

초등학교 야구선수들의 우세손에 따른 족저압과 신체 정렬간의 상관관계 분석

정모범[†]
청연한방병원

Correlation Analysis between Plantar Pressure and Body Alignment According to the Dominant Hand of Elementary School Baseball Players

Mo-Beom Jeong[†]
Chung-Yeon Korean Medicine Hospital

Received: July 7, 2021 / Revised: July 15, 2021 / Accepted: August 11, 2021

© 2021 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study analyzed the correlation between the plantar pressure and body alignment according to the dominant hand of elementary school baseball players.

METHODS: The subjects consisted of 32 elementary school baseball players. The 32 players were classified in the right-hand dominant group (Rt. Group, n=22) and left-hand dominant group (Lt. group, n=10). The plantar pressure was measured using a pedoscan to determine the maximum pressure and pressure distribution. The body alignment was measured using a fometric 4D to measure the trunk imbalance angle (TI), pelvic tilt angle (PTi), pelvic torsion angle (PTo), pelvis rotation angle (PR), kyphotic angle (Ky), lordotic angle (Lo), and trunk torsion angle (TT).

RESULTS: Participants showed correlations in the Rt. group, according to the left maximum pressure, Lo ($r = .592$, $p < .05$), and TT ($r = .514$, $p < .05$); according to the right

maximum pressure, PR ($r = .539$, $p < .05$), and Lo ($r = .503$, $p < .05$). In the left pressure distribution, the PR ($r = -.521$, $p < .05$) showed a negative correlation. In the Lt. group, the PT ($r = -.591$, $p < .05$) showed a negative correlation in the left pressure distribution.

CONCLUSION: These results can be used as basic data for a body analysis study of elementary school baseball players in the future.

Key Words: Baseball player, Body alignment, Dominant hand, Plantar pressure

I. 서론

대부분의 운동선수들은 초등학교에 입학하게 되는 학령기부터 운동을 시작하며 성장기를 거치며 성인이 되기까지 오랜 시간 같은 동작을 수없이 반복하여 전문 기술의 완성도를 높여간다. 스포츠 특성에 따라 편측 형태의 운동이 있으며[1], 던지는(throwing) 동작, 맞받아 치는(volleying) 동작 등과 같이 과하게 토크가 반복 되는 운동을 하는 선수들에게서 근육의 불균형이 많은 것으로 보고 되었다[2]. 또한 척추의 변화는 신체 주변 근육의 특성을 변형시킬 수 있고[3], 척추와 근육으로 이뤄진 신체 분절 간 상호작용의 변화가 직업 자세에서

[†]Corresponding Author : Mo-Beom Jeong
mobeom_j@daum.net, <http://orcid.org/0000-0003-2750-1078>

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.

불안정성을 일으키게 된다[4]. 자세는 일반적으로 사람의 신체 정렬방식을 말하는데 척추뿐만 아니라 팔과 다리를 포함한 사지도 신체 정렬에 포함이 되며 스포츠와 활동에 따라 영향을 받게 된다. 즉 신체가 움직이는 것과 자세는 깊은 관계가 있다[5]. 성인보다 성장하는 나이에 작용하는 부하에 적응 및 변형을 일으키기 쉬우며 청소년기에는 성장이 빠르게 진행되고 기능적 발달과 형태적 발육의 불균형이 나타날 수 있다[6].

한 세기를 넘어가는 역사를 자랑하고 있는 한국 야구는 2021년 대한 야구협회에 등록된 초등부 팀만 90팀으로 본격적으로 야구를 시작하는 초등학교 학생 수가 증가 하고 있다. 한국 선수들의 해외 진출 및 활약 등 비약적인 발전을 거듭하고 있는 한국 야구는 국민들의 높은 관심에 힘입어 국내 대표적 스포츠로서의 위상을 가지고 있다. 이에 선수의 경기력 향상과 선수 관리를 위해 체계적이고 과학적인 연구에 대한 관심도 높아지고 있다.

야구는 공을 던지는 것이 야구의 시작이라고 할 만큼 투구의 중요성이 요구되는 운동이다. 특히 투수들은 많은 변화구와 투구 수로 인한 손상이 잦은 편이므로 스포츠 손상과 부상 방지를 위한 노력과 과학적인 트레이닝 방법이 필요하다[7]. 선수들은 스포츠 기술의 향상뿐만 아니라 손상을 방지하려는 노력이 일차적으로 이루어져야 하기 때문에[8], 현대 스포츠에서는 구단과 선수에게 스포츠 손상을 방지하기 위하여 막대한 지원과 노력을 기울이고 있는 실정이다[9]. 어린 선수들에게서 훈련의 강도나 빈도, 올바르게 못한 기술이 체간의 정렬을 유지하는 근육들과 유연성 등에 영향을 끼쳐 신체 손상을 유발할 수 있다[10]. 또한 선행연구에서 야구경력이 많아짐에 따라 척추굽음증의 정도가 증가하고 하지와 골반의 안정성이 감소한다고 보고하였다[11]. 이에 청소년기 신체 활동은 성장에는 물론 기초체력이나 심폐지구력과 근력 등에 영향을 미친다[12].

야구 메커니즘을 보면 와인드 업(wind-up), 스트라이드(stride), 초기 코킹(cocking), 후기 코킹, 가속화 구간, 공 방출 구간, 감속 구간, 팔로우 스루(follow-throw)로 이루어지며 와인드 업에서 팔로우 스루까지 모든 구간은 골반의 안정성이 필요하다. 이때 골반 안정성의 기

초는 정렬을 유지하고 있는 엉덩이 근육의 활동을 통해 제공된다[13]. 특히 오른손 투수의 경우, 오른쪽 엉덩이 관절 벌림근의 강화는 와인드 업과 초기 코킹 단계에서 골반과 스트라이드 길이의 안정성을 위해 요구된다[14]. 이렇듯 반복되는 편측 형태의 운동이 자세에 영향을 미치고[15], 우세측에 따라 하지에 요구되는 기능 또한 영향을 미친다[16].

골반은 보행 능력과 복부와 체중을 지지, 척추와 하지를 연결하여 기립자세에서 체중을 양쪽 하지에 균등하게 분배 한다[17]. 이는 족저압을 통해 신체 균형을 확인 할 수 있는 지표로 사용되며 발의 특정 부위에 가해지는 압력과 발의 전체 압력으로 임상에서 많이 사용되고 있다[18]. 또한 많은 연구에서 골반과 체간의 조절은 선수의 경기력 뿐만 아니라 상해에 중요한 역할을 한다고 증명되었다[19].

현재 우세손에 따른 연구[20]와 족저압과 신체 정렬의 상관관계 연구[18]는 각각 활발하게 진행되고 있으나 족저압과 신체 정렬의 상관관계가 우세손에 따라 구분된 연구는 미흡한 실정이다. 특히 야구는 편측성 운동이기 때문에 좌 우에 대한 구분이 필요하다고 사료된다. 이에 동일한 훈련을 받는 한 초등학교 초등부 야구선수들의 족저압과 신체 정렬의 상관관계 분석을 실시하는데 우세손에 따라 신체 요구 기능이 다르다는 선행 연구를 참조하여 진행하였다. 이 연구를 통해 초등부 야구선수들의 성장운동과 훈련계획을 세우는데 기초자료를 마련하고자 본 연구를 진행하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 광주 광역시에 소재한 H 초등학교 야구부 학생 32명을 대상으로 2019년 12월 20일 조사하였다. 초등학교 저학년 때부터 모집되어 야구경력은 5년 이내인 학생들로 구성되었다. 동일한 훈련을 실시 하는 초등학교 야구부를 선택하였으며 신경학적 증상이 없으며 근골격계 장애 및 기형이 없고 상지와 하지에 통증 및 운동제한이 없는 대상으로 실시 하였다. 우세손에 따라 오른손잡이 그룹과 왼손잡이 그룹으로 지정하였

Table 1. Characteristics of the Subjects

	Right-hand dominant group (n = 20)	Left-hand dominant group (n = 12)
	Mean ± SD	Mean ± SD
Age	11.45 ± 1.14	11.91 ± 1.16
Height	142.95 ± 12.92	150.08 ± 12.23
Weight	39.94 ± 9.84	45.28 ± 10.68

SD: standard deviation

다. 양손잡이로 확인된 학생들은 제외하였고 집단구성은 다음과 같다(Table 1.).

2. 측정도구

1) 족저압 검사

선 자세에서 양 발에 가해지는 족부의 압력을 측정하기 위해 Pedoscan (Diers, Germany)를 이용하였다. 정적 족저압 측정 하였으며 압력 분포를 통한 하지의 비대칭적 분석을 실시하였다. 측정은 척추 정렬 측정 장비 촬영과 동시에 이루어졌으며, 대상자는 기립상태에서 편안한 자세를 유지하여 각 발의 좌우 최대 압력과 평균 압력을 측정 하였다.

2) 신체 정렬 검사

신체 정렬 측정 장비는 4차원 영상분석기(Formetric 4D, Germany)를 사용하여 측정하였다. 이 장비의 특징으로는 빠르고 정확한 측정시간, 할로겐 램프 사용으로 인한 방사선 피폭 위험이 없으며, 높은 재현성과 객관적 데이터 제공 그리고 측정 결과를 통한 자세 및 척추 측만증 진단이 가능하다. 촬영자세는 액세서리를 뺀 이후 대상자는 속옷을 제외하고 상의를 탈의하고 발판 위에 올라서서 등은 측정 장비의 카메라 쪽을 향한 후 꼬리뼈가 보일 정도까지만 하의를 내리게 하였다. 4차원 영상분석기 장비와 대상자 사이의 거리는 2m로 하였고, 측정 자세는 몸에 힘을 빼고 양 팔은 자연스럽게 내리며 시선은 약간 아래쪽 약 15도 굴곡자세를 취한다. 무릎은 곧게 펴고 발은 어깨 넓이로 벌린다. 이때 뒤꿈치를 측정라인에 맞추어 선다. 촬영시간은 족저압 검사와 함께 실시하여 약 6초가 소요되었다. 촬영으로

형성된 모델은 오차가 .05mm 정도에 불과하기 때문에 등 표면의 형태를 정확하게 분석 할 수 있다. 몸통 기울기각(trunk imbalance angle), 골반 기울기각(pelvic tilt angle), 골반 비틀림각(pelvic torsion angle), 골반 회전각(pelvis rotation angle), 등뼈 뒤굽음각(kyphotic angle), 허리뼈 앞굽음각(lordotic angle), 몸통 비틀림각(trunk torsion angle)을 측정하였다[21].

3. 분석방법

수집된 자료들의 정규성을 검증하기 위해 Shapiro-Wilk 분석을 실시하여 모든 자료의 정규분포를 확인하였다. 각 그룹에 따른 족저압과 신체 정렬의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 상관분석의 이변량 상관계수를 구하였다. 통계처리는 window version SPSS program 21.0을 이용하였으며 모든 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다

III. 결과

1. 오른손잡이 그룹에서 족저압과 신체 정렬의 상관관계
오른손잡이 그룹에서의 상관관계를 보면, 왼쪽 최대 압력에 따라 허리뼈 앞굽음각($r = .592, p < .05$), 몸통 비틀림각($r = .514, p < .05$), 오른쪽 최대압력에 따라 골반 회전각($r = .539, p < .05$), 허리뼈 앞굽음각($r = .503, p < .05$)에서 각각 양의 상관관계를 보였다. 왼쪽 압력분포에서 골반 회전각($r = -.521, p < .05$)이 음의 상관관계를 보였다. 오른쪽 압력분포에서 골반 회전각($r = .521, p < .05$)이 양의 상관관계를 보였다(Table 2.).

Table 2. Correlation of Body Alignment with Plantar Pressure in the Right-hand Dominant Group

		TI	PTi	PTo	PR	Ky	Lo	TT
Left maximum pressure	Pearson's correlation	.165	.205	.127	.138	.203	.592*	.514*
	P	.486	.387	.592	.561	.236	.006	.021
Right maximum pressure	Pearson's correlation	.077	-.161	.179	.539*	.373	.503*	.331
	P	.746	.497	.451	.014	.105	.024	.155
Left pressure distribution	Pearson's correlation	-.286	.172	.044	-.521*	.105	-.071	.005
	P	.221	.468	.853	.018	.659	.767	.982
Right pressure distribution	Pearson's correlation	.287	-.172	-.044	.521*	.105	-.071	.005
	p	.220	.468	.853	.018	.659	.766	.983

*p < .05

TI: trunk imbalance angle

PTi: pelvic tilt angle

PTo: pelvic torsion angle

PR: pelvis rotation angle

Ky: kyphotic angle

Lo: lodotic angle

TT: trunk torsion angle

Table 3. Correlation of Body Alignment with Plantar Pressure in the Left-hand Dominant Group

		TI	PTi	PTo	PR	Ky	Lo	TT
Left maximum pressure	Pearson's correlation	-.121	-.413	.047	.039	.147	-.137	-.140
	P	.708	.182	.886	.905	.649	.672	.664
Right maximum pressure	Pearson's correlation	.496	-.418	-.024	-.179	-.085	.194	.063
	P	.101	.177	.940	.579	.794	.545	.847
Left pressure distribution	Pearson's correlation	-.286	-.591*	.394	.059	-.054	-.292	-.087
	P	.368	.043	.206	.856	.867	.357	.789
Right pressure distribution	Pearson's correlation	.286	.591*	-.394	-.059	.054	.292	.086
	p	.368	.043	.206	.855	.868	.357	.789

*p < .05

TI: trunk imbalance angle

PTi: pelvic tilt angle

PTo: pelvic torsion angle

PR: pelvis rotation angle

Ky: kyphotic angle

Lo: lodotic angle

TT: trunk torsion angle

2. 왼손잡이 그룹에서 족저압과 신체 정렬의 상관관계
 왼손잡이 그룹에서의 상관관계를 보면, 왼쪽 압력분
 포에서 골반 기울기각($r = -.591, p < .05$)이 음의 상관관

계를 보였다. 오른쪽 압력분포에서 골반 기울기각($r =$
 $.591, p < .05$)이 양의 상관관계를 보였다(Table 3).

IV. 고 찰

야구에 있어 투구 동작은 단순히 상지의 동작만으로 이루어지는 것이 아니며 하지, 체간, 상지의 각 분절과 근육들의 협력작용이 필요하다[22]. 특히 지면과 가장 가까운 하지에서의 추진력은 골반, 체간을 통하여 상지로 전달되어 어깨의 최대 각속도를 만들어낸다[23]. 야구선수의 경우 골반 조절이 잘되지 않으면 하지에서 골반과 허리로의 효율적이고 충분한 힘을 전달 하기 힘들게 되고[24], 중간 볼기근 근력 약화와 기능장애로 인해 골반의 안정성이 떨어지게 되며 이는 골반 및 하지에 부상 위험을 발생시킨다[25]. 이에 본 연구는 본격적으로 야구를 시작한 초등부 야구선수들의 잠재적인 장해요인인 부적절한 자세를 야기할 수 있는 족저압과 신체 정렬의 상관관계를 파악해 기초자료를 마련하고자 본 연구를 진행하였다.

오른손잡이 그룹에서의 연구결과를 보면 허리뼈 앞굽음각이 왼쪽 최대압력에 따라 양의 상관관계를 보이고 오른쪽 최대 압력에 따라 양의 상관관계를 보이는 것은 보행 시 한쪽 체중지지가 이루어질 때 허리뼈 앞굽음각이 증가함을 보임으로써 선행연구와 일치하였다[26]. 이는 해부학적으로 엉덩관절 굽힘근과 넙다리 두갈래근은 골반 앞기울임과 골반 뒤기울임을 발생시키고 허리 움직임에 영향을 미친다. 중간 볼기근 근력을 결을 때 또는 한발로 설 때 한쪽 골반이 떨어지지 않도록 골반의 안정성을 잡아주는 역할을 한다[27]. 왼쪽 최대압력에 따라 몸통 뒤틀림각이 양의 상관관계를 보이고 오른쪽 최대압력에 따라 골반 회전각이 양의 상관관계를 보이는 점에서 왼쪽 최대압력이 높을수록 몸통의 오른쪽이 전방으로 쏠림 현상이 심해지며 오른쪽 최대압력이 높아질 시 반대 급부로 골반이 오른쪽으로 회전하는 상관관계를 볼 수 있다. 일반적으로 양측으로 존재하는 신체 기관에서는 대체적으로 우세함을 보이는 어느 한쪽이 있는데 이 현상은 손과 발에서 뚜렷이 나타난다[28]. 인종마다 약간의 차이는 있으나 사람들은 일반적으로 90% 정도가 오른손 잡이이고[29], 국내 연구에서도 오른손 잡이가 86.3%로 보고되었다[30]. 본 연구의 대상자는 야구 선수이고 야구 특성상 편측 운동

으로 스트라이드에서 팔로우 스루까지 많은 몸통회전과 힘을 요구하게 된다[31]. 이는 팔로우 스루까지 가는 동안 어깨관절의 내전과 내회전이 강하게 작용한다. 이 연구결과로 오른손잡이 그룹은 오른쪽 몸통이 전방으로 치우쳐져 있으며 오른쪽으로의 체중 지지 시 골반으로 보상됨을 유추해 볼 수 있다. 이는 반복된 편측성 운동이 근육의 길이와 근력의 불균형을 초래하게 되며 골반의 위치를 변경시킨다[32]. 또한 왼쪽 압력분포에서 골반 회전각이 음의 상관관계를 가지는 것은 오른쪽 체중분포가 높아질수록 골반의 오른쪽 회전각이 높아지는 양의 상관관계를 가지게 되는 것을 보고 유추 해볼 수 있다.

왼손잡이 그룹에서의 연구결과를 보면 왼쪽 체중분포가 높아질수록 골반의 기울기각이 음의 상관관계를 가지게 되고 이는 왼발로 체중분포가 높아지면 왼쪽 골반이 상대적으로 오른쪽 골반에 비해 올라감을 뜻한다. 이는 왼쪽 중간 볼기근의 약화를 유추해 볼 수 있다. 또한 오른손잡이 그룹은 좌우 체중 분포에 따라 골반의 회전각으로 보상이 되었다면 왼손잡이 그룹은 골반의 기울기각으로 보상됨을 볼 수 있다. 왼손잡이 그룹에서 다른 상관관계는 없는 것으로 보아 오른손잡이 그룹에서는 운동학습으로 인해 우측으로 집중화된 결과를 보였고, 왼손잡이의 우측 편측화 되는 운동학습이 양측 대뇌 반구에서 모두 활성화되는 양상을 보인 선행연구 결과를 토대로 유추 해볼 수 있다[33].

본 연구의 목적은 우세손에 따른 족저압과 신체 정렬의 상관관계를 비교하여 오른손잡이와 왼손잡이 중 어느 우세손이 더 정상인지의 여부를 파악하고자 하는 것이 아니라 오른손잡이와 왼손잡이의 중재와 운동의 시작점에서 이들의 차이를 보고 각각에 맞게 운동프로그램이 적용되어지길 바램으로 진행하였다. 그러나 사람을 대상으로 하는 연구이기 때문에 동질성을 최대한 확보하고자 동일한 운동프로그램을 실시한 하나의 초등학교를 대상으로 하였기에 본 연구를 일반화 하기에 연구대상자 수가 적었다는 것이 제한점이다. 많은 스포츠 종목 중에서도 특히 야구는 던지고, 치고, 받고 등 포지션에 따라 선수 개개인의 기능이 부각 되는 스포츠이다. 선행연구에서 스포츠 종목에 따른 운동학적인

변인과 신체정렬, 족저압 등 숙련자와 비숙련자 비교 연구가 되고 있다[11,18,22]. 이런 연구를 토대로 지도자들은 종목에 따라 숙련자 일수록 최대 기량을 발휘하기 위한 자세를 훈련 시키고 있다. 초등학생들은 고등학생이나 프로 선수들에 비해 숙련도가 떨어지고 성장기에 있기 때문에 스포츠 동작 분석뿐만 아니라 자세 분석의 비교를 통해서도 추후 연구가 진행됨에 있어 이 연구의 결과가 기초자료가 될 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 초등학교 야구선수들의 족저압과 신체정렬의 상관관계를 우세손에 따라 알아보는데 목적이 있다. 광주광역시 소재 H초등학교의 야구부 선수들을 대상으로 연구한 결과를 바탕으로 얻어진 결론은 다음과 같다.

족저압과 신체 정렬의 상관관계를 분석한 결과, 오른손잡이 그룹에서 왼쪽 최대압력에 따라 허리뼈 앞굽음각, 몸통 비틀림각에서 양의 상관관계를 보였다. 오른쪽 최대압력에 따라 골반 회전각, 허리뼈 앞굽음각에서 양의 상관관계를 보였다. 왼쪽 압력분포에서 골반 회전각이 음의 상관관계를 보였다. 왼손잡이 그룹에서 왼쪽 압력분포에 따라 골반 기울기각이 음의 상관관계를 보였다. 따라서 본 연구의 결과가 추후 초등학교 야구선수들의 체형분석 연구의 기초자료로 사용 될 수 있을 것으로 생각된다.

References

- [1] Seo JY, Lee KI, Shin HS. The Affects of Unilateral Muscular Training for the Record Improvement in swimming. KSSS. 2005;14(2):729-35.
- [2] Hickey D, Solvig V, Cavalheri V, et al. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2018;52(2):102-10.
- [3] Ford DM, Bagnall KM, McFadden KD, et al. Paraspinal muscle imbalance in adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 1984;9(4):373-6.
- [4] Nault ML, Allard P, Hinse S, et al. Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 2002;27(17):1911-7.
- [5] Cook G. Athletic body in balance. Human kinetics. 2003.
- [6] Ahn YD, Kim JI, Shin JH. A Longitudinal Study on Changes in Physical Fitness and Morphological Proportionality in Hockey Players. KJGD. 2009;17(4):211-9.
- [7] Bahr R. Why screening tests to predict injury do not work-and probably never will...: a critical review. Br J Sports Med. 2016;50(13):776-80.
- [8] McKenzie CS. Trunk Stability in Professional Baseball Pitchers and It's Correlation to Injuries and Performance: 726May 29 8: 30 AM-8: 45 AM. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2008;40(5):S49.
- [9] Devaney LL, Denegar CR, Thigpen CA, et al. Preseason Neck Mobility Is Associated With Throwing-Related Shoulder and Elbow Injuries, Pain, and Disability in College Baseball Pitchers. Orthop J Sports Med. 2020;8(5).
- [10] Harvey J, Tanner S. Low back pain in young athletes. Sports Med. 1991;12(6):394-406.
- [11] Park IB. The Comparison on Scoliosis and Functional Movement Screening of Baseball Athletes in Growth Period According to Career. J.KSLES. 2018;25(3):357-63.
- [12] Lee M, Choi T. The Effects of Jeju Oreum Walking Exercises on Physique, Physical Fitness, GOT, Blood Lipid Profiles, Blood Pressure and Obesity in Elementary Students. KJGD. 2014;22(3):223-30.
- [13] Oliver GD, Keeley DW. Pelvis and torso kinematics and their relationship to shoulder kinematics in high-school baseball pitchers. J Strength Cond Res. 2010;24(12):3241-6.
- [14] Wilk KE, Meister K, Fleisig G, et al. Biomechanics of the overhead throwing motion. Sports Med Arthrosc Rev.

- 2000;8(2):124-34.
- [15] Marras WS, Granata KP. Spine loading during trunk lateral bending motions. *J Biomech.* 1997;30(7):697-703.
- [16] Sugiyama T, Kameda M, Kageyama M, et al. Asymmetry between the Dominant and Non-Dominant Legs in the Kinematics of the Lower Extremities during a Running Single Leg Jump in Collegiate Basketball. *J Sports Sci Med.* 2014;13(4):951-7.
- [17] Lim JH, Ko HE. The Correlation of Foot Pressure with Spinal Alignment in Static Standing. *PNF & Mov.* 2014;12(1):13-7.
- [18] Park CB, Jeong HJ, Park SH. Correlation between body alignment and foot pressure in high School Baseball Players. *JKAIS.* 2019;20(12):224-9.
- [19] Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, et al. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(5):316-25.
- [20] Shin SS, Song CH. The Effect of Lumbar Stabilization Exercise on the Static Balance of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Korean J Sports Med.* 2007;25(2):165-73.
- [21] Schulte TL, Hierholzer E, Boerke A, et al. Raster stereography versus radiography in the long-term follow-up of idiopathic scoliosis. *J Spinal Disord Tech.* 2008;21(1):23-8.
- [22] Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, et al. Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *Am J Sports Med.* 1995;23(2):233-9.
- [23] Fleising U. The ethology of mythical images in healthcare biotechnology: A methodological approach to uncovering ritualized behavior in the evolution of sickness and healing. *Anthropol Med.* 2000;7(2):227-50.
- [24] Chaudhari AM, McKenzie CS, Borchers JR, et al. Lumbopelvic control and pitching performance of professional baseball pitchers. *J Strength Cond Res.* 2011;25(8):2127-32.
- [25] Conneely M, Sullivan KO, Edmondston S. Dissection of gluteus maximus and medius with respect to their suggested roles in pelvic and hip stability: implications for rehabilitation?. *Phys Ther Sport.* 2006;7(4):176-8.
- [26] Kong JC, Moon SJ, Jo DC, et al. Study on Pelvic Parameters and Biomechanical Characteristics of Foot in Patients with Chronic Low Back Pain. *JPPKM.* 2012;26(1):81-7.
- [27] Oliver GD, Keeley DW. Gluteal muscle group activation and its relationship with pelvis and torso kinematics in high-school baseball pitchers. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):3015-22.
- [28] Han JH, Kim DS, Shin JC. Ocular Dominance Determined by Near Point of Convergence Test in Intermittent Exotropia. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2000;41(7):1592-6.
- [29] Previc FH. Nonright-handedness, central nervous system and related pathology, and its lateralization: A reformulation and synthesis. *Developmental Neuropsychology.* 1996;12(4):443-515.
- [30] Jung HS, Jung HS. Hand dominance and hand use behaviour reported in a survey of 2437 Koreans. *J Ergon Soc Korea.* 2009;52(11):1362-71.
- [31] Fleisig GS, Diffendaffer AZ, Aune KT, et al. Biomechanical analysis of weighted-ball exercises for baseball pitchers. *Sports Health.* 2017;9(3):210-5.
- [32] Gossman MR, Sahrman SA, Rose SJ. Review of length-associated changes in muscle: experimental evidence and clinical implications. *Phys Ther Rehabil.* 1982;62(12):1799-808.
- [33] Park JW, Jang SH. The Difference of Cortical Activation Pattern According to Motor Learning in Dominant and Non-dominant Hand: An fMRI Case Study. *J Kor Phys Ther.* 2009;21(1):81-8.