

소아 야구 주의 운동 사슬 평가

좋은삼선병원 정형외과

박기봉 · 조형래 · 황태혁 · 이동현

Evaluation of the Kinetic Chain in Little League Elbow

Ki Bong Park, Hyung Lae Cho, Tae Hyok Hwang, Dong Hyun Lee

Department of Orthopaedic Surgery, Good Samsun Hospital, Busan, Korea

This study is to evaluate the abnormalities in the kinetic chain in the players with little league elbow during the medical screening of middle school baseball teams. Ninety-three players were examined with elbow ultrasonography in the field. Using kinetic chain evaluation test, 27 players sonographically diagnosed of little league elbow in dominant arm were compared with 25 players who were normal as control. Scapular-spine distance, horizontal flexion test, combined abduction test, and glenohumeral internal rotation deficit were used for evaluating kinetic chain in the upper extremities, while tightness of quadriceps and hamstring muscles, internal rotation of stance leg, and external rotation of stride leg were used for lower extremities. Also, the single leg stance test and finger-floor distance were used for core stability and flexibility. Twenty-five of 27 players (93%) having little league elbow showed kinetic chain abnormalities of either upper or lower extremities or trunk. This rate was significantly higher for the players having the little leaguer's elbow than control (28%) ($p=0.017$). Each specific tests for evaluating kinetic chain were also more prevalent in little league elbow group than control, and the abnormalities in the upper extremity were more common than those in lower extremity ($p=0.026$). Combined abduction test (23/27) and limitation of internal rotation of stance leg (16/27) were the most prevalent abnormalities in upper and lower extremity test, respectively. Our findings showed that there are many abnormalities in kinetic chain in players having the little league elbow and it may be associated with pathogenesis of little league elbow.

Keywords: Athletic injury, Little league elbow, Ultrasonography, Kinetic chain

Received: September 23, 2014 Revised: November 10, 2014

Accepted: November 13, 2014

Correspondence: Tae Hyok Hwang

Department of Orthopaedic Surgery, Good Samsun Hospital,

326 Gaya-daero, Sasang-gu, Busan 617-718, Korea

Tel: +82-51-310-9289, Fax: +82-51-310-9348

E-mail: spinehth@gmail.com

Copyright ©2014 The Korean Society of Sports Medicine

© 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.

서론

소아 야구 주는 성장기 야구선수 주관절 통증의 흔한 원인 중의 하나로 내상과 견인 골단판의 분리(separation)나 분절(fragmentation)을 특징으로 한다^{1,2}. 투구 동작 단계 중 후기 코킹기와 가속기에 걸쳐 주관절 내측에 반복적으로 가해지는 외반력으로 인해 발생하며 투구 횡수와 관련된 일종의 과사용 질환으로 알려져 있다³. 그러나 질환의 발생 요인으로 선수 개인의 투구 폼, 휴식 정도나 컨디션, 신체적 조건 및 발달 정도도 관여하며 특히 투구 동작의 역학적 면에서 적절한

운동 사슬이 유지되는가를 평가하는 것이 중요하다⁴⁾. 스포츠 동작에서 운동 사슬은 신체 각 부위가 유기적으로 연결되어 근위부에서 원위부로 에너지를 전달하는 역할을 하며 투구 동작의 경우 하체에서부터 발생하는 에너지가 운동 사슬을 통해 체간과 견갑골을 거쳐 최종적으로 공으로 전달된다^{5,6)}. 따라서 주관절보다 근위부인 견갑골, 체간, 하지의 운동사슬 이상은 투구 동작에서 주관절의 부하를 증가시켜 소아 야구 주를 유발하는 중요한 원인이 될 수 있다^{4,7)}. 저자들은 중학교 야구선수의 단체 검진에서 초음파 검사상 소아 야구 주로 진단된 선수들의 상·하지 및 체간의 운동 사슬 이상을 이학적 검사를 통해 평가하고 이를 초음파 검사상 이상이 없는 대조군과 비교하여 차이를 알아보고자 한다.

연구 방법

1. 연구 대상

2013년 9월부터 2014년 2월까지 지역 내 남자 중학교 야구부

4곳을 방문하여 총 93명의 선수에게 검진을 시행하였다. 평균 연령은 14.5세(범위: 12-15세)로 중학교 1, 2학년과 리틀 구단에서 차출된 초등학교 6학년 선수들이었으며, 이미 고등학교에서 연습 중인 중학교 3학년은 연구 대상에 포함되지 않았다. 평균 신장은 168.6 cm (범위: 147-173 cm), 평균 체중은 64.7 kg (범위: 43-83 kg) 였으며 야구를 시작한 기간은 평균 4.1년(범위: 2-5년)이었다. 포지션 별로는 투수 23명, 투수 또는 야수가 15명, 포수 11명, 내야수 30명, 외야수 14명이었으며 포지션 분류상 상대적으로 전력 투구 수가 많은 투야수 겸용 선수 15명은 투수로 분류하였고 포수 및 내·외야수는 야수로 분류하였다. 각 학교의 야구부 숙소에서 휴대용 초음파 기기(LOGIQ[®]-e, 10 MHz, GE healthcare, USA)을 이용한 양측 주관절 초음파 검사를 실시하였으며, 우세수의 내측부 장축 영상에서(Fig. 1A) 내상과 견인 골단판의 분리가 견축에 비해 1 mm 이상이거나(Fig. 1B), 골단판 원위부의 골편이나 분절이 관찰된(Fig. 1C) 선수는 34명이었다. 이 중 주관절 통증이 없는 2명과 박리성 골연골염이 동반된 5명을 제외한 27명을 소아 야구주 환자군(group A)으로 선정하였고, 환자 군 중 3명에서 5° 이상의

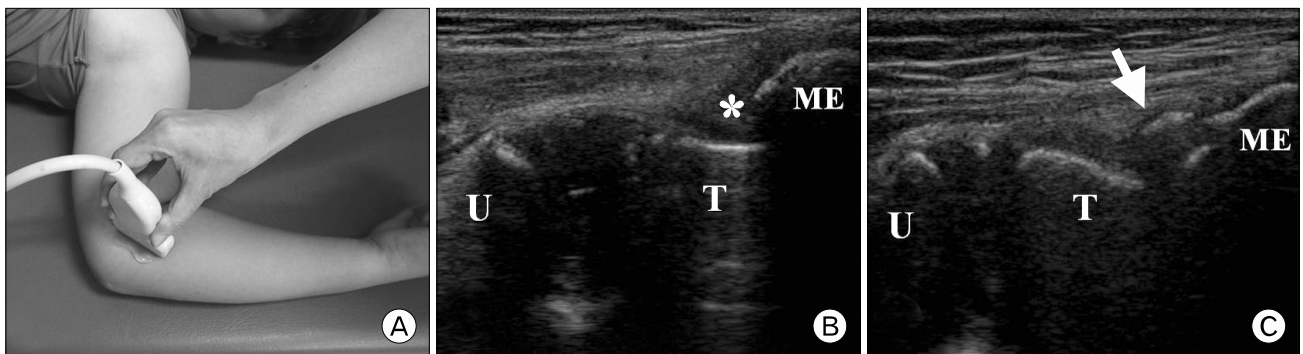


Fig. 1. Photographs of scanning technique and corresponding sonographic abnormalities. (A) Transducer is placed on medial aspect of elbow and (B) medial epicondylar apophyseal separation shows more than 1 mm gap (asterisk) between medial epicondyle and trochlea. (C) Medial epicondylar apophyseal fragmentation has bony ossicle distal to medial epicondylar apophysis (arrow). U: ulna, T: trochlea, ME: medial epicondyle.

Table 1. Demographic characteristics of participants

Characteristic	Group A	Group B	p-value
Age (y)	14.3 (1.2)	14.7 (1.5)	0.454
Height (cm)	170.2 (4.9)	168.1 (4.8)	0.474
Weight (kg)	64.9 (3.5)	62.6 (4.5)	0.634
Body mass index (kg/m ²)	22.5 (4.3)	22.2 (3.7)	0.587
Training history (y)	3.8 (1.2)	4.2 (2.1)	0.364
Dominant (right:left)	23 : 4	20 : 5	0.837
Position (pitcher:fielder)	13 : 14	11 : 14	0.454
Pitch count/wk (only for pitcher)	850 (76)	780 (83)	0.135

The values are given as the mean with standard deviation in parentheses.

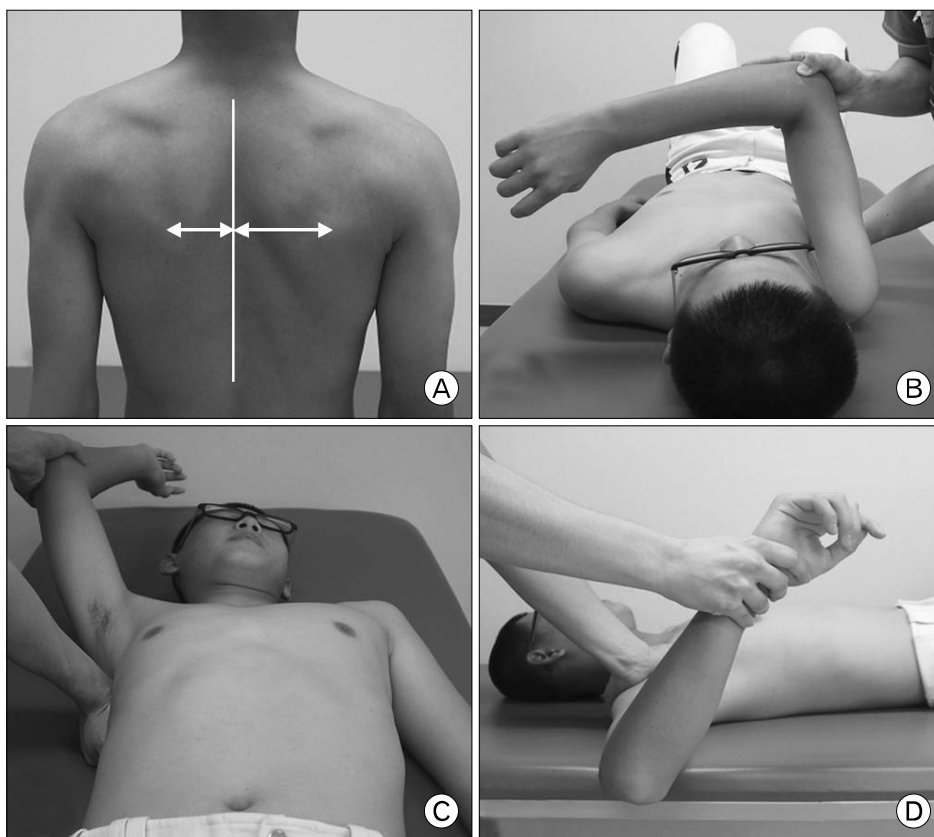


Fig. 2. Kinetic chain abnormalities of upper extremity. (A) Scapular malposition of right shoulder characterized by depression of scapula and increased spine-scapular distance (arrow lines). Limited mobility of right shoulder in (B) horizontal flexion test and (C) combined abduction test and (D) glenohumeral internal rotation.

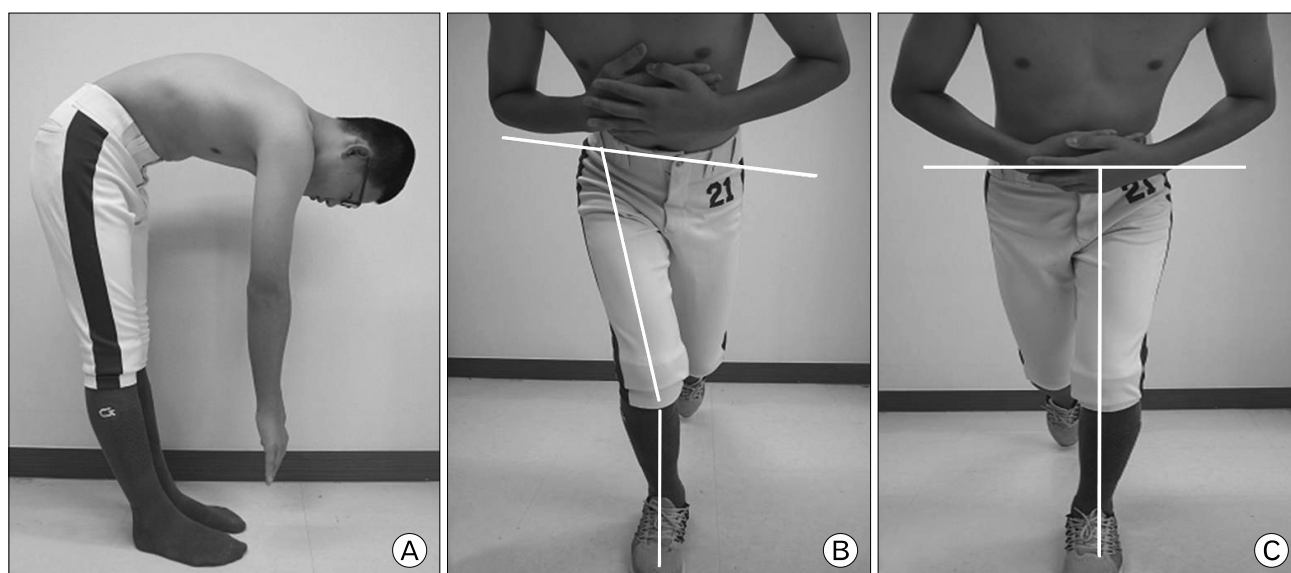


Fig. 3. Kinetic chain abnormalities of trunk and core stability. (A) Increased finger-floor distance means trunk inflexibility and core instability shows (B) increased pelvic tilting, hip adduction and knee valgus in stance leg compared with (C) stride leg in single leg stance test.

주관절 굴곡 구축이 관찰되었다. 대조군(group B)으로는 초음파 검사상 정상이며 특별한 근골격계 질환의 병력이 없는 선수를 선정하였으며 두 군 간의 신체 조건, 우세수, 포지션, 야구력, 투수의 경우 투구 수에서의 차이는 없었다(Table 1).

2. 운동 사슬의 평가 방법

운동 사슬의 평가는 경험 있는 한 명의 스포츠 의학 전문의에 의해 시행되었으며 상지, 체간, 하지 순으로 전신 이학적 검사를 시행하여 주요 관절 주위 근육의 단축 여부와 중심 안정성을 평가하였다.

1) 상지 운동 사슬

상지에서는 견갑골의 비대칭성과 전인(protraction)을 확인하기 위해 견관절 0° 외전 상태에서 견갑골 하각과 가장 가까운 척추 극돌기까지의 거리(scapular spine distance)를 측정하여 견측과 1 cm 이상의 차이가 있는지를 확인 하였다(Fig. 2A)⁸⁾. 수평 굴곡 검사(horizontal flexion test)와 복합 외전 검사(combined abduction test)를 시행하여 각각 상완과 견갑대 사이, 체간과 견갑대와 사이의 근육과 연부 조직의 구축을 판정하였는데⁹⁾, 두 검사 모두 양와위에서 검사자가 한 손으로 견갑골을

고정한 상태에서 시행하며 수평 굴곡 검사는 견관절 수평 굴곡이 45° 이하에서 통증을 느끼는 경우, 복합 외전 검사는 굴곡 외전 시 상완과 주관절이 바닥에 닿지 않거나 통증을 느끼는 경우 양성으로 판정하였다(Fig. 2B, C). 관절와 상완관절 내회전 결손은 주로 후방 관절낭의 구축 여부를 관찰하기 위한 검사로¹⁰⁾ 양와위에서 견관절을 90° 외전하고, 주관절을 90° 굴곡하여 양측 견관절 내회전의 차이가 25° 이상인 경우 양성으로 판정하였다(Fig. 2D).

2) 체간의 유연성과 중심 안정성

체간 특히 요추부의 굴곡성을 평가하기 위해 기립자세에서 체간 전굴을 시행하여 수지 침부가 바닥에 닿는지를 확인하고 수지-바닥간 거리(finger-floor distance)가 0 cm 이상인 경우 양성으로 판정하였다(Fig. 3A). 중심 안정성과 고관절 외전근의 기능의 평가는 편각 기립 검사(single leg stance test)¹¹⁾를 통해 입각 슬관절을 60° 굴곡할 경우 자세 유지에 어려움이 있거나 골반 혹은 체간의 경사, 입각 고관절의 내전, 슬관절의 외반이 나타나면 양성으로 판정하였다(Fig. 3B, C).



Fig. 4. Kinetic chain abnormalities of lower extremity. (A) Increased heel buttock distance indicates quadriceps tightness and (B) limited straight leg raising means tightness of hamstring muscles. Rotational hip motion test reveals decreased (C) internal rotation of stance leg and (D) external rotation of stride leg.

3) 하지 운동 사슬

하지에서는 편측 또는 양측 대퇴 사두근과 햄스트링 근육의 구축 여부와 고관절의 운동 범위를 위주로 평가하였는데¹²⁾ 대퇴 사두근의 구축은 복와위에서 슬관절을 굴곡하여 종둔 부 간 거리(heel-buttock distance)가 5 cm 이상인 경우(Fig. 4A), 햄스트링 근육의 구축은 양와위에서 하지 직거상 검사(straight leg raising test)를 시행하여 70° 이하에서 통증을 느낄 경우를 양성으로 판정하였다(Fig. 4B). 고관절 운동 범위는 복와위에서 슬관절을 90°로 굴곡하고 투구측 고관절(우세 수측의 고관절)의 내회전과 비투구측 고관절의 외회전 범위를 측정하여 각각 30° 이하로 제한되거나 그 이상의 각도에서 통증을 느낄 경우를 운동 제한이 있는 것으로 판단하였다(Fig. 4C, D).

3. 자료의 분석과 통계

운동 사슬 검사에 사용된 이학적 검사 방법은 관찰자 내

오차를 줄이기 위해 최소 2회 이상 실시하였으며 운동 범위 측정은 2회 측정된 값의 평균치를 사용하였다. 각 군의 연령, 신체적 특징, 야구력, 투구 수는 평균±표준편차로 표시하였고 두 군 간의 차이는 Mann Whitney U 검정을 시행하였다. 운동 사슬 평가에서는 각 항목 당 이상을 보이는 선수의 수와 각 군에서의 비율(%)을 표시하였고 각 군 간의 운동 사슬 검사 항목 간의 비교와 상지와 체간 및 하지의 운동 사슬의 비교는 카이 제곱 검정을 이용하였다. 모든 통계학적 자료의 분석은 SPSS ver. 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 p-value 0.05 미만일 때 통계학적 의미가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

소아 야구 주로 진단된 27명의 선수 중 25명(93%)에서 상지 또는 체간과 하지 운동 사슬 이상이 관찰되었으나, 대조군에서는 25명 중 7명(28%)에서 관찰되어 환자 군에서의 운동 사슬 이상의 빈도가 의미 있게 증가되어 있었다($p=0.017$) (Table 2).

Table 2. Incidence of kinetic chain abnormalities between two groups

Value	Group A (n=27)	Group B (n=25)	p-value
No. of players with abnormal kinetic chain	25 (93)	7 (28)	0.017
Upper extremity abnormalities	23 (85)	6 (24)	0.021
Lower extremity abnormalities*	15 (56)	5 (20)	0.036
p-value [†]	0.026	0.534	-

Values are presented as number (%).

*Including core stability and flexibility; [†]Difference between upper and lower extremity.

Table 3. Physical findings for the evaluation of dominant upper extremity kinetic chain

Value	Group A (n=27)	Group B (n=25)	p-value
Increased SSD* (>1 cm)	7 (26)	3 (12)	0.044
Positive horizontal flexion test	18 (67)	8 (32)	0.025
Positive combined abduction test	23 (85)	10 (40)	0.035
Glenohumeral internal rotation deficit (>20°)	10 (37)	2 (8)	0.027

Values are presented as number (%).

*SSD: scapular spine distance.

Table 4. Physical findings for the evaluation of core and lower extremity kinetic chain

Value	Group A (n=27)	Group B (n=25)	p-value
Increased finger-floor distance (>0 cm)	8 (30)	4 (16)	0.043
Positive single leg stance test (uni or bilateral)	10 (37)	5 (20)	0.048
Limited straight leg raising (<70°)	8 (30)	2 (8)	0.024
Increased heel-buttock distance (>5 cm)	11 (41)	3 (12)	0.027
Limited stance hip internal rotation (<30°)	16 (60)	4 (16)	0.012
Limited stride hip external rotation (<30°)	9 (33)	3 (12)	0.036

Values are presented as number (%).

소아 야구 주 환자 27명에서 상지 운동 사슬의 이상은 23명(85%), 체간 및 하지 운동 사슬 이상은 15명(56%)으로 상지 운동 사슬의 이상이 더 많이 관찰되었다($p=0.026$). 상지 운동 사슬의 이상 검사에서 견갑 추체 간 거리, 수평 굴곡 검사, 복합 외전 검사, 관절와 상완 관절 내회전 결손 모두 환자 군에서 대조군에 비해 의미 있게 높은 빈도로 관찰되었으며 환자 군의 경우 복합 외전 검사에서 양성을 보인 경우가 가장 많았다(23/27, 85%) (Table 3). 체간과 중심 안정성 검사에서도 수지-바닥 간 거리가 0 cm 이상으로 증가된 경우와 편각 기립 검사에서 양성을 보인 예가 환자 군에서 많았으며, 하지 직거상 검사 양성률과 종둔부 간 거리 증가, 투구측 고관절의 내회전 제한, 비 투구측 고관절의 외회전 제한과 같은 하지 운동 사슬 검사 역시 환자 군에서 의미 있게 높은 빈도로 관찰되었다 (Table 4). 특히 환자 군에서 체간과 하지의 운동 사슬 이상 중 투구측 고관절의 내회전 제한을 보이는 경우가 가장 많았다 (16/27, 60%).

고 찰

성장기 야구선수(초등학교 5학년-중학교 3학년)의 투구 장애에서 주관절 질환이 차지하는 비율은 17%-52%로 보고되고 있으며^{13,14)}, 이 중 주관절 내측부 손상은 그 빈도가 68%로 가장 높다고 알려져 있다¹⁵⁾. 본 연구에서는 3학년을 제외하고 각 팀 당 약 20-25명의 선수가 있는 4개의 중학교 야구부 선수 93명 중 34명이 초음파상 주관절 내상과의 이상을 보이고 이 중 27명(29%)이 통증이 있는 소아 야구 주로 진단되어 소아 야구 주는 비교적 흔한 투구 질환으로 생각된다.

소아 야구 주 발병의 위험 인자로는 나이, 키, 체중과 같은 신체적 조건과 반복적 투구 동작으로 인한 신체의 과사용, 운동 역학과 관련된 투구 폼이나 운동 사슬의 이상을 들 수 있다. Lyman 등¹⁴⁾은 9-12세 야구선수에서 나이가 많고, 키가 작으며 체중이 무거운 선수들이 주관절 손상의 위험이 더 높다고 하였으나, Olsen 등¹⁶⁾은 14-20세 선수를 대상으로 주관절 손상을 가진 선수는 키가 4 cm 더 크고 체중이 5 kg 더 무겁다고 하여 신체 조건에 따른 주관절 질환의 발생 위험성은 논란의 여지가 있다. 본 연구에서는 환자 군과 대조군 사이의 나이, 키, 체중, 체질량 지수 등 신체 조건상의 유의한 차이는 없었다.

소아 야구 주는 포지션상 투구 횟수가 많은 투수에 흔히 발생하는 것으로 알려져 있으며 치료 후 재발 방지를 위한 지침도 투구 수 제한에 초점이 맞추어져 있다¹⁶⁾. 그러나 투수에

비해 투구 수가 많지 않은 야수에서도 흔히 발생하며, Hang 등¹⁷⁾은 343명의 유소년 야구선수의 단순방사선 검사상 상완골 내상과의 분리나 분절을 보이는 소아 야구 주 환자의 빈도는 투수와 야수에서 유의한 차이가 없다고 보고 하였다. 본 연구에서도 소아 야구 주로 진단된 27명의 선수 중 투수와 야수가 각각 13명, 14명으로 포지션 간의 큰 차이는 없었고 투수로 분류된 선수의 투구 수는 대조군의 투수와도 유사하여 단순히 투구 수의 많고 적음만이 소아 야구 주의 발생 원인이라고 단언하기는 어렵다. 다른 스포츠와 마찬가지로 투구 동작에서도 이상적인 투구 폼은 경기력의 극대화과 부상 방지 효과가 있다. 본 연구에서는 두 군 간의 투구 폼의 비교는 시행하지 않았는데 이는 중학교 1-2학년의 경우 고등학생 이상의 전문적인 선수보다 투구 폼이 미숙하여 투구 폼의 학습 단계에 있는 선수들이 많고, 두 군 모두 투수와 야수가 혼재되어 있으며, 경기 지도자와 의료진 간의 시각 차도 있을 수 있으므로 객관적인 비교가 어려워 논의 대상에서 제외하였다.

소아 야구 주를 유발하는 또 다른 중요한 원인으로 투구 동작의 순차적 운동 역학이 원활히 이루어지지 않는 운동 사슬 이상의 들 수 있다. 투구 동작은 하지에서부터 고관절, 체간, 상지로 이어지는 일련의 역학적 사슬이며 하지는 지면에 대한 안정적인 기반을 제공하여 투구에 필요한 초기 에너지를 발생시킨다^{4,18)}. 이러한 에너지는 중심부로 진행하면서 체간과 상지에서 발생하는 에너지가 추가되어 강력한 투구 에너지가 된다. 투구 동작에서 주관절의 주된 역할은 근위부에서 발생하는 에너지의 전달 기능이며 부적절한 근위부 운동 사슬은 주관절 과부하로 이어져 근골격계 발달이 아직 미숙한 유소년에서 주관절은 흔한 손상 위험 부위가 될 수 있다. 여러 저자들이 유소년 야구선수에서 운동 역학의 차이로 인해 발생하는 주관절 과부하에 대해 보고하였으나^{3,4,19)}, 소아 야구 주 환자에서 운동 사슬 이상, 특히 상하지를 포함한 전신적 운동 사슬을 대조군과 비교한 문헌은 드물다. Huang 등⁷⁾은 주관절 통증이 있는 평균 연령 11세의 유소년 야구선수들이 주관절 통증이 없는 군에 비해 후기 코킹기에서 주관절 굴곡 각도가 적고 가속기에서 체간 편위가 더 뚜렷하여 상지와 체간의 운동 사슬이 주관절 통증의 원인과 관련이 있는 것으로 보고하였다. 본 연구의 결과에서는 소아 야구 주를 가진 중학교 야구선수의 93%에서 대조군에 비해 높은 빈도로 상지 또는 하지와 체간의 운동 사슬 이상이 관찰되어, 유소년 주관절 투구 손상 환자에서 투구 역학과 관련된 운동 사슬의 적절성을 평가하는 것은 질환의 원인을 파악하는데 필수적이라 할 수 있으며, 소아 야구 주가 없는 대조군의 28%에서도 운동 사슬 이상이 관찰되

어 상당 수의 선수가 질환 발생의 위험에 노출 되어 있는 것으로 판단된다.

본 연구의 결과상 소아 야구 주를 가진 환자는 하지만 체간의 운동 사슬 이상(56%)보다 견갑대를 위주로 한 상지의 운동 사슬 이상(85%)이 의미 있게 높은 빈도로 관찰되었는데, 이는 적절한 체간과 하지의 운동 사슬을 이용하지 않고 상지 근력만을 이용한 투구를 함으로써 발생한 이차적인 견갑대 근육의 피로 손상의 결과로 생각할 수 있다. Kibler와 Chandler²⁰⁾도 투구 동작 시 고관절과 체간으로부터 상지로의 에너지 전달이 20% 정도 감소되면 같은 속도의 공을 던지기 위해서는 견관절의 회전 부하가 34%까지 증가한다고 하여 하지와 체간의 운동 사슬 이상은 견관절 이하 상지 운동 사슬의 과부하로 이어질 수 있다.

저자들은 본 연구에서 상지 운동 사슬의 주된 평가 방법으로 견갑골의 위치 이상 여부와 견갑대 주위 연부 조직의 구축으로 인한 견관절의 운동 제한 여부를 평가하였다. 견갑골은 투구 역학에서 상지 운동 사슬의 가교 역할을 하며 견갑골의 정적 및 동적 위치 이상은 견관절 불안정성, 관절와 순 손상, 회전근개 파열을 유발할 수 있고 주관절 과부하의 원인이 될 수 있다. Beckett 등²¹⁾은 13-18세 청소년 야구선수 108명의 50%에서 우세수 견갑골의 동적 이상 운동이 확인되었다고 하였는데, 본 연구에서는 소아 야구 주 환자의 23%에서 견갑골 위치 이상의 관찰되어 다소 낮은 빈도를 보였다. 이는 본 연구의 대상 환자들이 나이가 적고 야구력이 짧으며 저자들이 사용한 견갑골의 정적 위치 이상과 측정 방법의 차이에서 기인한 것으로 생각된다. 투구 단계 중 감속기와 follow through기에서는 위해 편심성 수축을 하는 견관절 후방 근육과 후하방 관절낭이 상지의 견인력에 저항하게 되는데 반복적 투구로 인한 이들의 손상은 근육의 단축과 관절낭의 비후 및 구축을 유발한다¹⁰⁾. 저자들이 사용한 수평 내전 검사, 복합 외전 검사, 관절와 상완 내회전 결손은 모두 후방 연부 조직의 단축 여부를 판단하는 것으로 본 연구의 소아 야구 주 환자에서 대조군 보다 의미 있게 증가되어 유용한 상지 운동 사슬 이상 검사들로 생각된다. 본 연구에서 상지 운동 사슬 이상 중 복합 외전 검사가 가장 흔한 빈도(85%)로 양성을 보였는데, 복합 외전 검사는 관절와 상완 관절의 운동과 견갑 흉과 관절의 운동을 복합적으로 판단하는 검사로⁹⁾ 견갑하근, 대원근, 상완 삼두근과 같이 견갑골과 상완을 연결하는 근육 뿐 아니라 광배근, 대흉근 등 체간과 상완을 연결하는 근육의 단축 여부도 알 수 있어 이들의 만성적 근육 피로와 구축이 소아 야구 주 환자에서 흔히 발생할 수 있다는 것을 알 수 있다.

투구 동작은 몸을 한 쪽 다리로 지탱하는 편각 자세가 많으므로 편각 안정성 검사는 골반을 포함한 중심 안정성과 고관절 외전근과 같은 고관절 주위 근력 저하를 판단하는 데 유용하다¹¹⁾. 13세 이하의 어린 선수들에서는 고관절 외전 근력과 고유 감각 기능, 신체 협조 운동의 발달이 미숙하여 검사 자체의 위양성률이 높다는 보고도 있으나²¹⁾, 본 연구와 같이 중학교 이상의 청소년에서는 이러한 기능이 어느 정도 발달된 상태이므로 중심 안정성과 고관절 외전근의 약화를 평가하는 하지 운동 사슬 검사로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 소아 야구 주 환자는 하지 운동 사슬 이상이 대조군에 비해 많은 빈도로 관찰되어 대퇴 사두근, 햄스트링 근, 장요근, 대둔근과 같이 체간 및 골반과 하지를 연결하는 근육의 단축이 상대적으로 흔함 있음을 알 수 있다. 투구 동작에서 골반과 하지는 전체 투구 에너지의 50%-55%를 발생시킬 정도로 중요한 하지 운동 사슬이며, 고관절의 신전, 굴곡, 회전 운동의 제한은 견관절의 과부하로 이어질 수 있다²²⁾. 고관절의 회전 운동 범위는 여러 자세에서 측정할 수 있으나 저자들은 투구 동작에서 고관절의 주된 기능적 운동이 일어나는 고관절 신전 자세에서 측정하였는데, 소아 야구 주 환자들의 하지 운동 사슬 이상 중 투구 측 고관절의 내회전 제한이 가장 흔히 관찰되었다. 투구 단계 중 코킹기와 가속기에서 투구 측 고관절의 내회전과 비투구측 고관절의 외회전을 요하게 되는데²³⁾, 관절 과사용에 따른 만성 미세 손상이 운동 제한을 유발하는 것으로 생각되나, 야구선수에서 고관절 가동역과 운동 제한의 원인은 아직 견관절만큼 정립되어 있지 않다. 프로 투수들에서는 적응성 변화(adaptive change)로 인해 투구측 고관절의 내회전이 증가한다는 연구도 있으나²⁴⁾, 대개 투구측 고관절의 내회전이 감소되어 있다는 보고가 많고, 특히 청소년기에서 고관절 주위 근육 발달로 인한 근육량의 증가나 적응성 변화의 부족이 내회전 제한과 관련이 있을 것으로 생각된다^{21,23)}.

본 연구의 단점으로는 대상 수가 적고 소아 야구 주의 진단 시 초음파 검사만을 시행하고 방사선 검사로 확진을 하지 않았으며, 운동 사슬 검사 측정 치의 오차 분석이 없는 점을 들 수 있다. 또한 운동 사슬 이상으로 인해 주관절 이외의 관절에 발생하는 병변에 대한 분석이 없고 주된 운동 사슬 검사가 상하지 관절 운동 범위나 근육 구축을 위주로만 측정하여 관절 주위 근육의 파워나 지구력의 측정은 이루어지지 않은 단점이 있다. 그러나 잦은 시합과 연습으로 인해 의료 기간의 진료가 힘든 학생 선수들에게 휴대용 초음파 장비를 이용한 방문 검진을 실시하여 흔한 주관절 투구 손상인 소아 야구 주를 조기 진단하고, 소아 야구 주를 유발하는 원인의 하나인 상하지와

체간의 운동 사슬 이상을 야구 현장이나 외래에서 비교적 간단한 전신 이학적 검사를 통해 판단할 수 있음을 알 수 있다. 또한 소아 야구 주의 재활 시에도 이러한 운동 사슬 이상의 적극적 교정이 질환의 재발 방지에 기여할 수 있으며, 적절한 재활 후 운동 복귀를 결정하는 지침으로도 활용 가능할 것으로 생각된다.

References

1. Pappas AM. Elbow problems associated with baseball during childhood and adolescence. *Clin Orthop Relat Res* 1982; (164):30-41.
2. Brogdon BG, Crow NE. Little leaguer's elbow. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1960;83:671-5.
3. Fleisig GS, Barrentine SW, Zheng N, Escamilla RF, Andrews JR. Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. *J Biomech* 1999;32: 1371-5.
4. Keeley DW, Hackett T, Keirns M, Sabick MB, Torry MR. A biomechanical analysis of youth pitching mechanics. *J Pediatr Orthop* 2008;28:452-9.
5. Feltner ME, DJ. Three dimensional interactions in a two segment kinetic chain. Part I: general model. *Int J Sport Biomech* 1989;5:403-19.
6. Putnam CA. Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations. *J Biomech* 1993;26 Suppl 1:125-35.
7. Huang YH, Wu TY, Learman KE, Tsai YS. A comparison of throwing kinematics between youth baseball players with and without a history of medial elbow pain. *Chin J Physiol* 2010;53:160-6.
8. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med* 1998;26:325-37.
9. Pappas AM, Zawacki RM, McCarthy CF. Rehabilitation of the pitching shoulder. *Am J Sports Med* 1985;13:223-35.
10. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003;19:404-20.
11. Crossley KM, Zhang WJ, Schache AG, Bryant A, Cowan SM. Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function. *Am J Sports Med* 2011;39:866-73.
12. Tsuchiya A, Yoshida M, Oyabu N, et al. Medical screening for baseball players in little league by Hara's test and flexibility of lower extremities. *Shoulder Joint* 2010;34:523-6.
13. Gugenheim JJ Jr, Stanley RF, Woods GW, Tullos HS. Little League survey: the Houston study. *Am J Sports Med* 1976;4: 189-200.
14. Lyman S, Fleisig GS, Waterbor JW, et al. Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1803-10.
15. Klingele KE, Kocher MS. Little league elbow: valgus overload injury in the paediatric athlete. *Sports Med* 2002;32:1005-15.
16. Olsen SJ 2nd, Fleisig GS, Dun S, Loftice J, Andrews JR. Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *Am J Sports Med* 2006;34:905-12.
17. Hang DW, Chao CM, Hang YS. A clinical and roentgenographic study of Little League elbow. *Am J Sports Med* 2004;32:79-84.
18. Pappas AM, Zawacki RM, Sullivan TJ. Biomechanics of baseball pitching. A preliminary report. *Am J Sports Med* 1985;13:216-22.
19. Sabick MB, Torry MR, Lawton RL, Hawkins RJ. Valgus torque in youth baseball pitchers: a biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13:349-55.
20. Kibler WB, Chandler J. Baseball and tennis. In: Griffin LY, editor. *Rehabilitation of the injured knee*. St. Louis: Mosby; 1995. p. 219-26.
21. Beckett M, Hannon M, Ropiak C, Gerona C, Mohr K, Limpisvasti O. Clinical assessment of scapula and hip joint function in preadolescent and adolescent baseball players. *Am J Sports Med* 2014;42:2502-9.
22. Wight J, Richards J, Hall S. Influence of pelvis rotation styles on baseball pitching mechanics. *Sports Biomech* 2004;3:67-83.
23. Tippet SR. Lower extremity strength and active range of motion in college baseball pitchers: a comparison between stance leg and kick leg. *J Orthop Sports Phys Ther* 1986;8:10-4.
24. McCulloch PC, Patel JK, Ramkumar PN, Noble PC, Lintner DM. asymmetric hip rotation in professional baseball pitchers. *Orthop J Sports Med* 2014;2. <http://dx.doi.org/10.1177/2325967114521575>.