

청소년기 야구 선수의 박리성 골연골염에서 주관절 외측 구획 성장판의 조기 폐쇄

좋은삼선병원 정형외과

구정희 · 조형래 · 박기봉 · 이완석

Early Lateral Compartment Physeal Closure of the Elbow in Osteochondritis Dissecans of the Adolescent Baseball Players

Jung Hoei Ku, Hyung Lae Cho, Ki Bong Park, Wan Seok Lee

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

Purpose: The purpose of this study is to identify bilateral differences of physeal closure of the lateral compartment of the elbow in osteochondritis dissecans (OCD) and related factors with premature physeal closure.

Methods: Initial radiographs of the bilateral elbows in 40 baseball players with OCD (group I) were reviewed for the status of physeal closure of the lateral compartment; capitellum, radial head, lateral epicondyle. Forty baseball players with medial epicondylar apophysitis (group II) were enrolled as a control. Relative status of physeal closure of dominant elbow was defined as early, same, and delayed. Bilateral differences of the status of physeal closure were analyzed between groups, and according to the radiographic stages, extent of the lesions and demographic factors in group I.

Results: Significant early physeal closures of dominant elbows were identified in group I in capitellum (group I, 55%; group II, 3%), radial head (group I, 53%; group II, 3%), and lateral epicondyle (group I 37%; group II, 5%). In group I, advanced stage and extended lesion showed early lateral compartment physeal closure especially in capitellum and radial head, and players with longer career length and limitation of motion showed early closure.

Conclusion: Over the half of the adolescent baseball players with OCD demonstrated early radiocapitellar physeal closures of dominant elbow in initial presentation. Because premature physeal closure contributes to the development of arthritis without appropriate radiocapitellar remodeling, early detection of OCD is essential for prevention of arthritis and successful conservative management.

Keywords: Adolescent baseball players, Osteochondritis dissecans, Premature physeal closure, Radiocapitellar arthritis

Received: September 7, 2018 Revised: November 13, 2018 Accepted: November 16, 2018

Correspondence: Ki Bong Park

Department of Orthopaedic Surgery, Good Samsun Hospital, 326 Gaya-daero, Sasang-gu, Busan 47007, Korea

Tel: +82-51-322-0900, Fax: +82-51-310-9348, E-mail: 214077@goodhospital.or.kr

Copyright ©2018 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/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

주관절 박리성 골연골염은 청소년기 야구 선수에서 반복적인 투구로 인해 주관절 소두 연골이 연골하 골에서 분리되는 투구 장애 질환으로, 투구 동작의 후기 저상기와 가속기에 주관절 외측 구획에 가해지는 압박력과 전단력이 소두 연골하 골의 허혈성 변화를 유발하여 발생하는 것으로 알려져 있다¹². 질환이 진행되면 요소두 관절의 연골이 손상되고 관절면의 불일치로 인해 주관절의 퇴행성 관절염이 합병될 수 있으므로 조기 발견과 치료가 중요하다³.

주관절 박리성 골연골염의 치료 방법을 결정하기 위해서는 성장판의 상태, 병변의 범위와 진행 정도, 연령, 주관절의 운동 범위 등을 고려해야 한다. 특히 방사선 소견 상 상완골 소두 성장판의 폐쇄 정도는 보존적 치료나 수술적 치료를 선택하는 중요한 단서가 된다^{4,5}. 소두 성장판이 이미 폐쇄된 경우는 병변의 자연 회복 가능성이 많지 않으므로 수술적 치료를 고려할 수 있는데, 초진 시 병변이 상당히 진행되어 이미 소두 성장판이 폐쇄된 상태로 내원하는 경우도 자주 관찰된다. 박리성 골연골염 환자에서 소두 관절면의 손상은 인접하는 요골두 관절면의 생역학적 및 형태적 변화를 일으킬 수 있으며^{6,7}, 성장판이 열려있는 소아에서 성장판 주위 관절의 손상은 성장판의 조기 폐쇄를 유발할 수도 있으므로^{8,9}, 박리성 골연골염 환자에서 소두나 요골두, 외상과 성장판과 같이 주관절 외측 구획 성장판의 전반적인 폐쇄 정도를 알아보는 것은 질환의 자연 회복 가능성과 예후를 판정하는데 도움이 될 수 있다.

본 연구의 목적은 청소년기 야구 선수에서 주관절 박리성 골연골염으로 진단된 환자의 초진 시 단순방사선 소견 상 환측과 건측 주관절의 외측 구획의 성장판 폐쇄 정도를 비교하고 성장판의 조기 폐쇄를 유발하는 원인 및 관련 인자에 대해 알아보는 것이다.

연구 방법

1. 연구 대상

2016년 1월부터 2018년 3월까지 초진 시 단순방사선 소견 상 주관절의 박리성 골연골염으로 진단된 청소년기 남자 야구 선수 40명을 실험군(I 군)으로 선정하였다. 박리성 골연골염 병변은 모두 우세수에서 확인되었고, 대상 선정 시 우세수 주관절의 급성 외상이나 골절, 내원 전 주관절 수술의 병력이 있는 환자는 제외하였다. 평균 신장은 162.5±8.4 cm, 평균

체중은 59.9±9.8 kg, 평균 체질량 지수는 22.58±2.7 kg/m² (정상 22명, 과체중 10명, 비만 8명)이었다. 평균 연령은 12.8±1.0세였으며 초등학생이 12명, 중학생이 28명이었다. 우세수는 우측이 30명, 좌측이 10명이었고, 포지션 별로는 투수가 18명(45%), 포수가 4명(10%), 내야수가 14명(35%), 외야수가 4명(10%)으로 투야수 비율은 18:22이었다. 정식으로 야구를 시작한 기간인 야구력은 평균 3.2±1.5년이었다. 외측 구획 성장판의 폐쇄 정도를 비교하기 위하여 같은 기간에 내원하여 단순방사선 소견 상 박리성 골연골염이 없고 우세수 주관절의 내상과 건인 골단판염으로 진단된 남자 소아 야구 주 환자 40명을 대조군(II 군)으로 선정하였으며, 평균 연령은 12.2±1.0세, 평균 신장은 159.8±8.8 cm, 평균 체중은 54.3±11 kg, 평균 체질량 지수는 21.09±3.0 kg/m² (정상 29명, 과체중 6명, 비만 5명), 평균 야구력은 2.77±1.2년이었다. 각 군에서 주관절 이학적 검사로 양측 주관절의 가동 범위를 측정하였으며, 환측 주관절의 가동 범위가 건측에 비해 20° 이상의 제한을 보이는 경우는 II 군에서는 없었고, I 군에서는 11명에서 관찰되었다(Table 1).

2. 단순방사선영상

각 군에서 초진 시 촬영한 환측과 건측 주관절의 신전 전후면, 45° 굴곡 전후면, 30° 외회전 사면 단순방사선 사진을 이용하여 외측 구획 성장판인 소두, 요골두, 외상과 성장판의 폐쇄 정도를 확인하였다(Fig. 1). 신전 전후면 상에서는 외상과 및 요골두 성장판, 45° 굴곡 전후면 상에서는 소두 성장판, 30° 외회전 사면 상에서는 박리성 골연골염의 병기와 병변의 범위를 판단하는데 이용하였다. 환측 주관절의 외측 구획 성장판

Table 1. Demographic characteristics of groups

Characteristics	OCD (group I, n=40)	LLE (group II, n=40)
Age (yr)	12.8±1.0	12.2±1.0
Height (cm)	162.5±8.4	159.8±8.8
Weight (kg)	59.9±9.8	54.3±11
BMI (kg/m ²)	22.58±2.7	21.09±3.0
Athlete grade		
Elementary	12	16
Middle school	28	24
Career length (yr)	3.2±1.5	2.77±1.2
Dominant (right:left)	30:10	34:6
Position (pitcher:fielder)	18:22	21:19
No. of players with LOM (>20°)	11	0

Values are presented as mean±standard deviation. OCD: osteochondritis dissecans, LLE: little leaguer elbow, BMI: body mass index, LOM: limitation of motion.

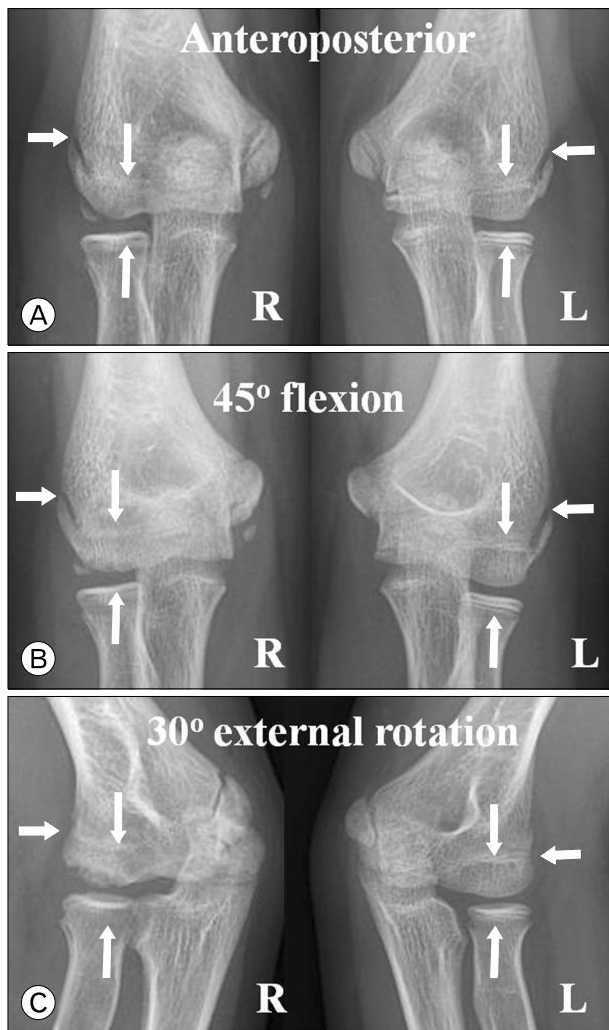


Fig. 1. Bilateral plain radiographs of 12-year-old pitcher with osteochondritis dissecans in right (R) elbow. (A) Anteroposterior, (B) 45° flexion anteroposterior, and (C) 30° external rotation oblique views show earlier physeal closure than left (L) elbow in capitellum, radial head, and lateral epicondyle. Arrows indicate each lateral compartment physes; lateral epicondyle, capitellum, radial head.

폐쇄 정도는 건측에 비해 조기(early), 동일(same), 지연(delayed)으로 판정하였고, 3가지 외측 성장판 중 이미 성장판 유합이 완전히 일어나 성장판 폐쇄의 선행 여부를 알 수 없는 경우나 외상과의 경우 화골핵이 아직 출현하지 않은 경우는 판정 불가(not available)로 정의하였다. 단순방사선 소견 상 I 군 환자 40 명중 29명이 내상과 견인 골단염을 동반하고 있었다. I 군에서 단순방사선 소견 상의 병기는 Minami 등¹⁰의 분류를 이용하여 투과기, 분리기, 유리기로 구분하였으며 투과기가 17예, 분리기가 18예, 유리기가 5예이었다. 병변의 범위는 Kosaka 등¹¹의 분류를 이용하여 국소 외측형, 중앙형, 광범위

Table 2. Radiographic stages and locations of lesion in osteochondritis dissecans (group I)

Radiographic stage	Location of the lesions		
	Localized lateral (n=8)	Central (n=14)	Extended lateral (n=18)
Radiolucent (n=17)	4	11	2
Fragmentation (n=18)	4	3	11
Free fragment (n=5)	0	0	5

외측형으로 구분하였고, 국소 외측형이 8예, 중앙형이 14예, 광범위 외측형이 18예이었다(Table 2). 모든 단순방사선 영상의 판독에는 스포츠 의학을 전공한 정형외과 전문의 2명(HLC, KBP)이 참여 하였으며, 전문의 간 판독의 차이가 있는 경우 다수의 의견을 선택하였다. 3명 모두 다른 판독 소견을 보인 경우는 없었다.

3. 자료의 분석과 통계

I 군과 II 군에서 판정된 각각의 외측 구획 성장판의 폐쇄 정도를 각 군 전체 환자의 백분율로 표시하여 양 군 간의 차이를 비교하였고, 박리성 골연골염의 병기와 병변의 범위에 따라 성장판 조기 폐쇄를 보이는 환자의 빈도를 해당 병기와 범위 전체 환자 수의 백분율로 표시하여 차이를 비교하였다. 상기 항목에 대한 통계학적 검증 방법으로는 카이 제곱 검증을 이용하였다. I 군에서 각 성장판들의 조기 폐쇄를 보이는 환자 와 성장판 상태가 동일한 환자의 연령, 신장, 체중, 체질량 지수, 야구력의 평균값은 독립 표본 t 검정을 통해 비교하였으며, 투약수 포지션과 20° 이상의 가동 범위 제한을 보이는 환자의 수는 카이 제곱 검정을 통해 비교하였다. 통계학적 자료의 분석은 SPSS ver. 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 p-value가 0.05 미만일 때 통계학적 의미가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

박리성 골연골염 환자 군(I 군)에서 대조군인 내상과 견인 골단판염 환자군(II 군)에 비해 통계적으로 유의하게 환측 외측 구획 성장판의 폐쇄 정도가 건측에 비해 선행되어 있었다. II 군에서는 환측 주관절 외측 성장판 각 부위별로 소두에서 1명(1/40, 3%), 요골두에서 1명(1/40, 3%), 외상과에서 2명(2/40, 5%)이 건측에 비해 성장판 폐쇄가 선행된 반면, I 군에서는 소두가 22명(22/40, 55%, $p=0.002$), 요골두가 21명(21/40, 53%,

$p=0.002$), 외상과는 15명(15/40, 37%, $p=0.003$)에서 성장판 폐쇄가 선행되어 있었다(Table 3). 환측이 건측보다 외측 구획 성장판 폐쇄가 지연된 경우는 I 군에서는 없었고 II 군의 외상과에서 2명이 있었으나 통계적 유의성은 없었다. 소두와 요골두가 판정 불가로 판명된 경우는 없었으며 외상과의 경우 I 군에서 1명, II 군에서 2 명이 판정 불가로 판명되었다. I 군에서 방사선학적 병기 상 투과기의 경우 소두는 5명(5/17, 29%), 요골두 5명(5/17, 29%), 외상과 3명(3/17, 17%)에서 건측에 비해 성장판 폐쇄가 선행되었으나, 양측이 동일한 경우가 많았다(Fig. 2A). 병기가 진행될수록 소두($p=0.026$), 요골두($p=0.024$), 외상과 성장판($p=0.021$)의 폐쇄가 선행된 경우는 유의하게 증가되었는데, 소두와 요골두의 경우 분리기에서는 각각 12명(12/18, 67%), 11명(11/18, 61%)에서(Fig. 2B), 유리기 환자 5명 모두에서(100%) 소두와 요골두, 외상과 성장판의 폐쇄가 선행되어 있었다(Fig. 2C). 병변의 범위와 관련하여 국소 외측형인 경우는 외측 구획 성장판 폐쇄가 선행된 경우가 없었으며(Fig. 3A), 중앙형인 경우 소두가 3명(3/14, 21%), 요골두가 4명(4/14, 30%), 상 외상과 3명(4/13, 31%)이 선행되어 있었으나, 동일한 경우가 더 많았으며(Fig. 3B), 중앙형에서 외측 구획 성장판의 조기 폐쇄를 보이는 경우는 병변이 관절면의 50% 이상을 침범한 경우였다(Fig. 3C). 광범위 외측형인 경우 소두는 18명(18/18, 100%), 요골두는 17명(17/18, 94%), 외상과는 11명(11/18, 61%)이 선행으로 판명되어 병변의 크기가 광범위할수록 외측 구획 성장판, 특히 소두($p=0.035$)와 요골두($p=0.037$)의 조기 폐쇄가 관찰되었다(Table 4, Fig. 3D). I 군에서 환측 외측 구획 성장판 조기 폐쇄와 연관된 인자와 관련하여

연령, 신장, 체중, 체질량 지수, 포지션은 성장판 폐쇄가 선행된 환자와 동일한 환자 간에 차이는 없었으나, 외측 구획 성장판의 폐쇄가 선행된 환자에서 야구력이 길었으며, 주관절 운동 범위가 20° 이상으로 제한된 환자의 수가 많았다(Table 5).

고 찰

박리성 골연골염은 요소두 관절염의 발생률이 50%까지도



Fig. 2. Bilateral 45° flexion anteroposterior plain radiographs according to the stage of osteochondritis dissecans. (A) Eleven-year-old pitcher in radiolucent stage showed same status of lateral compartment physal closure in both elbow. (B) Twelve-year-old pitcher in fragmentation stage showed earlier lateral compartment physal closure than nondominant elbow. (C) Thirteen-year-old pitcher in free stage also showed earlier lateral compartment physal closure. Arrows indicate each lateral compartment physes: lateral epicondyle, capitellum, radial head. R: right, L: left.

Table 3. Bilateral difference of lateral compartment physal closure status in both groups

Variable	OCD (group I, n=40)	LLE (group II, n=40)	p-value
Capitellum			
Early	22 (55)	1 (3)	0.002
Same	18 (45)	39 (97)	0.035
Radial head			
Early	21 (53)	1 (3)	0.002
Same	19 (47)	39 (97)	0.036
Lateral epicondyle			
Early	15 (37)	2 (5)	0.003
Same	24 (60)	34 (85)	0.048
Delayed	0	2 (5)	0.843
NA	1 (3)	2 (5)	-

Values are presented as number (%).

OCD: osteochondritis dissecans, LLE: little league elbow, NA: not available.

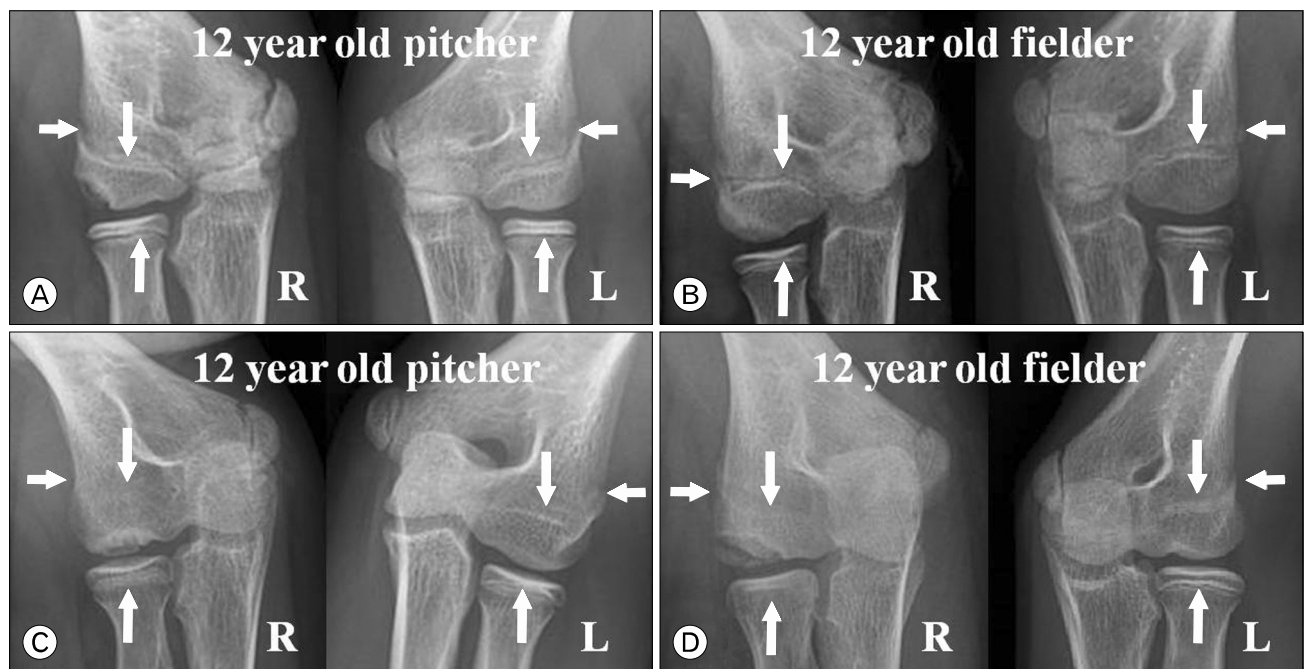


Fig. 3. Bilateral 30° external rotation oblique plain radiographs according to the grade of osteochondritis dissecans. (A) Twelve-year-old pitcher with localized lateral type showed same status of lateral compartment physeal closure in both elbow. (B) Twelve-year-old fielder with radiolucent central type stage also showed same status. (C) Twelve-year-old pitcher with large fragmented central type showed earlier lateral compartment physeal closure than nondominant elbow. (D) Twelve-year-old fielder with extended lateral type showed premature lateral compartment physeal closure and asymmetry of radial head morphology. Arrows indicate each lateral compartment physes; lateral epicondyle, capitellum, radial head. R: right, L: left.

Table 4. Lateral compartment physeal closure and percentage of early physeal closure according to radiographic stages and locations of lesion in group I

Variable	Early:same		
	Capitellum	Radial head	Lateral epicondyle
Radiographic stage			
Radiolucent (n=17)	5:12 (29)	5:12 (29)	3:14 (17)
Fragmentation (n=18)	12:6 (67)	11:7 (61)	8:10 (44)
Free fragment (n=5)	5:0 (100)	5:0 (100)	4:0 (100)*
p-value	0.026	0.024	0.021
Location of the lesions			
Localized lateral (n=8)	0:8	0:8	0:8
Central (n=14)	3:11 (21)	4:10 (30)	4:9 (31)
Extended lateral (n=18)	18:0 (100)	17:1 (94)	11:7 (61)
p-value	0.035	0.037	0.042

Values are presented as number (%).

*One case is not available.

보고되는 청소년기 투구 장애의 중요한 원인이 되는 질환으로¹², 진단 시 이미 질환이 상당히 진행되어 수술적 치료로 이어지는 경우가 많다. 그러나 소두의 성장판이 열려 있고, 영상 의학적으로 분절화가 없는 투과성(radiolucent) 병변이면서 주관절 운동 범위가 정상적인 경우는 안정성 병변이므로 보존적 치료

가 가능하다⁴¹³. 특히 소두 성장판의 개존은 미성숙한 소두가 성장하면서 병변이 자연 회복될 잠재성을 가지고 있으므로 초진 시 소두 성장판의 상태를 관찰하는 것은 매우 중요하지만 이와 관련된 연구는 많지 않다. Takahara 등⁴은 평균 연령 15.3세의 박리성 골연골염 환자 106명의 초진 당시 영상 소견

Table 5. Comparison of lateral compartment physeal closure according to demographic factors in group I

Variable	Capitulum			Radial head			Lateral epicondyle*		
	Early (n=22)	Same (n=18)	p-value	Early (n=21)	Same (n=19)	p-value	Early (n=15)	Same (n=24)	p-value
Age (yr)	13.1	12.5	0.086	13.1	12.5	0.053	13.2	12.5	0.058
Height (cm)	164.3	162.1	0.269	163.7	161.2	0.268	165.4	164.8	0.385
Body weight (kg)	60.5	59.3	0.740	60.4	59.5	0.657	62.3	59.0	0.462
BMI (kg/m ²)	22.4	22.9	0.559	22.3	22.8	0.654	22.7	22.5	0.564
Career length (yr)	3.6	2.6	0.048 [†]	3.6	2.7	0.048 [†]	3.8	2.7	0.046 [†]
Position (pitcher:fielder)	9:13	10:8	0.093	9:12	10:9	0.089	5:10	9:15	0.062
No. of LOM (>20°)	10	1	0.031 [†]	10	1	0.031 [†]	8	3	0.032 [†]

BMI: body mass index, LOM: limitation of motion.

*One case is not available; [†]Indicates statistically significant difference.

상 소두 성장판이 열려 있는 경우는 18명(17%)이라고 보고하여 내원 당시 이미 83%의 환자가 소두 성장판이 폐쇄되어 수술적 치료를 선택하는 경우가 많다고 하였다. 본 연구에서 박리성 골연골염 환자 군 40명 중 환측 소두 성장판이 건측에 비해 폐쇄가 진행된 상태로 내원한 환자는 22명(55%)이었다. 이는 본 연구 대상 환자의 평균 연령이 12.8세로 비교적 낮고, 환측 소두 성장판의 절대적 폐쇄 여부를 보는 것이 아니라 건측 대비 상대적 폐쇄 정도를 보는 연구이므로 그들의 연구와는 차이가 있을 수 있다. 또한 저자들은 본 연구에서 소두뿐만 아니라 요골두(21명, 53%)와 외상과(15명, 37%)의 상대적인 성장판 폐쇄 정도도 건측보다 상당히 진행되어 있음을 관찰하였다. 소아 주관절 외측 구획에 존재하는 화골 핵은 소두, 요골두, 외상과로 각각의 출현시기는 남자의 경우 1세, 4-5세, 10세 경이며, 성장판 폐쇄는 11세경 외상과와 소두가 먼저 유합되고 13-16세 사이에 소두와 외상과 순서로 상완골 골간단과 유합된다¹⁴. 요골두 성장판의 폐쇄는 다른 외측 구획 성장판보다 약간 늦은 14-17세에 일어난다. 비록 본 연구가 외측 구획 성장판의 폐쇄 순서를 확인하는 것은 아니나, 연구 자료의 검토 상 박리성 골연골염 환자의 환측 주관절을 제외하고는 전술한 순서대로 폐쇄가 진행되었고 요골두 성장판이 가장 늦게까지 유지되어 있었다. 박리성 골연골염에서 소두뿐만 아니라 요골두 성장판의 폐쇄도 건측보다 빠리지는 것은 그만큼 요골두의 재형성 능력도 떨어진다는 것을 의미할 수 있으므로 단순방사선에서 소두를 포함하여 요골두나 상완골 외상과의 성장판 상태로 세심히 관찰해야 할 것으로 생각한다.

박리성 골연골염 환자에서 외측 구획 성장판의 조기 폐쇄가 발생하는 원인은 불분명하나 외측요소두 관절면에 가해지는 반복되는 압박력으로 인한 성장판 손상이나 박리성 골연골염

으로 유발된 요소두 관절면의 부적합성(incongruity)이 관여할 것으로 생각된다. 투구 동작 시 요소두 관절에 가해지는 압박력은 선수 체중의 2.4배 가량 되는 것으로 알려져 있다⁵. 또한 소두는 주로 후방 종말 동맥에서 혈액을 공급 받고 골간단으로부터의 측부 순환이 없으므로 혈행이 취약하며¹⁵, 요골두보다 연골의 강도가 떨어진다는 연구도 있으므로¹⁶ 요골두의 반복적 압박으로 인한 소두 연골하 골의 허혈성 변화는 인접한 소두 성장판의 조기 폐쇄를 유발할 수 있다. 소아에서 성장판을 통한 골절이나 성장판 인접 관절의 외상은 성장판의 조기 폐쇄를 유발할 수 있는데⁸, 특별한 급성 외상 없이 만성적으로 성장판에 가해지는 압박력으로 Salter Harris 제 5형 성장판 손상과 유사한 기전으로 성장판의 미성숙 조기 폐쇄를 유발할 수 있다는 보고들도 있다^{9,17}. 본 연구에서 확인된 바와 같이 박리성 골연골염 환자에서 요소두 관절에 가해지는 압박력은 요골두 성장판의 조기 폐쇄와도 연관될 수 있다. Wu 등⁷은 평균 연령 13.8세의 소두 박리성 골연골염 환자 86명 중 26명(30%)에서 자기공명영상 소견 상 요골두의 골수 부종이나 낭포성 병변, 요골두 관절면 함요성(concave contour)의 소실이 관찰되었고, 청소년은 성인에 비해 요골두가 내재적으로 연약하므로 요골두의 반복적 압박으로 인해 요골두에도 병변이 발생할 수 있다고 하였다. 결국 이러한 요골두의 압박성 병변은 소두와 유사한 기전으로 요골두 성장판의 조기 폐쇄에 부분적인 기여를 할 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서 외상과 성장판 폐쇄의 선행 정도는 소두나 요골두에 비해 비교적 낮은 빈도(37%)를 보였는데, 이는 외상과 성장판이 해부학적으로 소두와 연결되어 있기는 하지만 직접적인 압박을 받는 부위가 아니므로 손상의 빈도가 상대적으로 낮은 것으로 판단된다. 또한 대조군인 내상과 견인 골단관염 환자

군에서도 빈도는 극히 낮지만 외측 구획 성장판의 조기 폐쇄가 관찰되었는데, 이는 내상과 골단판염의 발생으로 외측 압박력이 상대적 증가할 수 있으나 대조군의 경우 요소두 관절의 적합성이 유지되어 조기 폐쇄를 보이는 경우는 극히 드물게 나타난 것으로 생각된다.

소두 박리성 골연골염 병변의 병기와 침범 정도, 병변의 위치는 요소두 관절면의 부적합성과 관련하여 외측 구획 성장판 조기 폐쇄의 또 다른 원인이 될 수 있을 것으로 생각한다. 본 연구에서는 병기가 진행할수록 외측 구획 성장판의 폐쇄가 빠른 것으로 나타났으며, 유리기에서는 전 예에서 건측에 비해 소두, 요골두, 외상과 성장판의 조기 폐쇄가 관찰되었다. 또한, 광범위 외측형인 경우 외측 구획 성장판, 특히 소두(100%)와 요골두(94%)의 성장판 조기 폐쇄가 매우 높은 빈도로 관찰되었고, 중앙형인 경우에도 조기 폐쇄를 보인 경우는 관절면이 50% 이상을 침범한 경우이므로 병변의 크기도 성장판의 조기 폐쇄와 관련성이 높을 것으로 보인다. 박리성 골연골염 병변은 일차적으로 소두에 발생하므로 소두 성장판의 조기 폐쇄의 원인은 압박력으로 인한 소두 자체의 혈행 장애나 성장판의 압박 손상일 수 있으나 박리성 골연골염 병변이 없는 요골두의 성장판 조기 폐쇄는 요소두 관절면의 부적합성으로 유발되었을 가능성이 더 클 수 있다. Matsui 등¹⁸은 전산화단층촬영을 이용한 연구에서 소두 박리성 골연골염 병변 범위가 커지면 요골두의 각 부위에 가해지는 스트레스의 분포가 달라지며, 관절면에 가해지는 힘의 불균형으로 인해 요소두 관절염을 유발된다고 설명하였다. 또한 발달성 고관절 이형성증이나 Legg-Calve-Perthes 병에서 대퇴 골두 성장판의 조기 폐쇄가 유발될 수 있듯이^{19,20}, 소아 활막 관절에서 외상 없이 유발된 관절면의 부적합성은 성장판의 조기 폐쇄를 유발할 수 있는 원인이 될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 병변의 범위와 관련하여 국소 외측형(8명; 소두 0%, 요골두 0%)과 중앙형(14명; 소두 21%, 요골두 30%)은 광범위 외측형에 비해 성장판 조기 폐쇄의 빈도가 높지 않은 것으로 나타났다. 박리성 골연골염에서 소두 외측부 병변은 중앙형 병변보다 예후가 좋지 않은 것으로 알려져 있다^{4,18}. 특히 외측부 병변이 중앙으로 진행하여 요소두 관절면의 3분의 1 이상을 침범하는 경우 요소두 관절염의 발생률이 높다. 그러나, 본 연구에서 국소 외측형 8명 전 예에서 성장판 조기 폐쇄는 관찰되지 않았는데, 이는 아직 광범위 외측형으로 진행하지 않아 관절면의 3분의 2 이상이 보존된 것에 기인한 것으로 생각할 수 있다. 그러나, 중앙형(14명)이나 광범위 외측형(18명)에 비해 환자수가 상대적으로 적고, 병기 상 투과기가 절반

(4명)을 차지하므로 추가적인 증례 검토가 필요할 것으로 생각한다.

박리성 골연골염 환자에서 성장판 조기 폐쇄와 관련된 신체적 특징의 경우 본 연구에서는 연령이나 체중, 신장, 체질량 지수, 포지션의 영향은 없는 것으로 나타났는데, 이는 박리성 골연골염의 일반적인 위험 인자에 대한 연구들과 유사한 결과를 보였다^{21,22}. 특히 성장판 조기 폐쇄를 보이는 환자의 평균 연령이 약간 높은 경향은 있었으나 통계적 유의성은 없었다. 이는 연령이 낮은 환자에서 성장판이 열려 있는 빈도가 높아 양측 성장판 폐쇄 정도가 유사한 경우가 많을 것으로 판단할 수 있으나, 성장판 폐쇄는 골 연령과의 관련성이 더욱 많으므로²³ 실제 나이인 역 연령에 따른 차이는 크지 않을 것으로 생각한다. 또한 연령이 높을수록 야구력 또한 길어진 것에 기인할 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서 야구력이 긴 경우 외측 구획 성장판의 폐쇄가 빠른 것으로 나타났는데, 박리성 골연골염은 역학적 연구 상 스포츠 노출 기간과 관련이 있으므로^{21,22} 야구력이 긴 경우 박리성 골연골염의 발생 빈도가 높아지고, 그에 따른 성장판 조기 폐쇄의 가능성도 함께 높아질 수 있을 것으로 판단된다. 주관절 운동 제한은 박리성 골연골염에서 흔히 동반되며 질환의 예후와 관련이 있다^{21,23}. 특히 건측 대비 20° 이상의 운동 제한은 수술적 치료의 판단 기준이 될 수 있는데⁴, 본 연구에서 20° 이상의 주관절 운동 제한을 보이는 환자의 대부분이 외측 구획 성장판의 폐쇄가 진행되어 있었다. 이는 질환의 진행으로 요소두 관절의 부적합성이 발생하면 요골두 성장판의 조기 폐쇄를 유발하고, 요골두의 재형성 능력을 감소시켜 요소두 관절염의 발생과 이에 따른 관절 운동 제한으로 이어지는 것으로 생각된다. 따라서 박리성 골연골염 환자에서 요골두 성장판의 조기 폐쇄가 관찰되면 관절염 발생 단계로 진행하고 있는 것으로 간주하여 보다 적극적인 치료가 필요할 것으로 생각한다.

외측 구획 성장판의 조기 폐쇄는 장기적으로 주관절 외반 변형을 유발할 가능성이 있다. 그러나 본 연구의 40명의 박리성 골연골염 환자 중 29명(72%)에서 내상과 성장판의 견인 골단염을 동반하고 있으므로 내측 성장판의 성장 장애의 발생도 배제할 수 없어 외반주 발생 여부와 관련하여 대조군을 포함하여 건측 주관절과의 장기적인 비교 추시가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 대상 환자 수가 적으며, 야구를 하지 않는 일반 청소년 대조군이 없는 단점이 있다. 저자들은 청소년 야구 선수에서 흔히 관찰되며 비교적 양호한 예후를 보이는 내상과 견인 골단판염 환자들을 대조군으로 설정하였으나, 대조군

역시 정상 주관절이 아닌 내측 골단판의 이상을 가진 선수인 점을 감안하면 비록 외측 구획 성장판이 정상이라 하더라도 성장판 폐쇄와 관련된 오차의 유발 가능성을 완전히 배제하기는 어려울 것으로 생각된다. 또한 본 연구는 성장판 상태의 판독과 관련하여 관찰자 간의 오차 분석이 없고, 전산화단층촬영이나 자기공명영상을 이용한 성장판 폐쇄 정도의 정량적 분석을 하지 않았으며, 질환의 진단 이후 치료 방법이 상이하여 진단 당시의 성장판 영상만을 비교하였으므로 주기적 추시를 통한 건측 및 환측 각 성장판의 실제 폐쇄 진행 과정의 차이를 측정하지 못한 아쉬운 점이 있다.

결론적으로 청소년기 야구 선수에서 발생한 골연골염 환자는 요소두 관절면의 손상이 없는 대조군에 비해 초진 당시 환측 주관절의 외측 구획 성장판의 상대적인 조기 폐쇄가 소두와 요골두에서 50% 이상 관찰되고, 조기 폐쇄는 병변의 병기와 범위, 야구력, 주관절 운동 범위와 관련될 수 있다. 이러한 성장판의 조기 폐쇄는 요소두 관절의 재형성 능력을 저하시켜 관절염 발생으로 진행할 수 있으므로 질환의 조기 진단이 중요하며, 진단 시 소두를 포함한 요골두나 외상과 성장판의 상태도 함께 관찰하는 것이 치료 방법 선택이나 예후 판정에 중요할 것으로 생각한다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Cain EL Jr, Dugas JR, Wolf RS, Andrews JR. Elbow injuries in throwing athletes: a current concepts review. *Am J Sports Med* 2003;31:621-35.
2. Yadao MA, Field LD, Savoie FH 3rd. Osteochondritis dissecans of the elbow. *Instr Course Lect* 2004;53:599-606.
3. Ruchelsman DE, Hall MP, Youm T. Osteochondritis dissecans of the capitellum: current concepts. *J Am Acad Orthop Surg* 2010;18:557-67.
4. Takahara M, Mura N, Sasaki J, Harada M, Ogino T. Classification, treatment, and outcome of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1205-14.
5. Mihara K, Tsutsui H, Nishinaka N, Yamaguchi K. Nonoperative treatment for osteochondritis dissecans of the capitellum. *Am J Sports Med* 2009;37:298-304.
6. Mihata T, Quigley R, Robicheaux G, McGarry MH, Neo M, Lee TQ. Biomechanical characteristics of osteochondral defects of the humeral capitellum. *Am J Sports Med* 2013;41:1909-14.
7. Wu M, Eisenberg K, Williams K, Bae DS. Radial head changes in osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. *Orthop J Sports Med* 2018;6:2325967118769059.
8. Caine D, DiFiori J, Maffulli N. Physeal injuries in children's and youth sports: reasons for concern? *Br J Sports Med* 2006;40:749-60.
9. Sato T, Shinozaki T, Fukuda T, et al. Atypical growth plate closure: a possible chronic Salter and Harris type V injury. *J Pediatr Orthop B* 2002;11:155-8.
10. Minami M, Nakashita K, Ishii S, et al. Twenty-five cases of osteochondritis dissecans of the elbow. *Rinsho Seikei Geka* 1979;14:805-10.
11. Kosaka M, Nakase J, Takahashi R, et al. Outcomes and failure factors in surgical treatment for osteochondritis dissecans of the capitellum. *J Pediatr Orthop* 2013;33:719-24.
12. Takahara M, Ogino T, Sasaki I, Kato H, Minami A, Kaneda K. Long term outcome of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(363):108-15.
13. Takahara M, Ogino T, Takagi M, Tsuchida H, Orui H, Nambu T. Natural progression of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum: initial observations. *Radiology* 2000;216:207-12.
14. Davies DA, Parsons FG. The age order of the appearance and union of the normal epiphyses as seen by X-rays. *J Anat* 1927;62(Pt 1):58-71.
15. Yamaguchi K, Sweet FA, Bindra R, Morrey BF, Gelberman RH. The extraosseous and intraosseous arterial anatomy of the adult elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1653-62.
16. Schenck RC Jr, Athanasiou KA, Constantinides G, Gomez E. A biomechanical analysis of articular cartilage of the human elbow and a potential relationship to osteochondritis dissecans. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(299):305-12.
17. Keret D, Mendez AA, Harcke HT, MacEwen GD. Type V physeal injury: a case report. *J Pediatr Orthop* 1990;10:545-8.
18. Matsui Y, Funakoshi T, Momma D, et al. Variation in stress distribution patterns across the radial head fovea in osteochondritis dissecans: predictive factors in radiographic findings. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:923-30.
19. Weinstein SL, Dolan LA. Proximal femoral growth disturbance in developmental dysplasia of the hip: what do we know? *J Child Orthop* 2018;12:331-41.
20. Bowen JR, Schreiber FC, Foster BK, Wein BK. Premature femoral neck physeal closure in Perthes' disease. *Clin Orthop*

- Relat Res 1982;(171):24-9.
21. Kida Y, Morihara T, Kotoura Y, et al. Prevalence and clinical characteristics of osteochondritis dissecans of the humeral capitellum among adolescent baseball players. Am J Sports Med 2014;42:1963-71.
 22. Matsuura T, Suzue N, Iwame T, Nishio S, Sairyo K. Prevalence of osteochondritis dissecans of the capitellum in young baseball players: results based on ultrasonographic findings. Orthop J Sports Med 2014;2:2325967114545298.
 23. Oh Y, Lee R, Kim HS. Evaluation of skeletal maturity score for Korean children and the standard for comparison of bone age and chronological age in normal children. J Pediatr Endocrinol Metab 2012;25:279-84.