

소아 청소년기 운동선수에서 발생한 슬관절 박리성 골연골염의 수술적 치료 결과

인제대학교 의과대학 서울백병원 정형외과학교실¹, 성남 정병원 정형외과²

국우종¹ · 장형원² · 김재영¹ · 하정구¹ · 김진구¹

Outcomes of Operative Management of Juvenile Osteochondritis Dissecans of the Knee in Athletes

Woo-Jong Kuk¹, Hyung-Won Jang², Jae-Young Kim¹, Jeong-Ku Ha¹, Jin-Goo Kim¹

¹Department of Orthopedic Surgery, Inje University Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul,

²Department of Orthopedic Surgery, Chung Hospital, Seongnam, Korea

The purpose of this study was to investigate clinical and radiological outcomes of multiple drilling in case of failed conservative treatment of juvenile osteochondritis dissecans in athletes. We treated 37 lesions from 30 athletic patients who failed conservative treatment for juvenile osteochondritis dissecans. Multiple drillings were done for 32 lesions and multiple drilling and bioabsorbable pin fixations were done for 5 lesions. Lysholm score, Hughston clinical scale were used for clinical evaluation before and last follow up of treatment. For radiologic evaluation we used magnetic resonance imaging at 3 months and 12 months after operation. Of all 37 lesions, 11 lesions were located on medial femoral condyle, 2 lesions on lateral femoral condyle and 24 lesions on trochlear groove. There were clinical and radiological improvement from Hughston scale after operative treatment. Twenty-five patients among 30 returned to the sports activity. There were no specific complications after operation. Multiple drilling and bio-absorbable pin fixation of juvenile athletic osteochondritis dissecans patients after failure of conservative treatment showed good clinical and radiologic results. So it would be helpful for juvenile athletic patients to return to sports activities.

Keywords: Osteochondritis dissecans, Arthroscopic subchondral drilling

Received: September 10, 2013 Revised: November 21, 2013

Accepted: November 21, 2013

Correspondence: Jin-Goo Kim

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 9 Mareunnae-ro, Jung-gu, Seoul 100-032, Korea

Tel: +82-2-2270-0025, Fax: +82-2-2270-0048

E-mail: boram107@hanmail.net

Copyright ©2013 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

슬관절 박리성 골연골염(osteochondritis dissecans)은 1888년 König¹⁾에 의해 소개되었으며, 관절연골과 골단을 침범하여 골연골 조각을 형성 및 분리되게 하는 병이다. 최근에는 그 정의가 관절연골 표면의 연화에서부터 유리체를 형성할만큼 완전한 분리까지를 일컫는다²³⁾. 그 중에서 소아청소년기 슬관절 박리성 골연골염은 성장판이 아직 닫히지 않았을 때를 말한다. 대퇴과에 슬관절 박리성 골연골염이 발생하는 빈도는 약 10만 명당 20명 정도이다⁴⁾. 대부분의 박리성 골연골염은

75%가 무릎에서 발생하며, 그 중에서 내측 대퇴과에서 약 75%가 발생하는 것으로 알려져 있다⁵⁾.

성장이 완전하지 않은 소아 청소년기에 반복적인 외상에 노출되는 가장 큰 원인은 스포츠 손상으로 박리성 골연골염 환자의 60% 정도가 고강도의 경쟁적인 스포츠 활동에 참여하고 있거나 정기적으로 활발한 스포츠 활동을 하고 있는 것으로 알려져 있다⁶⁾.

박리성 골연골염은 진행되는 병변으로 적절한 치료를 시행하지 못할 경우 선수 생활을 지속할 수 없고, 특히 성장이 완료된 후 성인으로서 운동을 지속할 수 없는 합병증을 초래할 수 있기 때문에 정확한 진단과 조기의 적극적인 치료가 필요하다^{6,7)}. 그러나 이에 대한 연구가 부족하여 실제 진료 현장에서의 혼선을 초래하고 있다.

지금까지 알려진 슬관절 박리성 골연골염의 치료 방법은 다발성 천공술, 개방적 또는 내시경적 고정술, 자가 연골 이식술 등 다양하게 있으며, 환자의 성장판 유무와 병변 자체의 안정성 여부에 따라 결정된다^{5,6)}. 이에 저자들은 보존적 치료로 실패한 소아청소년기 운동선수들의 슬관절 박리성 골연골염의 수술적 치료결과를 후향적 연구를 통해 임상적, 방사선학적으로 분석해보았다.

연구 방법

1. 연구 대상

2006년 12월부터 2011년 3월까지 슬관절 박리성 골연골염으로 수술적 치료를 받은 30명의 환자, 34예의 무릎, 37예의 병변을 대상으로 하였다. 수술 후 평균 추시 기간은 15.3개월(범위, 12-18개월)이었다.

수술 당시 평균 연령은 14.4세(범위, 12.7-16.1세)이었다. 남자는 27명(90%), 여자는 3명(10%)이었다. 이들은 모두 운동선수들로서 정기적으로 스포츠 활동에 활발하게 참여하고 있었으며 축구(15명), 야구(7명), 태권도(3명) 등의 순이었다. 대부분(90%) 타 병원에서 보존적 치료 시행 이후 호전이 없어 본원으로 내원하여 수술적 치료를 시행 받았던 환자들이었으며 본원에 최초 내원한 경우에도 보존적 치료를 먼저 시행했던 환자들이었다. 보존적 치료는 3개월 이상의 운동 제한 및 근력 운동 등의 재활 치료가 포함되었다. 또한 모든 환자들은 진단당시에 슬관절 통증 및 걸림, 부종 등의 병적인 증상이 있었다.

동반 손상으로半月상 연골절제술,半月상 연골봉합술을 시행한 경우에는 포함시켰으나, 다른 인대 등의 복합 손상이

있거나 성장판이 닫힌 경우는 연구 대상에서 제외하였다.

2. 치료 방법

병변의 방사선학적 단계는 Bedouelle's classification에 따라 분류하였고 이를 통해 치료 방향을 정하였다(Fig. 1)⁸⁾. Bedouelle's stage I, II인 경우에는 보존적 치료와 스포츠 활동 제한을 6개월간 시행하였고 그럼에도 불구하고 호전이 없거나 진행되는 경우는 다발성 천공술을 시행하였다. Stage III인 경우에는 진단 당시 증상이 있으면 다발성 천공술 또는 생체 흡수성 핀 고정술을 시행하였고 stage IV에서는 재고정술이나 자가 골연골이식술을 고려해야 하는 상이한 치료 방침으로 본 연구에서 제외되었다.

수술 방법은 먼저 관절경 검사를 시행 후 대퇴과의 병변을 탐침을 이용하여 신중하게 검사하였으며, 크기 및 불안정 여부를 판단하였다. 무릎의 굴곡 각도를 조절하면서 1.5 mm K-강선을 병변 부위에 수직으로 하여 다발성 천공술을 시행하였다(Fig. 2). 병변이 있는 무릎의 굴곡 각도 조절로 병변의 노출이 어려울 경우에는 슬개골 옆을 따라 수직으로 절개하여 개방성 다발성 천공술을 시행하였다.

1 cm² 당 평균 10번의 천공술을 시행하였다. 병변의 연골하

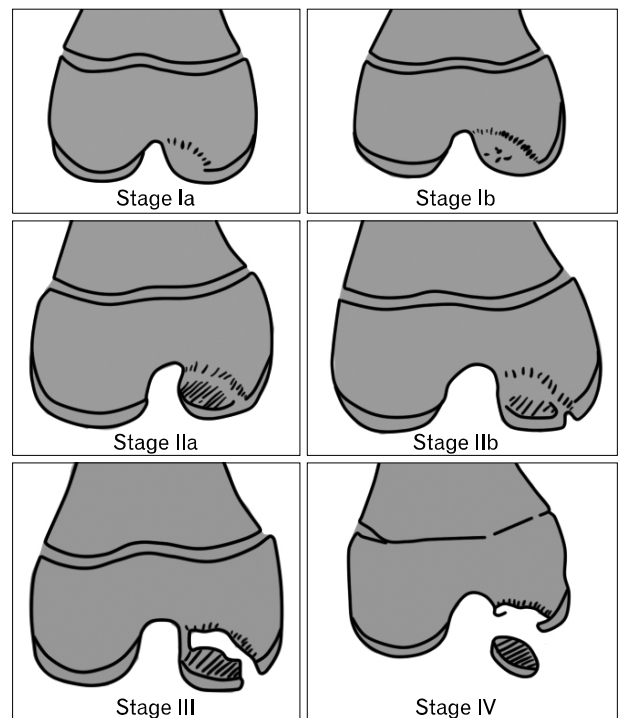


Fig. 1. This illustration shows Bedouelle's radiologic classification (Data from Hayan et al. Child Orthop 2010;4: 39-44⁸⁾).



Fig. 2. A 16-year-old male patient with osteochondritis dissecans in the left trochlear lesion. (A) Arthroscopic multiple drilling with K-wire was done. (B) Preoperative coronal and sagittal T1 weighted magnetic resonance (MR) images are shown that the presence of a low signal line beneath the lesion and a breach of the articular cartilage with 10 mm×20 mm size. (C) Postoperative 3 months follow-up MR images are shown the trace of multiple drilling. (D) Postoperative 12 months follow-up MR images are shown that there are decrease of low signal intensity rim and the size of lesion.

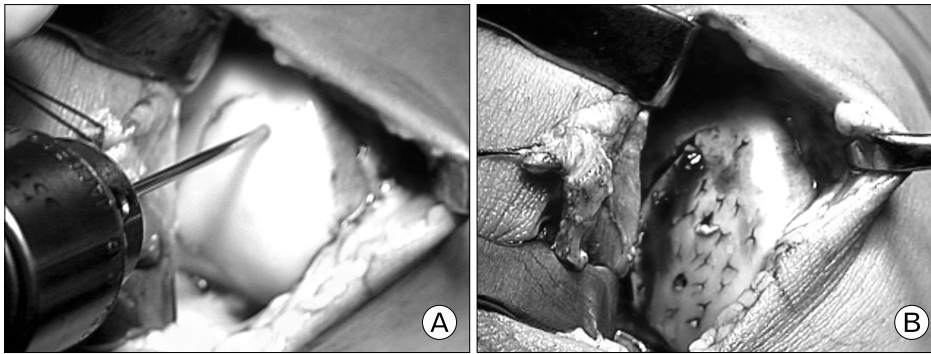


Fig. 3. A 15-year-old male patient with unstable osteochondral lesion. (A) Vertical incision was made along the patella border and open multiple drilling was done. (B) Unstable osteochondral lesion was fixed with Bio-absorbable pins after multiple drilling.

Table 1. Hughston clinical scale

Scale	Score	Subject
Excellent	4	Normal sports activity No symptoms Normal physical examination
Good	3	Normal sports activity Knee pain with intense activities Normal physical examination
Average	2	Normal sports activity Knee pain and swelling with intense activities Normal physical examination
Bad	1	Knee pain and swelling with moderate activities Flexum less than 20°
Failure	0	Restriction of sports Knee pain and swelling with daily activities Flexum more than 20°

Table 2. Hughston radiologic scale

Score	Subject
4	Normal
3	Defect
2	Flattening of the condyle
1	Irregular condyle with narrowing of the joint space less than 50%
0	Knee arthritis with narrowing of the joint more than 50%

골을 관통시킬 수 있도록 천공술을 시행하였으며, 병변 주위의 경화된 부분까지 천공술 시행 범위에 포함시켰다.

대퇴과의 병변이 불안정하여 다발성 천공술만으로는 박리를 막기 힘들다고 판단이 되는 경우 개방성 다발성 천공술과 함께 생체흡수성 핀(Bioabsorbable K-wire, 1.5×70 mm, ActivaPin, Bioretec Ltd., Tampere, Finland)을 이용하여 고정하였다(Fig. 3).

3. 재활

수술 후 무릎 관절 운동은 제한을 두지 않고 즉시 시행하였으며 등장성 근력 강화 운동을 시작하였고, 대퇴과에 병변이 있었던 경우에는 6주간 비 체중 부하를 시행 후 목발을 이용하여 병변의 크기에 따라 2주에서 6주간 부분 체중 부하만 허용하였다. 하지만 활차구에 병변이 있었던 경우에는 병변의 크기에 따라 비 체중 부하 시기를 2주에서 4주까지 단축하였고 그 이후 목발 보행을 수술 후 6주째까지 시행할 수 있도록 하였다. 스포츠 활동 복귀는 수술 후 6개월 이후에 허용하였다.

4. 환자 평가

모든 환자에서 고식적인 방사선학적 검사들(anteroposterior, lateral, intercondylar notch view, skyline view) 및 magnetic resonance imaging (MRI)을 시행하여 병변의 위치, 크기 및 병변의 발달 단계와 수술 후 크기의 변화 및 관절면의 불규칙성 등을 확인하였다.

수술 후 환자들은 3주, 6주, 3개월, 6개월, 12개월째 단순방사선 촬영 및 3개월, 12개월째 MRI 촬영을 하였으며, 수술 전후 Lysholm 점수, Hughston 임상적 점수와 방사선학적 점수를 측정하였다(Tables 1, 2)⁹⁾.

수술 후 환자들의 운동 복귀 여부와 시기를 기록하였고 환자 연령을 15세 전후로 구분하여 운동 복귀 시기의 차이를 보았다.

슬관절 박리성 골연골염의 크기는 의학 영상 정보 시스템(Picture Archiving Communications System)을 이용하여 수술 전후 MRI의 관상면과 시상면에서 병변의 가장 긴 가로 길이와 세로 길이를 곱하여 측정하였다(Fig. 2).

5. 통계 분석

통계학적 분석은 PASW ver. 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 독립 T-검정(independent t-test)을 이용하여 두 집단을 비교 분석하였으며 수술 전후 임상적 점수 비교는

대응표본 T-검정(paired t-test)을 이용하였다. 통계적 유의 수준은 0.05 미만으로 하였다.

결 과

총 30명의 환자에서 34예의 슬관절, 37예의 병변에 대하여 수술을 시행하였다. 증상 발생 후 보존적 치료를 평균 7.7개월(범위, 4.8-10.7개월) 시행하였으며, 보존적 치료가 실패할 경우 수술을 시행하였다.

내측 대퇴과에 발생한 경우는 11예, 외측 대퇴과에는 2예, 활차구에는 24예였다. 우측 슬관절에서 11예, 좌측 슬관절에서 13예, 양측 슬관절에서 발생한 경우는 5예였으며, 하나의 슬관절에 2개의 박리성 골연골염이 관찰된 경우는 3예였다. 다발성 천공술을 시행한 경우는 32예였으며, 생체흡수성 핀으로 고정된 경우는 5예였고 10예에서는 개방성 천공술을 시행하였다(Table 3).

대퇴과의 병변의 발달 단계는 Bedouell's classification에 따라 분류한 결과 수술 당시 IIa는 11예(29.7%), IIb는 16예(43.2%), III는 10예(27%)였으며, stage I, IV는 없었다.

병변의 크기는 수술 전 평균 360.07 mm^2 (범위, $136.49-584.65 \text{ mm}^2$)였으며 수술 후 최종 추시 결과 평균 227.9 mm^2 (범위, $26.5-525.45 \text{ mm}^2$)였다.

수술 후 추시 MRI상에서 관절면의 불규칙성을 관찰해보았을 때 1 mm에서 2 mm 사이의 경미한 돌출이 된 경우가 5예 있었으며 나머지는 잘 유지되고 있었다.

Hughston 임상적 점수는 수술 전 0점이 3명, 1점이 15명, 2점이 16명, 3점이 0명, 4점이 0명이었고 수술 후 0점은 없었으

며, 1점과 2점이 각각 3명, 3점은 14명(41%), 4점은 14명(41%)이었다. 82%에서 좋은 결과(3점 및 4점)를 보였다. 3명의 환자를 제외하고는 통증은 완전히 소실되었다.

Lysholm 점수는 수술 전 64.9 ± 9.4 점에서 수술 후 88.7 ± 15.1 점으로 향상되었다($p < 0.001$).

Hughston 방사선학적 점수는 수술 전 1점은 6명, 2점은 12명, 3점은 16명이었고 수술 후 1점은 3명, 2점은 8명(23%), 3점은 17명(50%), 4점은 6명(18%)이었다. 68%에서 좋은 결과(3점 및 4점)를 보였다.

수술 전후에 특별한 합병증은 없었으며 수술 후 25명(83.3%)의 환자가 스포츠 활동에 복귀하였고 평균 복귀 기간은 7.9개월이었다. 환자를 15세 미만(19명, 63%)과 15세 이상(11명, 37%)으로 나누어 복귀 기간에 따른 차이를 비교해보았을 때 15세 미만은 7.5개월, 15세 이상은 8.6개월로 15세 미만의 환자에서 복귀기간이 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다($p > 0.05$).

고 찰

소아 청소년기 슬관절 박리성 골연골염의 초기 치료 목표는 보존적 치료를 통해 연골 하골의 안정성을 강화시키고 관절 연골을 보존하여 추가적인 관절염의 진행을 막는데 있다¹⁰. 약 50%의 환자들이 보존적 치료만으로도 좋은 결과를 얻을 수 있다고 알려져 있다^{11,12}.

본 연구에서도 수술적 치료 전에 모든 환자에서 평균 6개월 이상의 보존적 치료를 시행하였었다. 하지만 기존 문헌들을 참고하여 이와 마찬가지로 통증과 부종 등의 증상이 지속되거나 방사선학적 검사상 골연골 병변이 불안정한 경우 및 성장판 폐쇄가 임박한 경우에는 수술적 치료를 시행하였다¹³⁻¹⁵.

Murray 등³에 의하면 슬관절 박리성 골연골염의 호발 부위는 내측 대퇴과로 75% 정도를 차지한다고 하였다. 하지만 이번 연구에서는 내측 대퇴과에서 발생한 경우는 37예 중 11예로 30%, 활차구에는 24예로 65%, 외측 대퇴과에는 2예로 5%였다. 오히려 내측 대퇴과보다는 활차구에서 가장 많이 발생하였고 이는 연구 대상이 소아 청소년기 운동선수들이었기 때문일 것이다. 기존에 알려진 슬관절의 박리성 골연골염의 가장 유력한 원인 인자는 반복적인 미세외상이며 스포츠 활동을 통한 반복적인 미세외상이 슬개 대퇴관절에 영향을 미쳤기 때문일 것으로 생각되며 이에 대한 예방과 재활 프로그램이 필요할 것으로 생각된다^{6,7}.

많은 저자들이 보존적 치료의 실패 이후에 슬관절 박리성 골연골염의 치료로 다양한 수술적 치료 방법을 보고하였다.

Table 3. Demographic data

Subjects	Number
No. of subjects	30
Male	27
Female	3
No. of knees	34
Right	11
Left	13
Both	5
No. of lesions	37
MFC	11
LFC	2
Trochlea	24
Multiple drilling	32
Fixation	5

MFC: medial femoral condyle, LFC: lateral femoral condyle.

대표적인 수술적 치료 방법으로 다발성 천공술이 있으며 이를 시행하여 좋은 결과를 얻었던 많은 연구 결과들이 보고되어 왔다^{14,16}. 대표적인 예로 Kocher 등¹⁶의 연구에서 8.5세에서 16.1세의 23명의 환자를 대상으로 관절경하 다발성 천공술을 시행하였었고 평균 3.9년 추시 관찰상 임상적 방사선학적으로 모든 환자에서 치유 소견을 보였으며 합병증 등은 관찰되지 않았다고 보고하였다.

Kouzelis 등¹⁷에 의하면 Herbert 나사못을 이용한 골핀 고정술에서 90%의 환자에서 임상적 방사선학적 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다. 또한 자가 골연골 이식술 및 고정술에 의한 연구에서는 70%에서 95%의 환자에서 임상적 및 방사선학적으로 호전 소견을 보였^{18,20}. Gudas 등²¹에 의하면 자가 연골 세포이식술을 통해서 92%의 환자에서 임상적, 방사선학적 호전을 얻었다.

본 저자들은 주로 다발성 천공술과 생체흡수성 핀 고정술을 시행하였으며 Bedouelle의 분류 제2, 3기 병변에서 좋은 치료 성적을 보여주었고 운동선수들의 슬관절 박리성 골연골염의 치료 방법으로서 의의가 있다고 할 수 있겠다.

슬관절 박리성 골연골염의 진행된 병변에서 불안정한 골연골 조각들은 여전히 높은 생존력(high viability and quality)이 있다고 Aurich 등²²의 연구에 의해 밝혀졌다. 이러한 불안정한 조각들을 고정시켜주는 방법으로 생체적합성 핀, 나사못 고정술 등이 적용될 수 있으며 치유 및 증상 호전에 효과적이라고 여러 문헌에서 보고하고 있다²³⁻²⁵. 하지만 이런 생체분해성 핀이나 나사못들에 의한 합병증들 또한 보고되고 있으며 여기에는 염증 반응, 골용해성 병변, 활액막염, 기구 파손 등이 있다^{26,28}. Millington 등²⁶은 18예 중 6예(33%)에서 유합이 실패하였는데, SmartNails의 파손 또는 back-out 현상이 11예 중 2예(18%)에서 발생되었다고 보고하였다. Friederich 등²⁷과 Scioscia 등²⁸도 비슷한 소견을 보였다고 보고하였으며, 이러한 합병증들이 관절내 유리체나 연골손상을 유발할 수 있다고 하였다. 하지만 저자들은 34예 중 5예에서 생체 흡수성 K-wire를 사용하여 고정시켰으나, 문헌에서 보고된 합병증은 관찰되지 않았다. 그렇지만 합병증 발생에 대한 주의가 필요할 것이다.

Eriksson²⁹의 연구에 의하면 슬관절 박리성 골연골염의 예후에 영향을 미치는 중요한 인자는 나이와 병변의 발달단계라고 했으며 나이가 어릴수록 병변의 발달 단계가 낮을 수록 예후가 좋다고 하였다. Ramirez 등³⁰은 85명의 소아청소년기 슬관절 박리성 골연골염 환자를 대상으로 시행한 연구에서 병변주위 방사선학적 경화의 정도(perilesional sclerosis)가 가장 중요한

예후인자이고 나이가 어릴수록 경화가 적게 일어나며 15세 미만의 환자에서 15세 이상의 환자보다 유의하게 예후가 좋았다고 보고하고 있다. 우리의 연구에서는 주로 대상이 운동선수들로서 15세를 기준으로 운동 복귀 시기의 차이를 알아보았고 15세 미만의 환자에서 운동 복귀 시기가 빨랐지만 통계적인 유의성은 없었다. 이는 환자 수가 많지 않았고 병변의 발달단계가 서로 비슷한 영향일 것으로 추측해본다. 하지만 이를 종합해보면 병변의 조기 발견과 조기 치료의 장점을 시사해주는 것으로 특히 소아 청소년기 운동선수에서 의의가 있다고 할 수 있다.

이 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저 환자수가 적은 후향적 연구이며 대조군이 없다는 점과 추시 관찰 기간이 짧아 좀 더 장기간의 추시 관찰이 필요하다는 점이다.

본 연구를 통하여 소아 청소년기 운동선수에서 발생한 슬관절 박리성 골연골염 환자에서 보존적 치료가 실패하였을 경우 다발성 천공술 또는 생체 흡수성 핀 고정술은 임상적 방사선학적으로 좋은 결과를 보여 주었으며 이런 환자에서 조기 발견과 적극적인 치료가 이뤄진다면 스포츠 활동 복귀에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

References

1. Konig F. Ueber freie Korper in den Gelenken. Dtsch Z Chir 1888;27:90-109.
2. Williams JS Jr, Bush-Joseph CA, Bach BR Jr. Osteochondritis dissecans of the knee. Am J Knee Surg 1998;11:221-32.
3. Clanton TO, DeLee JC. Osteochondritis dissecans. History, pathophysiology and current treatment concepts. Clin Orthop Relat Res 1982;(167):50-64.
4. Yoshida S, Ikata T, Takai H, Kashiwaguchi S, Katoh S, Takeda Y. Osteochondritis dissecans of the femoral condyle in the growth stage. Clin Orthop Relat Res 1998;(346):162-70.
5. Murray JR, Chitnavis J, Dixon P, et al. Osteochondritis dissecans of the knee; long-term clinical outcome following arthroscopic debridement. Knee 2007;14:94-8.
6. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts review. Am J Sports Med 2006;34:1181-91.
7. Hefti F, Beguiristain J, Krauspe R, et al. Osteochondritis dissecans: a multicenter study of the European Pediatric Orthopedic Society. J Pediatr Orthop B 1999;8:231-45.
8. Hayan R, Phillippe G, Ludovic S, Claude K, Jean-Michel C. Juvenile osteochondritis of femoral condyles: treatment with

- transchondral drilling: analysis of 40 cases. *J Child Orthop* 2010;4:39-44.
9. Hughston JC, Hergenroeder PT, Courtenay BG. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:1340-8.
10. Anderson AF, Richards DB, Pagnani MJ, Hovis WD. Antegrade drilling for osteochondritis dissecans of the knee. *Arthroscopy* 1997;13:319-24.
11. Cahill BR. Osteochondritis dissecans of the knee: treatment of juvenile and adult forms. *J Am Acad Orthop Surg* 1995;3: 237-47.
12. Cahill BR, Phillips MR, Navarro R. The results of conservative management of juvenile osteochondritis dissecans using joint scintigraphy: a prospective study. *Am J Sports Med* 1989;17:601-5.
13. Guhl JF. Arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans. *Clin Orthop Relat Res* 1982;(167):65-74.
14. Cepero S, Ullot R, Sastre S. Osteochondritis of the femoral condyles in children and adolescents: our experience over the last 28 years. *J Pediatr Orthop B* 2005;14:24-9.
15. Aglietti P, Buzzi R, Bassi PB, Fioriti M. Arthroscopic drilling in juvenile osteochondritis dissecans of the medial femoral condyle. *Arthroscopy* 1994;10:286-91.
16. Kocher MS, Micheli LJ, Yaniv M, Zurakowski D, Ames A, Adrignolo AA. Functional and radiographic outcome of juvenile osteochondritis dissecans of the knee treated with transarticular arthroscopic drilling. *Am J Sports Med* 2001;29: 562-6.
17. Kouzelis A, Plessas S, Papadopoulos AX, Gliatis I, Lambiris E. Herbert screw fixation and reverse guided drillings, for treatment of types III and IV osteochondritis dissecans. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:70-5.
18. Fonseca F, Balaco I. Fixation with autogenous osteochondral grafts for the treatment of osteochondritis dissecans (stages III and IV). *Int Orthop* 2009;33:139-44.
19. Kobayashi T, Fujikawa K, Oohashi M. Surgical fixation of massive osteochondritis dissecans lesion using cylindrical osteochondral plugs. *Arthroscopy* 2004;20:981-6.
20. Miura K, Ishibashi Y, Tsuda E, Sato H, Toh S. Results of arthroscopic fixation of osteochondritis dissecans lesion of the knee with cylindrical autogenous osteochondral plugs. *Am J Sports Med* 2007;35:216-22.
21. Gudas R, Simonaityte R, Cekanauskas E, Tamosiunas R. A prospective, randomized clinical study of osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of osteochondritis dissecans in the knee joint in children. *J Pediatr Orthop* 2009;29:741-8.
22. Aurich M, Anders J, Trommer T, et al. Histological and cell biological characterization of dissected cartilage fragments in human osteochondritis dissecans of the femoral condyle. *Arch Orthop Trauma Surg* 2006;126:606-14.
23. Din R, Annear P, Scaddan J. Internal fixation of undisplaced lesions of osteochondritis dissecans in the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88:900-4.
24. Larsen MW, Pietrzak WS, DeLee JC. Fixation of osteochondritis dissecans lesions using poly(l-lactic acid)/poly (glycolic acid) copolymer bioabsorbable screws. *Am J Sports Med* 2005;33:68-76.
25. Tuompo P, Arvela V, Partio EK, Rokkanen P. Osteochondritis dissecans of the knee fixed with biodegradable self-reinforced polyglycolide and polylactide rods in 24 patients. *Int Orthop* 1997;21:355-60.
26. Millington KL, Shah JP, Dahm DL, Levy BA, Stuart MJ. Bioabsorbable fixation of unstable osteochondritis dissecans lesions. *Am J Sports Med* 2010;38:2065-70.
27. Friederichs MG, Greis PE, Burks RT. Pitfalls associated with fixation of osteochondritis dissecans fragments using bioabsorbable screws. *Arthroscopy* 2001;17:542-5.
28. Scioscia TN, Giffin JR, Allen CR, Harner CD. Potential complication of bioabsorbable screw fixation for osteochondritis dissecans of the knee. *Arthroscopy* 2001;17:E7.
29. Eriksson E. Long-term prognosis of osteochondritis dissecans of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16: 435.
30. Ramirez A, Abril JC, Chaparro M. Juvenile osteochondritis dissecans of the knee: perifocal sclerotic rim as a prognostic factor of healing. *J Pediatr Orthop* 2010;30:180-5.