

전방십자인대 손상 유무와 대퇴 과간 절흔의 형상과의 상관관계 비교

김형간 • 문동규 • 곽지용 • 남대철 • 김동희 • 황선철[✉]

경상대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, 건강과학연구원

Correlation of Notch Configuration between Subjects with and Subjects without Anterior Cruciate Ligament Injury

Hyung Kan Kim, M.D., Dong Kyu Moon, M.D., Ji Yong Gwark, M.D.,
Dae Cheol Nam, M.D., Dong Hee Kim, M.D., and Sun Chul Hwang, M.D., Ph.D.[✉]

Department of Orthopaedic Surgery, Institute of Health Sciences, Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju, Korea

Purpose: The aim of this study was to evaluate the correlation between the 3-dimensional (D) notch volume and the 2D notch width and notch shape as measured on magnetic resonance imaging (MRI), between subjects with anterior cruciate ligament (ACL) injury and those without ACL injury.

Materials and Methods: Knee MRI images were taken from 72 subjects with ACL injury and 80 subjects without ACL injury (January 2007 to January 2012; Gyeongsang National University Hospital, Jinju, Korea). We measured 3D notch volume and 2D notch width and notch shape. The measured values from MRI figures between ACL-injured subjects and non-ACL-injured subjects were compared and analyzed. These measurements (notch width, notch ratio) were correlated to notch volume. Both intra-observer reliability and inter-observer reliability were calculated.

Results: Notch width differed significantly between ACL injured subjects and non-injured subjects ($p < 0.001$), while no significant differences in notch volume and notch shape were observed between the groups (male: $p = 0.43$, female: $p = 0.22$).

Conclusion: The results of this study might suggest that certain 2D measurements (notch width) of the notch could be better than notch volume for prediction of ACL rupture risk.

Key words: knee, intercondylar notch, anterior cruciate ligament

서 론

슬관절의 해부적인 분석을 통하여 전방십자인대 손상 원인을 밝히고자 하는 연구들이 많이 진행되어 왔다. 그 중 대퇴 과간 절흔은 전방십자인대의 대부분이 위치하는 공간으로서, 많은 연구에서 과간 절흔의 형태적인 요소가 전방십자인대 손상에 영향을 줄

수 있는 것으로 보고되고 있으며, 과간 절흔의 형태적 요소들이 작은 여자에서 전방십자인대 손상 위험이 더 높은 것으로 보고되고 있다.¹⁻⁷⁾ 그 이유로 과간 절흔의 크기가 작을수록 전방십자인대의 중간 실질에 가해지는 힘의 크기를 증가시켜 전방십자인대 손상 위험을 증가시킨다는 가설이 제기되고 있다.^{1,8-12)} 일부 논문에서는 이러한 연관성을 찾을 수 없었다고 보고하고 있으며¹³⁻¹⁵⁾ 연구에 따른 결과의 차이가 발생하는 이유는 아마도 과간 절흔의 형태적인 요소들을 측정하는 데 있어 영상적으로 이차원적인 방법을 이용한 탓에 실제 과간 절흔의 삼차원적인 구조를 대변하지 못하였기 때문일 것이다.^{1,8-15)} 과간 절흔에 대한 삼차원적인 측정방법을 이용한 연구들 중 Charlton 등¹³⁾은 여자에 비하여 남자

Received January 18, 2013 Revised March 15, 2013

Accepted September 24, 2013

[✉]Correspondence to: Sun Chul Hwang, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gyeongsang National University Hospital, 79 Gangnam-ro, Jinju 660-702, Korea

TEL: +82-55-750-8102 FAX: +82-55-761-9477 E-mail: hscspine@hanmail.net

의 과간 절흔 부피가 더 크다고 보고하였고, van Eck 등¹⁶⁾은 통계적인 유의성은 없었지만 전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 과간 절흔의 크기가 더 크다고 보고하였다. 하지만, 과간 절흔의 이차원적 계측값이 실제 삼차원적 과간 절흔의 부피와 어느 정도 상관관계를 보이는지 연구된 바가 없고, 전방십자인대 손상군과 비손상군 간의 차이를 삼차원적으로 측정하여 비교한 연구가 없는 실정이다. 따라서 전방십자인대 손상군과 비손상군 간의 과간 절흔의 형태적인 차이를 삼차원적 측정법으로 비교하고, 삼차원적 측정값과 이차원적 측정값과의 상관관계를 분석한 연구가 필요하다.

본 연구의 목적은 슬관절 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)을 이용하여 획득한 영상을 통하여 삼차원적으로 과간 절흔의 부피를 측정하고, 이차원적으로 과간 절흔의 모양과 폭을 측정하여 전방십자인대 손상의 유무와 각각의 측정값들 간의 상관관계를 확인하고자 하였다. 본 연구의 가설은 첫 번째로 '전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 과간 절흔의 크기(폭과 부피)나 모양에 차이가 있을 것이다'이고, 두 번째는 '과간 절흔의 폭이나 모양과 같은 이차원적인 측정값과 과간 절흔의 부피와 같은 삼차원적인 측정값 사이에 상관관계가 있을 것이다'로 세웠다.

대상 및 방법

1. 연구대상

경상대학교병원에서 2007년 1월부터 2012년 1월까지 시행한 258명의 슬관절 MRI 중 Outerbridge grade II 이상의 관절염 소견이 있거나 55세 이상, 다발성 인대 손상이 있는 경우, 골종양과 같이 골성 구조의 변화가 관찰되는 경우, 외국인을 제외하고 전방십자인대 재건술을 시행받은 72명 중 남자 39명, 여자 33명과 전방십자인대가 정상인 80명 중 남자 40명, 여자 40명의 MRI를 분석하였고 평균 연령은 40.91 ± 11.25 세였다. 비손상군은 전방십자인대 문제가 아닌 다른 슬관절 문제로 MRI를 시행한 경우로 병변이

없거나 반월상 연골판 손상만 있는 경우를 대상으로 하였다. 본 연구는 임상연구심의위원회의 승인을 받아 이루어졌다(GNUH 2013-02-011).

2. 과간 절흔의 부피 측정

모든 MRI는 1.5 Tesla 슬관절 MRI (MAGNETOM Avanto 1.5T; Siemens Healthcare, Erlangen, Germany)로 촬영하였고 각 영상의 두께는 3 mm였으며 측정은 이미지 프로그램(OsiriX MD, Geneva, Switzerland)을 이용하였다. T2 축상면 MRI에서 이미지 프로그램(OsiriX MD)을 이용하여 삼차원적으로 재건한 뒤 대퇴 과간 절흔의 골성 경계를 전방 및 측방 경계로 하여 수작업으로 표시하고 과간 절흔의 후방 경계는 골과 관절연골이 만나는 부분으로 설정하여 면적을 측정하였다. 과간 절흔의 상, 하 경계는 해부적 표지물을 기준으로 설정하였는데, 최근위부의 영상면은 대퇴 내과와 외과가 처음으로 육안적으로 나타나는 부분으로 하였고(Fig. 1A), 최원위부의 영상면은 대퇴 내과와 외과가 마지막으로 연속성을 가지고 영상에서 이어지는 부위로 설정하였다(Fig. 1B). 각각의 영상면에서 측정된 면적을 합산하고 영상면의 두께인 3 mm를 곱하여 부피를 측정하였다.^{13,16)}

3. 과간 절흔의 폭과 모양 측정

과간 절흔의 모양을 이차원적으로 평가하기 위하여 MRI의 T1 관상면에서 popliteal groove가 나타나는 영상에서 과간 절흔의 내측 및 외측 벽간의 거리를 측정하여 과간 절흔의 폭으로 정의하였다(Fig. 2).¹⁷⁾ 과간 절흔의 모양은 T2 축상면의 MRI에서 전방십자인대 대퇴 부착부가 명백하게 관찰되는 영상에서 과간 절흔 후방의 연골 경계를 이은 선을 기저로 하고 이에 수직으로 과간 절흔의 꼭지점까지 이은 선을 높이로 하여 높이/기저의 비를 계산한 후 그 비가 1보다 클 경우 narrow type, 1보다 작을 경우 wide type으로 정의하였다(Fig. 3). 모든 MRI의 측정은 두 명의 정형외과 전공 의가 4주 간격으로 시행하였고, 각각 두 번에 걸쳐 측정하였다.

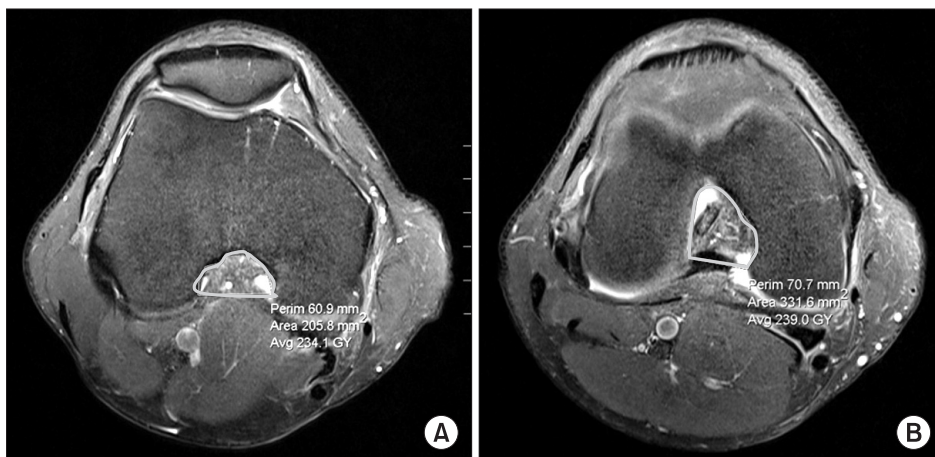


Figure 1. T2-weighted axial images. The borders of the notch are outlined. The posterior border of the notch: a line between the two points on the inside of the femoral condyles where the cartilage ends. (A) First image with both femoral condyles visible, as indicated by the articular cartilage. (B) Last image with continuity between the medial and lateral femoral condyles. The notch volume is calculated by summation of the area of all images within the defined femoral notch and multiplication by the slice thickness (3 mm).

4. 통계적 방법

본 연구를 시행하기 전 과간 절흔의 부피가 전방십자인대 손상과 연관이 있을 것임을 확인하기 위하여 무작위 배정을 하지 않은 채로 power 분석을 위해 전방십자인대 손상군 환자 5명을 선별하여 측정한 과간 절흔의 부피가 평균 $7.12 \pm 1.52 \text{ cm}^3$ 였고, 이를 근거로 하여 비손상군의 부피와 10% 이상 차이가 나는지 알고자 할 때를 가정하여 각 그룹당 n수는 72를 도출하였다($\alpha=0.05$, $\beta=0.8$). 양 군 간의 인구통계적 요소(나이, 키, 몸무게, 신체질량지수)와 전방십자인대 손상군과 비손상군 간의 과간 절흔의 폭, 모양, 그

리고 부피를 비교하기 위하여 T검정을 이용하였다.

그리고 삼차원적으로 측정한 과간 절흔의 부피와 이차원적으로 측정한 과간 절흔의 폭과 모양과의 상관관계를 알아보고자 Pearson correlation coefficient를 측정하였다. 상호 관찰자 그리고 관찰자 내의 신뢰성을 확인하기 위하여 급내 혹은 급간 상관계수(intraclass correlation coefficient)를 이용하여 분석하였다. 통계적인 분석은 SPSS 프로그램(SPSS version 18; IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, p값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 전방십자인대 손상군과 비손상군의 과간 절흔의 폭, 모양, 그리고 부피의 차이

양 군 간의 인구통계적 요소(나이, 키, 몸무게, 신체질량지수)는 손상군과 비손상군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 과간 절흔의 폭은 전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 작은 것으로 나타났고 통계적으로 유의하였다($p < 0.001$). 과간 절흔의 부피는 전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 작았으나 통계적으로 유의하지 않았다(남자: $p=0.43$, 여자: $p=0.22$). 과간 절흔의 모양 역시 전방십자인대 손상군과 비손상군 간에 차이가 없었다(남자: $p=0.16$, 여자: $p=0.88$) (Table 1).

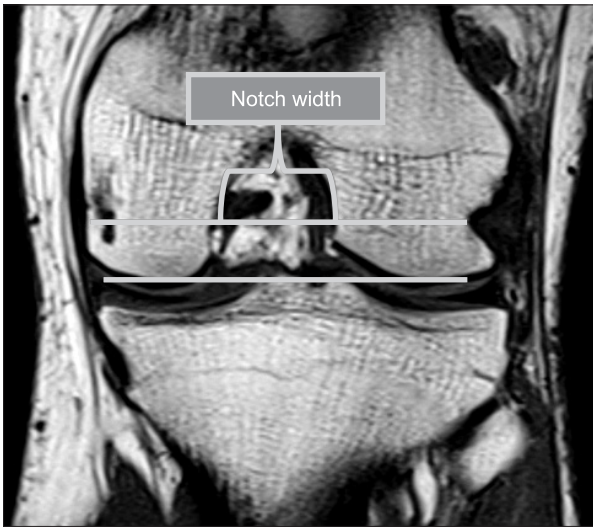


Figure 2. T1-weighted coronal image. A line is shown along the most inferior part of the femoral condyles and a line parallel to this line at an intermediate image among those obtained where the popliteal grooves can be seen, where the notch width was measured.

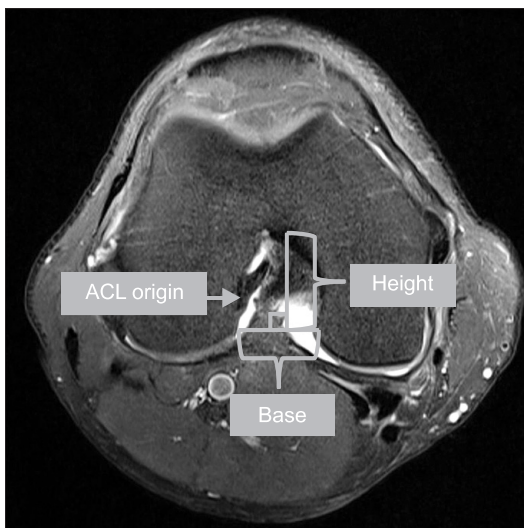


Figure 3. T2-weighted axial image, Measurement of the length of the base and height of the intercondylar notch at the anterior cruciate ligament (ACL) origin, ratio (height/base) was performed.

Table 1. Notch Morphometry Differences in ACL-Injured and Non-Injured Subjects

Variable	ACL-injured	Non-injured	p-value
Male (n=79)	39	40	
Age (yr)	39.59±12.28	35.48±9.56	0.11
Height (cm)	171.33±3.69	172.48±3.24	0.15
Weight (kg)	72.46±3.94	71.55±4.21	0.33
Body mass index	24.70±1.35	24.25±1.31	0.07
Notch volume (cm ³)	7.25±1.42	7.44±1.18	0.43
Notch width (mm)	16.70±1.67	18.23±1.31	<0.05
Notch ratio	1.01±0.24	1.08±0.19	0.16
Female (n=73)	33	40	
Age (yr)	45.12±12.15	44.28±8.46	0.73
Height (cm)	163.36±3.94	162.70±2.96	0.42
Weight (kg)	54.15±4.23	53.58±3.67	0.54
Body mass index	20.29±1.37	20.22±0.98	0.81
Notch volume (cm ³)	5.25±1.10	5.48±0.98	0.22
Notch width (mm)	15.72±1.76	17.30±0.95	<0.05
Notch ratio	1.04±0.17	1.04±0.13	0.88

Values are presented as number or mean±standard deviation. $p < 0.05$ was found to be significant. ACL, anterior cruciate ligament.

Table 2. Pearson Correlation Coefficient between Notch Width, Notch Ratio and Notch Volume, including Significance Level

Variable	Notch width	Notch ratio
Notch volume (r)	0.23	0.12
p-value	0.03	0.22

p<0.05 was found to be significant.

2. 과간 절흔의 부피와 폭 그리고 모양의 상관관계

과간 절흔의 폭과 과간 절흔의 부피 간에는 약한 양의 상관관계를 보였고 통계적으로 유의하였다($r=0.23$, $p=0.03$). 하지만 과간 절흔의 모양과 부피 간의 상관관계는 통계적으로 유의하지 않았다($r=0.12$, $p=0.22$) (Table 2).

3. 관찰자 내 그리고 관찰자 간 신뢰도

상호 관찰자 신뢰성을 보여주는 상관계수는 0.995 ($p<0.001$)로 나타났다 관찰자 내 신뢰도를 보여주는 상관계수는 관찰자 1의 경우 0.990 ($p<0.001$), 관찰자 2의 경우 0.981 ($p<0.001$)로 높은 상관관계를 보였다.

고 찰

본 연구의 가장 중요한 결과는 남녀 모두에게 있어 전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 과간 절흔의 폭이 작다는 것이고 과간 절흔의 부피나 모양은 전방십자인대 손상군과 비손상군 간에 차이가 없었다. 그리고 과간 절흔의 폭은 과간 절흔의 부피와 약하지만 양의 상관관계를 보였으나, 과간 절흔의 모양은 별다른 상관관계를 보이지 않았다.

기존의 여러 연구에서 이차원적인 여러 방법을 통하여 과간 절흔의 폭이 좁을수록 전방십자인대 손상의 위험이 높아진다고 보고하고 있다.¹⁻¹⁴ 그 이유로 과간 절흔의 크기가 작을수록 전방십자인대의 중간 실질에 가해지는 힘의 크기를 증가시켜 전방십자인대 손상의 위험을 증가시킨다는 가설이 제기되고 있다.^{1,14} 또한 과간 절흔의 크기가 작을수록 전방십자인대 재건술 시 이식건의 충돌을 방지하기 위하여 과간 절흔 성형술이 필요하기도 하다.⁹ 과간 절흔의 폭이 좁은 경우 이중 다발 전방십자인대 재건술 시 유도 철사나 확공기가 전내측 다발의 대퇴 부착부로 진입할 경우 대퇴 내과의 손상을 유발할 가능성이 높아지는데, 이때 과간 절흔 성형술을 시행하는 경우 전방십자인대 대퇴 부착부 원래의 해부적인 형태에 손상이 일어나기 때문에 단일 다발 재건술을 시행해야 한다는 보고도 있다.^{18,19} 그리고 과간 절흔의 형태적인 요소들이 전방십자인대 재건술 후 재파열의 위험에 관여할 수도 있다. 하지만 삼차원적인 과간 절흔의 형태에 대한 연구가 많지 않고 여러 논문에서 이차원적인 계측의 한계에 대하여 보고하고 있

는 실정인바, 술 전 영상을 통한 과간 절흔의 이차원적인 계측치와 삼차원적인 계측치인 부피 간의 상호관계를 확인하는 것은 전방십자인대 손상을 예측하고 전방십자인대 손상군의 수술적 치료에 있어 어떤 의미를 가지는지 알아보는 것은 중요하다고 생각된다.

본 연구의 첫 번째 가설인 '전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 과간 절흔의 크기(폭, 부피, 모양)가 작을 것이다'는 결론적으로 과간 절흔의 폭은 손상군이 비손상군에 비하여 유의한 차이를 보였지만, 과간 절흔의 부피는 전방십자인대 손상군과 비손상군 간의 통계적인 유의성이 관찰되지 않아 기각되었다. 일부 연구에서 과간 절흔의 폭은 전방십자인대 손상과 연관성이 없다고 보고하였는데,^{14,15} 이들 연구는 대부분 단순 방사선 사진을 이용한 연구였고 단순 방사선 사진이 슬관절의 굴곡 각도나 회전 정도에 많은 영향을 받는다는 점을 감안한다면 그 결과에 대한 정확성에 의문을 가질 수밖에 없다. 이를 반증하듯 최근 MRI를 이용한 연구들을 살펴보면 모두 과간 절흔의 폭이 좁을수록 전방십자인대 손상의 위험이 높아진다는 데 의견이 일치하고 있다.^{20,21} Vrooijink 등¹⁷은 MRI를 이용한 연구에서 전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 과간 절흔의 폭이 더 좁다고 보고하였는데, 저자들도 동일한 측정 방법을 사용하였고, 결과 또한 전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 과간 절흔의 폭이 좁은 것으로 나타났다. 이를 통하여 과간 절흔의 폭이 전방십자인대 손상과 관련된 중요한 위험요소임을 확인할 수 있었고, 특히 MRI가 다른 영상적인 측정방법보다 정확하게 과간 절흔의 폭을 측정할 수 있는 도구임을 확인할 수 있었다. 그리고 이전의 연구들은 대부분 이차원적인 연구로 저자들이 찾아본 바로는 오직 두 연구만이 삼차원적으로 과간 절흔의 부피를 측정하였고 그 중 한 연구만이 전방십자인대 손상군과 비손상군 간의 과간 절흔의 부피의 차이를 비교하였는데 통계적인 유의성이 없다고 보고하였고, 따라서 전방십자인대 손상의 위험은 과간 절흔의 부피보다 과간 절흔의 입구 크기(notch entrance size)와 더 큰 상관관계를 가진다고 하였다.^{21,22} 본 연구 역시 이들 연구와 동일한 측정방법으로 MRI를 이용해 부피를 측정하였는데, 본 연구 결과 또한 전방십자인대 손상군과 비손상군 간에 과간 절흔의 폭은 유의한 차이를 보였으나 과간 절흔의 부피는 통계적인 유의성을 보이지 않아 과간 절흔의 부피보다 폭이 전방십자인대 손상에 더 중요한 위험요소임을 확인할 수 있었다.

여러 연구에서 과간 절흔의 모양을 기술하기 위한 시도를 했는데, 대표적으로 컴퓨터단층촬영을 통하여 과간 절흔의 벽 형태에 따라 'inverted U' 모양을 포함하여 4가지의 과간 절흔의 모양을 기술한 연구가 있다.¹ Ireland 등¹²은 단순 방사선 사진상 과간 절흔의 기저부 길이가 과간 절흔의 높이보다 작을 경우 'A-shaped', 반대의 경우 'non A-shaped' 과간 절흔이라고 기술하였다. 그리고 최근 van Eck 등²²은 전방십자인대 손상군을 상대로 관절경적으

로 과간 절흔의 모양을 'A', 'U'와 'W' 모양으로 구분하여 'A' 모양이 가장 좁았으며 전방십자인대 손상군에 있어 가장 많은 빈도를 보였음을 연구한 바 있다. 하지만 이들 연구는 과간 절흔의 모양이 전방십자인대 손상에 있어 위험요인으로 작용하는지를 보여주지 않아 과간 절흔의 모양과 전방십자인대 손상과의 연관성에 대하여 설명하지 못하고 있다. 이와 같이 MRI를 이용한 과간 절흔의 모양에 대한 연구가 많지 않아 저자들은 MRI를 통하여 과간 절흔의 모양에 대한 정의를 세우고 모양에 따른 전방십자인대 손상의 위험도를 확인하기 위하여 전방십자인대 손상군과 비손상군 간의 과간 절흔의 모양 차이를 확인하였는데, 전방십자인대 손상군과 비손상군 간에 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

본 연구의 두 번째 가설인 '과간 절흔의 폭이나 모양과 같은 이차원적인 측정값이 과간 절흔의 부피와 같은 삼차원적인 측정값과 상관관계가 있을 것이다'는 이번 연구의 결과에서 별다른 상관관계가 없는 것으로 나타났다. Van Eck 등²¹⁾은 삼차원적인 과간 절흔의 부피와 이차원적인 과간 절흔의 폭간의 상관관계를 처음 보고하였는데, 컴퓨터단층촬영을 이용하여 삼차원적으로 측정된 과간 절흔의 부피와 관절경을 이용하여 이차원적으로 측정된 과간 절흔의 입구 폭 및 높いや 중등도의 양의 상관관계를 보인다고 보고하였다. 하지만 이 연구는 관절경을 이용한 과간 절흔의 폭 측정에서 정확도가 떨어질 수 있고 컴퓨터단층촬영에서의 측정값과 관절경을 이용한 측정값 간에 이질성이 있을 수 있다. 따라서 이러한 부정확성과 이질성을 배제하기 위하여 저자들은 MRI를 통하여 삼차원적인 과간 절흔의 부피와 이차원적인 과간 절흔의 폭과 모양을 측정하여 상관관계를 확인하였다. 과간 절흔의 부피와 폭 간에 낮은 양의 상관관계를 확인할 수 있었고 모양과는 연관성이 없음을 확인하였는데, 저자들의 결과가 Van Eck 등²¹⁾의 결과와 차이가 있는 것은 아마도 앞서 기술한 측정 방법의 차이에 있는 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 첫 번째는 과간 절흔의 측정값들에 영향을 줄 수 있는 수상 후부터 MRI 촬영까지의 기간에 대한 고려를 하지 않았다는 것과 전방십자인대 비손상군이 완전하게 정상 슬관절을 보이지 않는 경우가 포함되어 있다는 점이다. 두 번째는 전방십자인대 비손상군이 완전하게 정상 슬관절을 보이지 않는 경우가 포함되어 있다는 점과 1.5 Tesla MRI의 질적인 문제로 자기공명영상의 특성상 골성 구조의 경계가 일부 모호하게 나타나는 점으로 인하여 계측값의 정확성에 문제가 있을 가능성이 있다. 하지만 MRI를 통해 이차원적인 계측과 삼차원적인 계측을 실시하여 다른 계측방법(단순 방사선 또는 관절경적인 계측)에 비하여 비교적 정확하게 측정하였다는 점과 하나의 tool만을 이용하여 측정값들 간에 동질성이 있다는 점은 본 연구의 강점이라고 할 수 있다.

결론

본 연구 결과 남녀 모두에게 있어 과간 절흔의 폭은 전방십자인대 손상군이 비손상군에 비하여 작았다. 하지만 과간 절흔의 부피와 모양은 전방십자인대 손상군과 비손상군 간에 통계적인 유의성을 보이지 않았다. 과간 절흔의 부피는 과간 절흔의 폭과 낮은 양의 상관관계를 보였고 과간 절흔의 모양과는 관련성이 없었다. 따라서 과간 절흔의 폭은 전방십자인대 손상의 중요한 위험요인으로 고려할 수 있으나 과간 절흔의 부피와 모양은 위험 예측 지표로서의 유용성이 떨어지는 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Cha JH, Lee SH, Shin MJ, Choi BK, Bin SI. Relationship between mucoid hypertrophy of the anterior cruciate ligament (ACL) and morphologic change of the intercondylar notch: MRI and arthroscopy correlation. *Skeletal Radiol.* 2008;37:821-6.
2. Gwinn DE, Wilckens JH, McDevitt ER, Ross G, Kao TC. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am J Sports Med.* 2000;28:98-102.
3. Oliphant JG, Drawbert JP. Gender differences in anterior cruciate ligament injury rates in wisconsin intercollegiate basketball. *J Athl Train.* 1996;31:245-7.
4. Shelbourne KD, Davis TJ, Klootwyk TE. The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1998;26:402-8.
5. Shelbourne KD, Facibene WA, Hunt JJ. Radiographic and intraoperative intercondylar notch width measurements in men and women with unilateral and bilateral anterior cruciate ligament tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1997;5:229-33.
6. Stijak L, Radonjić V, Aksić M, Filipović B, Sladojević M, Santrac-Stijak G. Correlation between femur's length and morphometric parameters of distal femur important in rupture anterior cruciate ligament. *Acta Chir Jugosl.* 2009;56:61-6.
7. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med.* 2003;31:831-42.
8. Dienst M, Schneider G, Altmeyer K, et al. Correlation of in-

- tercondylar notch cross sections to the ACL size: a high resolution MR tomographic in vivo analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127:253-60.
9. Hernigou P, Garabedian JM. Intercondylar notch width and the risk for anterior cruciate ligament rupture in the osteoarthritic knee: evaluation by plain radiography and CT scan. *Knee.* 2002;9:313-6.
 10. Murshed KA, Ciçekcibaşı AE, Karabacakoglu A, Seker M, Ziyilan T. Distal femur morphometry: a gender and bilateral comparative study using magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat.* 2005;27:108-12.
 11. Tillman MD, Smith KR, Bauer JA, Cauraugh JH, Falsetti AB, Pattishall JL. Differences in three intercondylar notch geometry indices between males and females: a cadaver study. *Knee.* 2002;9:41-6.
 12. Ireland ML, Ballantyne BT, Little K, McClay IS. A radiographic analysis of the relationship between the size and shape of the intercondylar notch and anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:200-5.
 13. Charlton WP, St John TA, Ciccotti MG, Harrison N, Schweitzer M. Differences in femoral notch anatomy between men and women: a magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med.* 2002;30:329-33.
 14. Lombardo S, Sethi PM, Starkey C. Intercondylar notch stenosis is not a risk factor for anterior cruciate ligament tears in professional male basketball players: an 11-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33:29-34.
 15. Herzog RJ, Silliman JF, Hutton K, Rodkey WG, Steadman JR. Measurements of the intercondylar notch by plain film radiography and magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med.* 1994;22:204-10.
 16. van Eck CF, Kopf S, van Dijk CN, Fu FH, Tashman S. Comparison of 3-dimensional notch volume between subjects with and subjects without anterior cruciate ligament rupture. *Arthroscopy.* 2011;27:1235-41.
 17. Vrooijink SH, Wolters F, Van Eck CF, Fu FH. Measurements of knee morphometrics using MRI and arthroscopy: a comparative study between ACL-injured and non-injured subjects. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19 Suppl 1:S12-6.
 18. Tashman S, Kopf S, Fu FH. The kinematic basis of ACL reconstruction. *Oper Tech Sports Med.* 2008;16:116-8.
 19. Shen W, Forsythe B, Ingham SM, Honkamp NJ, Fu FH. Application of the anatomic double-bundle reconstruction concept to revision and augmentation anterior cruciate ligament surgeries. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90 Suppl 4:20-34.
 20. Domzalski M, Grzelak P, Gabos P. Risk factors for anterior cruciate ligament injury in skeletally immature patients: analysis of intercondylar notch width using magnetic resonance imaging. *Int Orthop.* 2010;34:703-7.
 21. Van Eck CF, Martins CA, Kopf S, Lertwanich P, Fu FH, Tashman S. Correlation between the 2-dimensional notch width and the 3-dimensional notch volume: a cadaveric study. *Arthroscopy.* 2011;27:207-12.
 22. van Eck CF, Martins CA, Vyas SM, Celentano U, van Dijk CN, Fu FH. Femoral intercondylar notch shape and dimensions in ACL-injured patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:1257-62.

전방십자인대 손상 유무와 대퇴 과간 절흔의 형상과의 상관관계 비교

김형간 • 문동규 • 곽지용 • 남대철 • 김동희 • 황선철[✉]

경상대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, 건강과학연구원

목적: 슬관절 자기공명영상을 이용하여 과간 절흔의 모양과 폭, 부피를 측정하여 전방십자인대 손상의 유무에 따른 각각의 측정값 사이의 상관관계를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 전방십자인대 손상군 72명, 비손상군 80명의 자기공명영상을 이용하여 과간절흔의 삼차원적인 부피와 이차원적인 폭과 모양을 측정하여, 전방십자인대 손상군과 비손상군으로 나누어 비교하였다. 과간 절흔의 폭, 모양, 부피 간의 상관관계를 분석하였고, 관찰자 간, 관찰자 내의 신뢰성을 확인하였다.

결과: 성별에 관계 없이 전방십자인대 손상군에서 과간 절흔의 폭이 더 작았고 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 과간 절흔의 부피는 전방십자인대 손상군에서 비손상군보다 더 작았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(남: $p = 0.43$, 여: $p = 0.22$). 전방십자인대 손상군과 정상군 간에 과간 절흔 모양의 차이는 없었다(남: $p = 0.16$, 여: $p = 0.88$).

결론: 과간 절흔의 폭은 전방십자인대 손상의 위험을 예측하는 데 좋은 지표로 이용할 수 있으나 과간 절흔의 모양과 부피는 전방십자인대 손상의 위험을 판단하는 지표로서 의미가 없다.

색인단어: 슬관절, 과간 절흔, 전방십자인대 손상

접수일 2013년 1월 18일 수정일 2013년 3월 15일 게재확정일 2013년 9월 24일

[✉]책임저자 황선철

진주시 강남로 79, 경상대학교병원 정형외과

TEL 055-750-8102, FAX 055-761-9477, E-mail hscspine@hanmail.net