 보행에 미치는 영향에서 스프린터와 스케이터의 통합운동을 적용한 그룹에서 자세 정렬에 유의한 차이가 나타나 본 연구를 지지해 주었고[23], 측만증 청소년을 대상으로 4개월간의 PNF의 몸통 회전운동을 실시한 후 비대칭적인 근력이 회복되었고, 허리 만곡이 감소되었다고 하였다[24]. 마지막으로 특별성 측만증 대상자에게 협응이동훈련을 시행했는데 척추 외형에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고 하였다[25].

이와같이 고유수용성 감각을 자극하는 운동프로그램은 인체의 근육과 관절에 있는 운동계의 반응을 나타나도록 도움을 주며, 움직임을 협응적으로 패턴화 시켜 다양한 분야에서 사용된다[26]. 또한 척추를 곧게 세우면 허리뼈의 전만각이 증가하고, 등뼈 후만각도 정상범위에 위치한다[27].

본 연구는 엘리트 선수들을 대상으로 신체 정렬과 관련된 연구가 부족하여 모든 종목의 운동선수들에게 일반화시킬 수 없다는 것과 대조군이 없는 연구라는 점에서 본 연구의 제한점이라 생각된다.

추후에는 협응이동훈련을 적용한 군과 적용하지 않은 군을 비교하여 균형 및 다양한 변수들을 알아보는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. Conclusions

본 연구는 협응이동훈련이 고등학교 야구선수의 신체 정렬에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하여 고등학교 야구선수들의 신체 정렬 및 경기 수행력 향상에 도움을 주자 하였다. 이와 같은 연구목적은 달성하기 위해 고등학교 야구선수 20명을 대상으로 협응이동훈련을 시행한 후 신체 정렬을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

협응이동훈련을 실시한 전·후 신체 정렬에 관한 연구에서 신체 정렬의 변인은 등뼈 후만각과 허리 전만각에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

본 연구를 종합해 볼 때, 협응이동훈련이 고등학교 야구 선수의 신체 정렬 개선에 효과적인 운동프로그램임을 확인할 수 있었다.

ACKNOWLEDGEMENT

"This study was supported by research fund from Songwon university 2022(A2022-34)"

REFERENCES

- [1] Sjpark, Jyshin and Rhwang, "Sling exercise effects on sagittal alignment of chronic low back pain patients," *Korean Journal of Science*, Vol. 54, No. 1, pp. 527-534, Jan. 2015.
- [2] Klha, "Analysis of back pain in athletes," *The Korea Society of Sports Medicine*, Vol. 3, No. 2, pp. 1-10, Nov. 1985. DOI : 10.1097/00007632-198405000-00008
- [3] D. Ford, K. Bagnall, K. Mcfadden, B. Greenhill and V. Raso, "Paraspinal muscle imbalance in adolescent idiopathic scoliosis," *Spine*, Vol. 9, No. 4, pp. 373-376, May 1984.
- [4] M. Nault, P. Allard, S. Hinse, R. leblanc, O. Labella and H. Sadeghi, "Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis," *Spine*, Vol. 27, No. 17, pp. 1911-1917, Sep. 2002.
- [5] Jpkim, "The Effect of Balance Exercise on Postural Control and Shooting Record in Archers," *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 18(2), pp. 65-74, Jun. 2008.
- [6] R. Schmidt-Wiethoff, W. Rapp, F. Mauch, T. Schneider, and H. Appell, "Shoulder rotation characteristics in professional tennis players," *International Journal of Sports medicine*, Vol. 25, No.2, pp. 154-158, Oct. 2004. DOI: 10.1055/s-2004-819947
- [7] A. Shumway-Cook and M. Woollacott, "Motor control," *Lippincott Williams & Wilkins*, pp. 1-18, 2007.
- [8] Cgpark, "The study of low back pain self-awareness scale and spinal lateral deformity between unilateral exercise athletics in adolescents," *International Journal of Coaching Science*, 12(3), pp. 139-144, Sep. 2010.
- [9] Jyseo, Kslee and Hss, "The affects of unilateral muscular training for the record improvement in swimming," *The Korean Journal of Sports Science*, 14(2), pp. 729-735, Oct. 2005.
- [10] Hjlee, Ymna and Kblim, "Biomechanical characteristics of lower extremities and pelvis in korean soccer players who complain of chronic low back pain," *The Korean Society of Sports Medicine*, 22(1), pp. 59-66, Jan. 2004.
- [11] Hnyoo, Mglee and Scsung, "Comparison of figures of the vertebra and pelvis by sports type in collegiate athletes," *The Korean Journal of Physical Education*, Vol. 48, No. 1, pp. 411-421, Jan. 2009.
- [12] Dhpark, Dmchoi and Sylee, "An influence of deflective arm movement of baseball players on scoliosis," *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 16, pp. 365-375, Dec. 2001.
- [13] R. Malina, "Physical activity and training effects on stature and the adolescent growth spurt," *Medicine Science Sports Exercise*, Vol. 26, No. 6, pp. 759-766, Oct. 1994.
- [14] Ibpark and Nhyeo, "Effect of Repetition Pitching on Elementary School Baseball Pitchers Skill Level on the Indices of Muscle Damage and Fatigue in Blood," *Journal of Korean Sports Medicine*, 26(1), pp. May 19-26, 2008.
- [15] B. Dietz, "Let's sprint, let's skate," *Springer Science & Business Media*, pp. 1-7, 2009.
- [16] D. Jette, N. Latham, R. Smout, J. Gassaway, M. Slavin and S. Horn, "Physical therapy interventions for patients with stroke in inpatient rehabilitation facilities," *Physical Therapy*, Vol. 85, No. 3, pp. 238-248, Mar. 2005. DOI : 10.1093/ptj/85.3.238
- [17] Tykim and Shkim, "The effects of a coordinative locomotor training program on the functional movement screen scores of badminton players," *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, 14(1), pp. 23-32, Oct. 2016.
- [18] Aypyo, Shkim, Tukim, Ejna, Mjeom, Ymjeon, Eajo, Hajo and Jjkim, "Changes of dynamic balance and flexibility after skater and sprinter," *Journal of Korean Clinical Health Science*, Vol.

- 4, No. 3, pp. 644-655, Sep. 2016.
- [19] Jckim and Jalee, "Effect of coordinative locomotor training on postural imbalance and gait in children" *Journal of Korean Society Physical Medicine*, Vol. 14, No. 3, pp. 63-71, May 2019. DOI : 10.13066/kspm.2019.14.3.63
- [20] L. Hackenberg, E. Hierholzer, W. Pötzl, C. Götze and U. Liljenqvist, "Rasterstereographic back shape analysis in idiopathic scoliosis after anterior correction and fusion," *Clinical Biomechanics*, Vol. 18, No. 10, pp. 883-889, Jan. 2003. DOI : 10.1016/S0268-0033(02)00165-1
- [21] A. Neumann, "A kinesiology of the musculoskeletal system," Elsevier Health Science, pp. 23-30, 2010.
- [22] Sykim, "Difference in male and female sponopelvic 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*, Vol. 15, No. 2, pp. 962-969, Jun. 2014.
- [23] Jwchoi and Hjno, "The influence of trunk rotation exercise and pnf exercise on gait in the individuals with malalignment syndrome," *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, Vol. 12, No. 1, pp. 49-55, Jan. 2011.
- [24] V. Mooney, "A preliminary report on the effect of measured strength training in adolescent idiopathic scoliosis," *Journal of Spinal Disorders*, Vol. 13, No. 2, pp. 102-107, Jul. 2000.
- [25] Jckim and ejoh, "Effect of Coordinative Locomotor Training on Spine Appearance and Quality of Life in Patients with Idiopathic Scoliosis: Single Subject Study," *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, Vol. 16, No. 3, Oct. 2021. DOI : 10.13066/kspm.2021.16.3.89
- [26] R. Feber, L. Ostering, and D. Gravells, "Effects of pnf stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults," *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol. 12, No. 1, pp. 391-397, Oct. 2002.
- [27] Wg yoo, "Effect of thoracic stretching, thoracic extension exercise and exercise for cervical and scapular posture on thoracic kyphosis angle and upper thoracic pain," *Journal of Physical Therapy Science*, Vol. 25, No. 11, pp. 1509-1510, Jun. 2013. DOI : 10.1589/jpts.25.1509

Authors



Se-Ju Park received the Ph.D. degrees in Public Health Ph.D. degrees in Public Health from Namhu University, Korea, in 2019, and 2021. Dr. Park joined the faculty of the Department of Rehabilitation Health, Songwon

University, Gwangju, Korea, in 2021. He is interested in meta-analysis, Health Promotion and Physical therapy.