

## 초음파로 측정된 정상 슬관절 대퇴연골 두께 및 소견

가톨릭대학교 의과대학 재활의학교실, <sup>1</sup>보바스 어린이병원  
김혜원 · 이종인 · 고영진 · 임지은<sup>1</sup> · 이진영 · 이상지

### Reference Values of Normal Femoral Condylar Cartilage Thickness and Its Ultrasonographic Findings

Hye-Won Kim, M.D., Jong-In Lee, M.D., Young-Jin Ko, M.D., Ji-Eun Lim, M.D.<sup>1</sup>, Jin-Young Lee, M.D. and Sang-Jee Lee, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, <sup>1</sup>Bobath Children's Hospital

**Objective:** To establish reference values for the femoral condylar cartilage thickness and to observe the cartilage clarity and sharpness between different age groups of healthy Koreans employing a ultrasonographic scanner.

**Method:** 105 healthy volunteers from the ages of twenties to the fifties, without clinical signs of osteoarthritis were recruited for the study. Cartilage thickness at both intercondylar notch, medial condylar and lateral condylar area were obtained with 12 MHz linear transducer, in supine position under maximum flexion of the knee joints. Cartilage sharpness and clarity were also recorded in grade between 0 to 3.

**Results:** The thickness of cartilage significantly decreased

with the increment of age ( $p < 0.05$ ) and the cartilage of the man was much thicker than woman ( $p = 0.000$ ). Grade of the sharpness and clarity was not different between age groups and the checked grade was mostly grade 1 and there was no grade 3.

**Conclusion:** This study defines standard reference values of femoral condylar cartilage for musculoskeletal ultrasonography to prevent misinterpretation of thinning of cartilage thickness in difference age groups and sex. With these findings, we can specify the range of normal degenerative change of femoral condylar cartilage. (*J Korean Acad Rehab Med* 2008; 32: 703-710)

**Key Words:** Ultrasonography, Knee, Articular cartilage, Thickness

## 서 론

퇴행성 슬관절염은 다양한 비염증성 기전에 의해 관절면의 파괴를 유발해 기능적 장애를 가져오는 질환으로 나이가 들어감에 따라 증가하고, Felson의 연구들에 의하면 70대에서는 x-ray 상에서 30~36%의 유병률을 가지며, 그 중 3분의 1이 증상을 가지고 있다.<sup>1,2</sup>

관절 연골의 결손이나 관절 연골 부피의 감소는 골관절염의 진행 및 예후와 밀접한 관계가 있다.<sup>3,4</sup> 관절 연골의 초기 퇴행성 변화나 치료 경과를 관찰하기는 단순 x-선 촬영은 한계가 있으며,<sup>5</sup> 자기공명영상은 현재까지 관절연골 평가에서 가장 우수한 검사로 알려져 있으나,<sup>6</sup> 비용적인 문제가 있어 쉽게 사용하기는 어렵다.

퇴행성 슬관절염에서 연골의 초음파 소견은 경계가 불분명해지고 에코 음영이 증강되며, 두께가 감소되는 소견을

통해 진단에 도움을 줄 수 있다.<sup>7,8</sup> 특히 초음파로 측정된 연골의 두께나 소견이 타당함을 밝힌 최근의 연구 결과들에 근거하여 임상적 유용성이 증대되고 있다.<sup>9-11</sup>

기준에 관절 초음파를 이용한 연골 두께에 대한 보고가 있었으나 대상자수가 극히 적어,<sup>12</sup> 본 저자들은 비교적 대규모로 증상 없는 한국인의 대퇴관절 연골 두께의 참고치를 얻고, 연령, 성별, body mass index (BMI)와의 상관관계를 보고하여 비정상적인 연골두께의 감소를 판정하는데 도움이 되고자 하였다. 또한 이전 연구들에서 슬관절 연골의 선명도와 투명도에 대한 보고가 있었으나 문헌에서 각각에 대해 명확한 등급 기준에 대하여 제시된 바가 없어,<sup>13,14</sup> 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 연골의 선명도와 투명도에 대한 등급 기준을 제시하고, 증상 없는 연령대별 성인에서 나이에 따른 퇴행성 변화를 선명도와 투명도를 통해 관찰하고자 하였다.

### 연구대상 및 방법

#### 1) 연구대상

대상군은 골다공증, 당뇨, 무릎 부상 및 무릎 수술의 과거력이 없으며, 신경학적 검사상 이상 소견을 보이지 않고,

접수일: 2008년 3월 25일, 게재승인일: 2008년 10월 7일

교신저자: 이상지, 대전시 중구 대흥동 520-2

☎ 301-723, 대전성모병원 재활의학과

Tel: 042-220-9819, Fax: 042-252-5158

E-mail: upperlimb@hanmail.net

Table 1. Demographic Data between Age Groups

Age	Male					Female				
	N	Age	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Height (m)	Weight (kg)	N	Age	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Height (m)	Weight (kg)
21~30	12	26.83±1.12	22.41±1.83	1.74±0.04	67.6±6.4	15	25.53±3.31	20.00±2.74	1.63±0.04	53.7±6.5
31~40	12	35.08±2.53	23.21±2.91	1.72±0.06	68.6±10.6	12	34.33±2.81	21.40±3.50	1.64±0.06	57.2±8.8
41~50	12	45.83±3.86	23.50±2.58	1.73±0.05	70.7±8.5	19	47.26±2.40	22.93±2.24	1.58±0.05	57.1±7.6
51~60	8	54.00±3.30	24.68±2.44	1.69±0.05	70.6±9.5	15	54.07±2.69	22.83±2.89	1.58±0.06	58.0±9.1
Total	44	39.20±10.39	23.34±2.51	1.72±0.05	69.3±8.6	61	41.05±11.45	21.90±2.99	1.60±0.06	56.5±8.0

Values are mean±standard deviation.

N: Number of participants, BMI: Body mass index

Americal College of Rheumatology<sup>15</sup>에서 제시한 골관절염의 임상 소견이 없는 이들로 하였다. 대상군은 남자는 44명, 여자는 61명으로 모두 105명, 총 210개의 건강한 무릎 관절을 대상으로 하였다. 나이는 21세부터 60세까지로 연령별 평균 나이와 키, 몸무게, BMI는 표에 제시하였다(Table 1). 실험대상은 모두 자발적 참여자로, 실험 내용에 동의하였다.

## 2) 방법

AccuvixXQ (Medison, Hongchun, Korea) 초음파 검사기가 12 MHz 선형 방사 탐촉자를 장착하여 대퇴골 용기사이(intercondylar cartilage), 내과 및 외과연골을 각각 횡단 및 종단 스캔하였다.<sup>13,14,16</sup> 초음파 검사기의 설정치는 연골을 검사하기 위한 최적의 상태로 조정된 후 모두 동일한 조건에서 실험을 진행하였다. 대상자를 앙와위 자세에서, 체중 부하 부위인 후방 연골을 관찰할 수 있게 무릎을 최대 굴곡하게 한 후 시행하였다. 대퇴골 용기사이 연골(intercondylar cartilage)은 슬개골 상단에서 근위부로 이동하면서 슬개골에 가려있던 연골이 처음 관찰되는 시점에서 용기 사이의 연골의 가장 오탁한 중심에서 영상을 얻었다(Fig. 1). 내과 및 외과연골은 대퇴용기사이 연골을 측정된 곳에서 내측 또는 외측으로 약 2 cm 가량 이동 후 연골의 경계선이 가장 뚜렷하며 연골두께가 외과에서 급격히 얇아지기 직전의 부위에서 초음파 영상을 촬영하였다(Fig. 1). 3명의 검사자가 검사를 진행하였으며 같은 부위에서 횡단면과 종단면으로 3번씩 촬영을 하였다. 연골 두께 측정 및 연골의 선명도, 투명도는 저장된 사진을 보고 1명의 검사자에 의하여 시행되었다. 연골의 선명도와 투명도는 기존의 0-6 등급을,<sup>13,14,16</sup> 0-3으로 조정하여 저자들이 고안한 것으로 사용하였다(Fig. 2, 3). 선명도는 연골의 경계가 선을 그은 것처럼 매끈한 것이 0, 연골과 윤활액막 사이의 경계가 약간 거칠어 졌으나 경계가 잘 유지되는 것을 1, 연골과 골과의 경계면까지 매우 불균등한 것을 2, 연골과 주변 조직의 경계가 거의 구별되기 어려운 것을 3으로 하였다(Fig. 2). 투명도는 연골내에 균등한 저에코로 맑고 투명하게 보이는 0부터, 매우 탁하고 고에코로 보이는 3까지의 4등급으로 나누었다(Fig. 3).

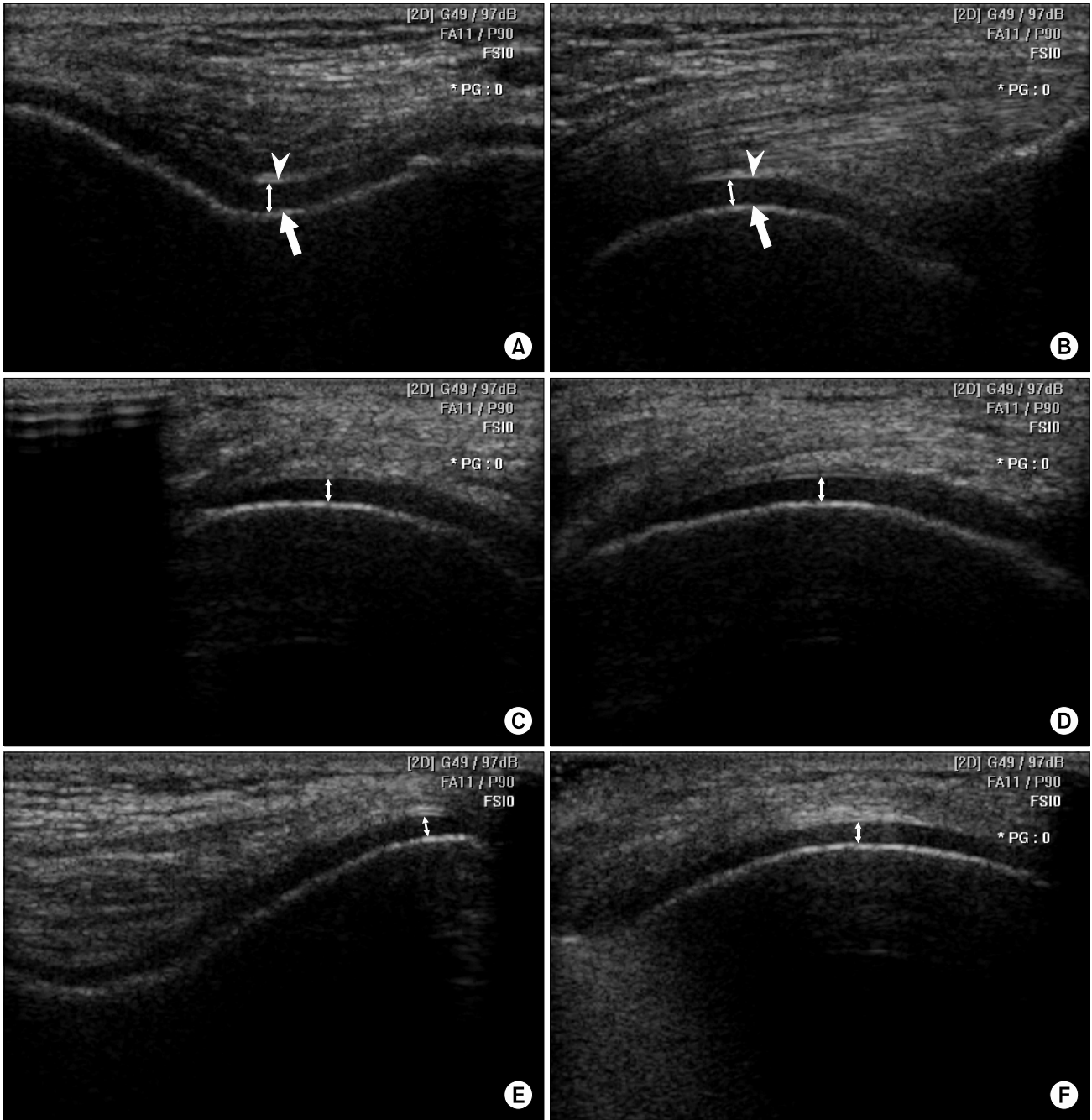
통계학적 검증을 위해서 윈도우용 SPSS 13 프로그램을 이용하였다. 연령 및 BMI와 각 부위의 연골에서의 측정값과의 상관관계를 Pearson 상관계수를 이용하여 분석하였다. 연골 두께와 연령 그룹별 차이는 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 사후분석을 이용하였으며, 선명도와 투명도의 연령대별 차이는 교차분석을 이용하여 chi-square test로 검증하였다. 남녀간의 측정값의 차이는 independent t-test를 사용하였으며, 모든 통계의 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

횡단면으로 측정된 남자의 대퇴 용기사이연골의 두께의 평균은  $2.11 \pm 0.46$  mm이고, 여자에서는  $1.73 \pm 0.33$  mm로 남녀의 차이가 있었다(Table 2). 내측에서 측정된 두께의 평균은 남자는  $1.70 \pm 0.34$  mm, 여자에서는  $1.54 \pm 0.25$  mm이었으며, 대퇴관절 외측용기연골의 두께는 남자에서  $1.85 \pm 0.33$  mm, 여자에서  $1.54 \pm 0.30$  mm로 남자가 여자보다 각각의 측정치에서 연골 두께가 유의하게 두꺼웠다( $p=0.000$ ). 종단면으로 측정된 값도 횡단면과 유사한 결과를 얻었다(Table 2).

연령이 증가함에 따라 각각의 연골 두께가 의미 있게 감소하였으며(Pearson's correlation coefficient,  $p < 0.05$ ) (Table 3), 사후 분석에서 연령군 간의 차이를 검증한 결과 모든 부위에서 20대와 50대 간의 차이는 유의하게 측정되었으며, 특히 내측용기연골의 횡단면 두께는 20대와 30대간에도 유의한 차이를 보여, 내측용기연골이 조기에 두께 감소가 시작되는 곳으로 나타났다. 외측용기연골의 종단면 두께는 40대와 50대 사이에 유의한 차이를 보여 연령의 증가에 따라 두께 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). (Table 2).

연골의 선명도와 투명도 등급은 증상 없는 정상인에서는 대부분 1이었으며 소수에서만 0과 2등급이 있었고, 3은 없었다(Table 4). 또한, 선명도와 투명도 모두 카이 제곱검정에서 연령대별로 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 연골의 선명도는 Pearson 상관계수를 이용하였을 때, 내측용기연골과, 용기사이연골에서는 연령과 약한 양의 상관관계가 있



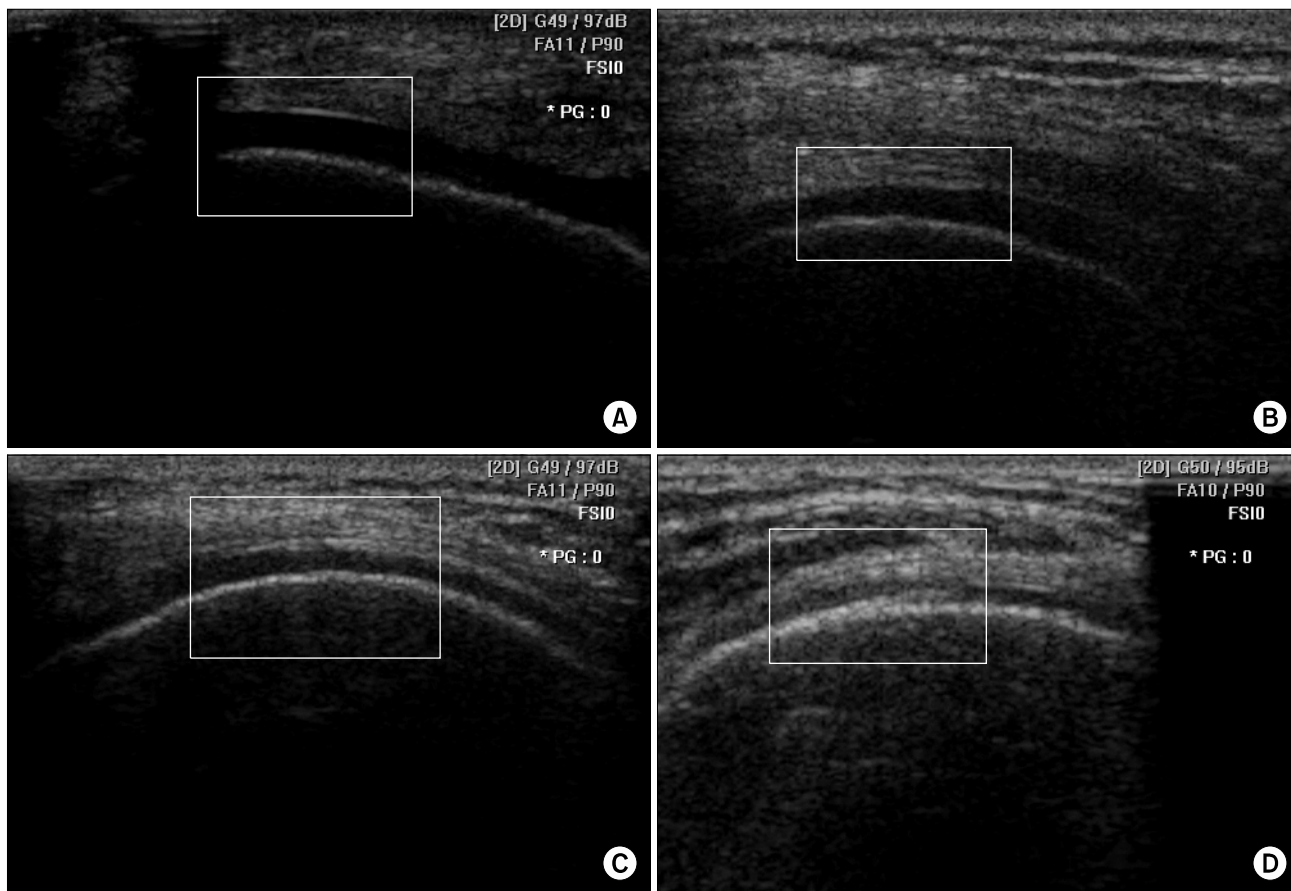
**Fig. 1.** Six basic scans of the femoral condylar cartilage. The thickness of the articular cartilage is shown with double arrows. Articular cartilage appears as a homogeneously hypoechoic band. Articular cartilage is demarcated by superficial and deep hyperechoic band. Deeply seated and relatively thick hyperechoic band is cartilage-bone interface (arrow) and superficial thin hyperechoic band is cartilage-synovial interface (arrow head). (A) Intercondylar, trasverse view, (B) Intercondylar, longitudinal view, (C) Medial condylar, transverse view, (D) Medial condylar, longitudinal view, (E) Lateral condylar, transverse view, (F) Lateral condylar, longitudinal view.

어( $p < 0.05$ , Table 3), 나이가 증가함에 따라 연골의 선명도가 소실되는 경향이 있었으나 차이는 거의 미미하였다.

BMI가 커진다고 연골이 얇아지는 상관관계는 없었으며, BMI가 커질수록 대퇴 용기사이연골 및 내측용기연골의 선명도 등급이 커지는 약한 양의 상관관계가 있었다( $p < 0.05$ ).

## 고 찰

초음파 기술의 발전으로 인해 초음파를 이용한 대퇴 연골의 두께 및 소견들에 대한 타당도 및 재현성에 대한 결과들이 최근 발표되고 있으며, 이를 바탕으로 임상에서 유용



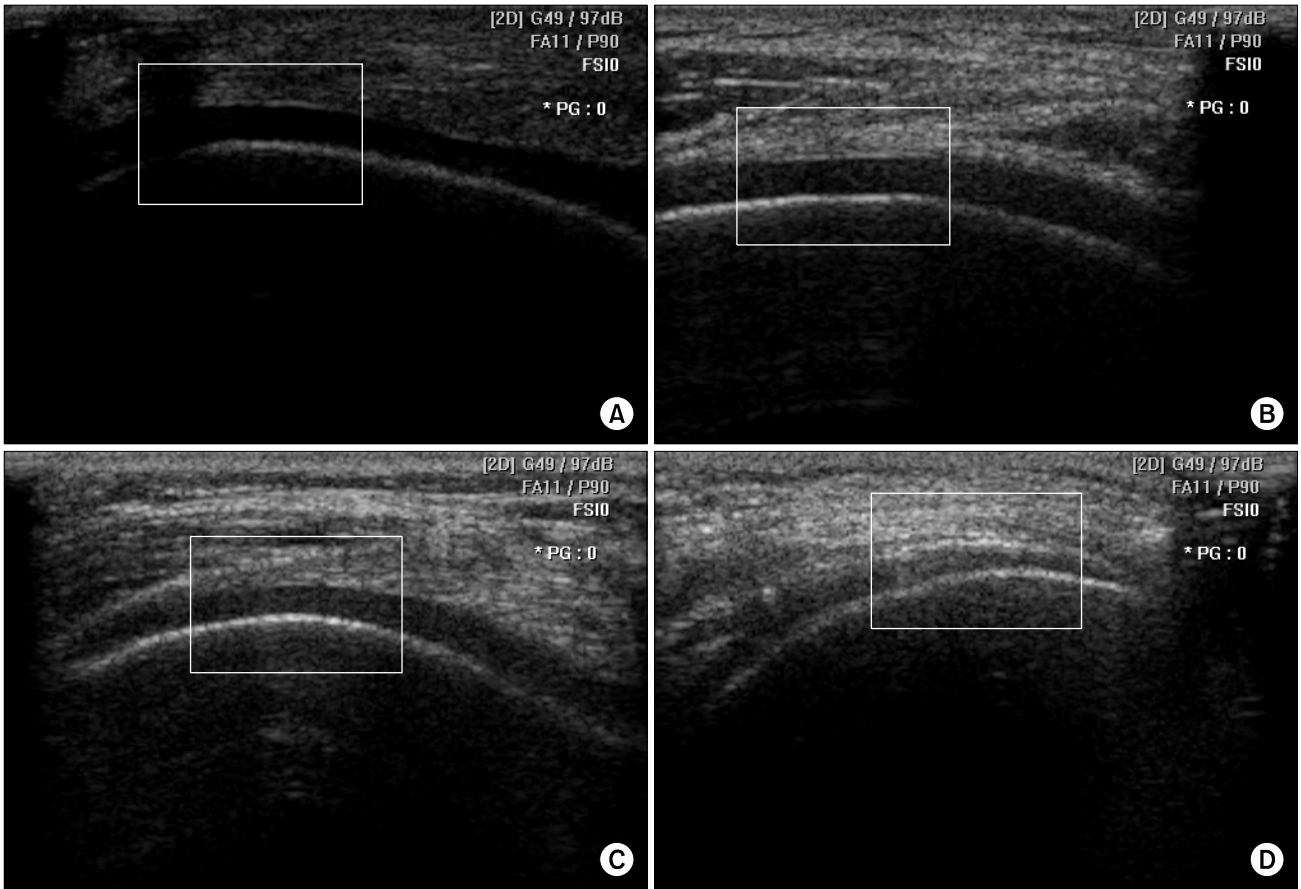
**Fig. 2.** Ultrasonographic grade of cartilage sharpness. (A) Grade 0: maximally sharp, clearly demarcated, (B) Grade 1: slight blurring of the cartilage-synovial interface, (C) Grade 2: blurring of the cartilage-synovial and the cartilage-bone interface, (D) Grade 3: completely obscured or marked blurring.

도가 증대될 것으로 생각한다.<sup>8-11</sup> 증상 있는 골관절염 환자에서 연골의 결손 여부를 파악하는 것은 중요하다. 연골의 결손 정도는 연골의 부피 감소 및 퇴행성 관절염의 중증도와 상관관계가 있으며, 향후 질병의 예후 즉 연골 결손이 더 진행되거나 관절 치환술을 필요하게 되는 것과 관계가 있다.<sup>4</sup> 자기공명영상은 관절연골의 결손, 부피, 두께, 골 표면 면적들을 관찰하는데 정확하고 재현성이 높은 검사이나,<sup>17</sup> 최근 관절 초음파가 널리 보급되면서 MRI와 초음파의 유용도를 비교한 연구들이 진행되고 있다. Yoon 등은 초음파로 퇴행성 골관절염 환자의 연골의 두께를 측정하여 관찰자간 또는 관찰자내의 높은 신뢰도를 보고하였으며, MRI로 측정한 결과와도 높은 관련성이 있음을 보고하였다.<sup>11</sup> 또한 슬관절의 초음파 검사는 퇴행성 관절염 환자의 기본 검사로 자기공명영상을 대신하여 주변 연부 조직의 병변, 즉 삼출물, 활액낭의 비후, 오금낭 (popliteal cyst) 등을 관찰할 수 있다.<sup>18</sup>

퇴행성 관절염의 환자의 초음파상 연골 소견은 첫째, 윤활막-연골사이(synovial space-cartilage)의 정상적인 선명도

(sharpness) 소실 둘째, 연골층의 투명도(clarity) 소실 셋째, 관절 연골 두께의 얇아짐 넷째, 골-연골 사이의 고에코이며, 단 한 가지 소견만으로 연골의 손상 여부를 결정할 수는 없으며 모든 소견을 종합하여 임상에서 진단을 내려야 한다.<sup>13,14,18</sup> 정상인에서의 연골은 수분함량이 많은 조직이므로 무에코성으로 보이나, 연골의 투명도가 소실 즉, 고에코 소견은 섬유성 연축(fibrillation) 및 연골의 균열로 인한 구조적인 변성을 시사하게 된다. 초음파검사에서 나타나는 관절 연골 손상의 초기 변화는 부종에 의하여 연골의 윤곽이 불분명해지고 내부 에코가 비균질적으로 나타나며 두께는 다소 증가하는 것으로 알려져 있다. 초음파검사에서 관절 연골의 표면 경계는 연골과 활막간의 계면에 의하여 형성되는 고에코의 선으로 나타난다. 골관절염 환자에서는 연골 표면의 마모, 균열과 더불어 활막이 증식되는데 이로 인하여 초음파검사서 연골의 표면이 불명확하게 보이게 된다.<sup>7</sup>

이전까지의 연구에서 초음파로 측정한 정상 연골 소견에 대한 보고가 있었으나 연령대별 남녀별 정상인을 대상으로



**Fig. 3.** Ultrasonographic grade of cartilage clarity. (A) Grade 0: perfectly clear, homogeneously anechoic band, (B) Grade 1: less clear or slightly opaque, (C) Grade 2: moderately opaque, (D) Grade 3: very opaque, complete lack of clarity.

**Table 2.** The Mean Thickness of the Femoral Condylar Cartilage in Each Age Groups and Sex

	Age	Transverse scan			Longitudinal scan		
		Total (n=210)	Male (n=88)	Female (n=122)	Total (n=210)	Male (n=88)	Female (n=122)
Inter condylar	21 ~ 30	2.02±0.48	2.34±0.42	1.76±0.35	1.99±0.41	2.25±0.35	1.77±0.31
	31 ~ 40	1.86±0.43	2.08±0.42	1.65±0.33	1.90±0.41	2.10±0.41	1.70±0.30
	41 ~ 50	1.93±0.46	2.13±0.46	1.81±0.38	1.92±0.42	2.18±0.45	1.76±0.30
	51 ~ 60	1.72±0.24 <sup>†§</sup>	1.80±0.27 <sup>†</sup>	1.68±0.21	1.75±0.24 <sup>†</sup>	1.83±0.26	1.71±0.22
	Total	1.89±0.43	2.11±0.46*	1.73±0.33*	1.90±0.39	2.11±0.41*	1.74±0.28*
Medial condylar	21 ~ 30	1.79±0.28	1.91±0.28	1.69±0.24	1.77±0.32	1.89±0.38	1.67±0.24
	31 ~ 40	1.57±0.23 <sup>†</sup>	1.63±0.24	1.50±0.21	1.53±0.32 <sup>†</sup>	1.62±0.30	1.45±0.33
	41 ~ 50	1.53±0.33 <sup>†</sup>	1.60±0.44	1.49±0.28	1.56±0.33 <sup>†</sup>	1.66±0.43	1.49±0.27
	51 ~ 60	1.54±0.29 <sup>†</sup>	1.66±0.38	1.48±0.21 <sup>†</sup>	1.50±0.32 <sup>†</sup>	1.61±0.42	1.44±0.25 <sup>†</sup>
	Total	1.61±0.30	1.70±0.34*	1.54±0.25*	1.59±0.34	1.70±0.38*	1.51±0.28*
Lateral condylar	21 ~ 30	1.78±0.29	1.93±0.26	1.66±0.26	1.77±0.32	1.99±0.29	1.60±0.22
	31 ~ 40	1.69±0.26	1.78±0.28	1.61±0.21	1.64±0.29	1.75±0.31	1.53±0.23
	41 ~ 50	1.68±0.42	1.99±0.34	1.49±0.36	1.65±0.42	1.98±0.30	1.45±0.35
	51 ~ 60	1.51±0.34 <sup>†§</sup>	1.64±0.39 <sup>§</sup>	1.44±0.29	1.50±0.32 <sup>†</sup>	1.67±0.31	1.41±0.28
	Total	1.67±0.35	1.85±0.33*	1.54±0.30*	1.65±0.35	1.86±0.32*	1.49±0.29*

Values are mean±standard deviation.

N: number of the knee joints of participants

\*p<0.05 Male vs Female, <sup>†</sup>p<0.05 compared to the ages of twenties, <sup>‡</sup>p<0.05 compared to the ages of thirties, <sup>§</sup>p<0.05 compared to the ages of forties

한 대규모의 연구결과가 없었고,<sup>12</sup> 환자를 대상으로 한 연골의 선명도와 투명도에 대한 보고는 있었으나,<sup>13,14</sup> 표준화된 그림을 통해 정확한 등급을 제시한 사람은 2008년 Lee 등이 처음이다.<sup>8</sup> 2008년 Lee 등은 슬관절 치환술을 시행한 환자를 대상으로 초음파를 이용하여 투명도와 선명도, 연골 두께 감소를 기준으로 한 0-6사이의 등급을 제시하였으며, 이것과 조직학적 검사 등급간에 연관이 있음을 발표하였다. 그러나 Lee 등이 첫번째 등급으로 제시한 흐릿한 경계 (blurred margin) 또는 투명도의 부분적 소실(partial lack of

clarity) 등은 표준화된 그림이 제시되어어도, 실제 연골의 소견은 매우 다양하기 때문에 어디까지를 정상으로 보아야 할지 모호할 때가 많다. 증상 없는 성인의 검사 결과를 제시한 본 연구의 결과에 근거하여 선명도와 투명도 1등급까지를 정상 소견으로 판독함을 부가적으로 제시한다면, 검사자간의 보고의 차이를 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구에서 용기사이연골, 내측용기연골, 외측용기연골 모두에서 20대와 50대의 연골 두께에 차이를 보여 초음파로 측정된 연골 두께는 퇴행성 변화의 민감한 지표가 될 것으로 생각한다. 아직까지 초음파를 이용한 연령별 대규모의 연구는 없으며, MRI를 대상으로 한 기존의 연구에서는 대퇴골 내과와 외과에서는 연령의 증가에 따라 연골의 두께가 일관되게 감소하며,<sup>19</sup> 한국인을 대상으로 한 연구에서도 대퇴골 내과와 외과 및 대퇴 과간에서도 연령에 따라 MRI로 측정된 연골 두께가 감소하는 일치된 결과를 보였다.<sup>20</sup> BMI나 키, 체중 등은 연골의 두께와는 관련성이 없었다. 기존 연구에서도 비만은 무릎 연골의 부피나 두께에는 영향을 주지 않으며, 특히 여자에서 내측의 연골 결손의 정도와 빈도와 관계가 있었다.<sup>21</sup> Fig. 1에서 보는 바와 같이 연령별로 신체 계측지수의 차이가 있었으나, 특별한 보정계수가 없는 관계로 결과를 보정하지는 않았다. 연골의 두께는 개인별로 편차가 매우 크므로 해석에 있어서 주의를 해야 한다. 특히 40대의 일부 실험 대상자에서 20대의 평균값보다 연골 두께가 더 두꺼운 경우가 있어 40대의 평균값이 더 크게 측정되기도 하였다. 또한 남녀 차이는 기존 연구에서 차이가 있음이 밝혀졌고,<sup>22</sup> 연골 두께를 측정시 필수적으로 고려해야 한다.

본 연구에서와 같이 증상 없는 성인군을 대상으로 한 경

**Table 3.** Pearson Correlation Coefficient of the Thickness, Clarity and Sharpness of the Femoral Condylar Cartilage Correlating with Age Groups

	Transverse scan		Longitudinal scan	
	Correlation coefficient	p value	Correlation coefficient	p value
<b>Thickness</b>				
Intercondylar	-0.181	0.009*	-0.163	0.018*
Medial condylar	-0.278	0.000*	-0.249	0.000*
Lateral condylar	-0.255	0.000*	-0.245	0.000*
<b>Clarity</b>				
Intercondylar	0.129	0.063	-0.103	0.137
Medial condylar	-0.043	0.539	0.002	0.972
Lateral condylar	0.022	0.756	-0.118	0.089
<b>Sharpness</b>				
Intercondylar	0.209	0.002*	0.166	0.016*
Medial condylar	0.136	0.049*	0.263	0.000*
Lateral condylar	-0.112	0.106	0.018	0.798

\*: p<0.05

**Table 4.** Frequencies of the Grade of the Sharpness and Clarity between the Age Groups

	Age	Grade of clarity				Grade of sharpness			
		0	1	2	3	0	1	2	3
Inter condylar	21~30	18.5	75.9	5.6	0	14.8	85.2	0	0
	32~40	0	81.3	18.8	0	0	77.1	22.9	0
	41~50	4.8	77.4	17.7	0	6.5	77.4	16.1	0
	51~60	0	95.7	4.3	0	2.2	78.3	19.6	0
	Total	6.2	81.9	11.9	0	6.2	79.5	14.3	0
Medial condylar	21~30	3.7	75.9	20.4	0	13.0	83.3	3.7	0
	32~40	0	66.7	33.3	0	8.3	83.3	8.3	0
	41~50	1.6	75.8	22.6	0	4.8	90.3	4.8	0
	51~60	0	91.3	8.7	0	2.2	93.5	4.3	0
	Total	1.4	77.1	21.0	0	7.1	87.6	5.2	0
Lateral condylar	21~30	13.0	75.9	11.1	0	1.9	98.1	0	0
	32~40	0	87.5	12.5	0	0	93.8	6.3	0
	41~50	6.5	83.9	9.7	0	3.2	96.8	0	0
	51~60	2.2	91.3	6.5	0	6.5	93.5	0	0
	Total	5.7	84.3	10.0	0	2.9	95.7	1.4	0

Values are percentage of the specific age groups.

우에서는 연골의 투명도는 나이에 따른 변화를 관찰하기 어려웠다. 증상 없는 정상인에서는 종종 국소 투명도 손실이 보이거나 전체적으로 약간 탁해지는 소견을 관찰할 수 있었다. 피험자의 근육량이 많거나 피하지방층이 두터운 경우, 초음파 빔의 투과가 떨어져 상대적으로 선명한 영상을 얻기가 어려울 때가 있고, 초음파에서 연골의 투명도는 초음파빔의 수신감도(gain)나 회색도(grey scale) 등 설정에 따라 고에코 또는 저에코성으로 관찰될 수 있으므로,<sup>16</sup> 검사실에서 연골의 검사하는 초음파 기계의 설정을 일정하게 지정해야 한다. 본 저자는 각 병원의 검사실에서 건강한 젊은 사람을 대상으로 수 차례 검사를 시행하여 연골의 투명도가 1등급이 되도록 기계를 설정한 후, 환자에 대한 평가를 하는 것을 권장한다.

연골의 경계는 소견이 매우 다양하여 검사자간 보고의 차이가 있을 수 있어 최대한 간단하게 고안하였다. 이상적인 윤활막-연골사이 경계면은 연골과-골 경계면보다 얇은 선이 뚜렷하게 일자로 그어진 것이며, 혹자에서는 선이 두터워지거나 끊어져 보이기도하며, 어떤 경우에는 경계는 유지되는 것 같으나 선이 전혀 보이지 않는 경우도 있다. 윤활액낭과 연골 사이에 가상의 선을 울퉁불퉁하지 않게 그을 수 있을 때까지를 선명도 1로 정의하였고 대부분의 증상 없는 성인에서 1등급으로 보이므로 0과 1등급을 정상 선명도로 판단하였다. 따라서 연골의 선명도 소실은 윤활막-연골 사이의 표면이 불규칙하며 이에 따라 연골 두께에 차이가 생기고, 연골과-골사이의 경계도 두꺼워지기 시작하는 2등급 이상으로 보는 것이 타당할 것으로 생각한다. 즉 Table 4의 결과를 참조하면 선명도가 2등급 이상인 사람의 비율은 외측용기연골이나 내측용기연골에서는 주로 5%, 적게는 0~1% 많게는 8%까지 보고되었다. 한편 용기사이연골에서는 선명도 2등급 이상이 14%에서 23%까지 있었으나 다른 부위에 비하여 상대적으로 깊고 굴곡이 있는 부위여서 검사자의 기술이 요하며, 초음파 자체의 물성에 의한 영향도 고려하여 해석해야 할 것으로 생각한다. 이는 추후 연구를 통하여, MRI나 조직학적 검사를 통한 비교를 통해 증명되어야 할 문제로 생각한다. 한편, 용기사이연골과 내측용기연골에서는 나이가 증가함에 따라 선명도의 등급이 커지는 경향이 있었으나, 연령대별로 차이는 매우 근소하며 등급의 차이가 생길 정도는 아니었다.

본 연구에서는 증상 없는 정상인만을 대상으로 하여 시행하여, 골관절염의 임상양상 및 MRI나 X-ray 등 다른 영상학적과 소견과 초음파 소견을 비교하지 못하였다. 실제 환자에서는 연골 손상이 심하여 경계가 뚜렷하지 못할 경우 연골 두께 측정이 어려울 뿐만 아니라 정확한 연골 영상을 얻기가 어려울 수 있다. 또한 동반된 슬관절 굴곡 제한으로 체중부하 부위인 중심부의 연골을 관찰하기 곤란할 수도 있는데, Yoon 등은 중단 스캔 방법을 통하여 94%의 환자에서 연골 두께를 측정할 수 있었다고 한다.<sup>11</sup> 한편 초음파는

검사자간의 숙련도의 차에 따라 결과가 달라질 수 있는데 3명의 연구자 검사를 시행하면서 이에 따른 검사자간의 일치도를 측정하지 아니하였다. 이를 보완하기 위하여 한 명의 연구자가 측정된 사진을 통하여 두께와 선명도, 투명도 등급을 측정하였다. 특히 연골의 부분적인 선명도 또는 투명도 소실은 혼동을 초래할 수 있으며, 본 연구에서는 크기가 매우 작은 병변은 그 부분을 제외하고 측정하였으며, 아주 크거나 대부분을 차지할 정도로 많은 소견은 등급을 측정할 때 고려하였다. 그러나, 향후 연구를 통해 이를 보완하여 검사자간 또는 검사자 내의 일치도 및 재현성에 대한 보고가 필요할 것으로 생각한다.

대퇴 연골의 초음파 검사는 퇴행성 관절염의 선별검사로서 정확한 방법으로 시행된다면 두께, 투명도, 선명도를 측정하여 진단에 도움이 될 것으로 생각한다.

## 결 론

증상 없는 성인에서는 연령이 증가함에 따라 초음파로 측정된 연골 두께가 얇아지지만, 연골의 선명도와 투명도의 등급에서는 큰 차이가 없었다. 남녀 및 연령군에 따른 대퇴 용기 연골의 두께의 참고치와 간단한 연골의 선명도와 투명도 등급을 제시함으로써 초음파를 이용한 대퇴 연골 검사에서 정상 연골을 판정하는데 도움이 될 것으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

- 1) Felson DT. The epidemiology of knee osteoarthritis: results from the Framingham Osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 1990; 20: 42-50
- 2) Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum* 1987; 30: 914-918
- 3) Ding C, Martel-Pelletier J, Pelletier JP, Abram F, Raynauld JP, Cicuttini F, Jones G. Two-year prospective longitudinal study exploring the factors associated with change in femoral cartilage volume in a cohort largely without knee radiographic osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2008; 16: 443-449
- 4) Wluka AE, Ding C, Jones G, Cicuttini FM. The clinical correlates of articular cartilage defects in symptomatic knee osteoarthritis: a prospective study. *Rheumatology* 2005; 44: 1311-1316
- 5) Amin S, LaValley MP, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ, Clancy M, Niu J, Gale DR, Felson DT. The relationship between cartilage loss on magnetic resonance imaging and radiographic progression in men and women with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2005; 52: 3152-3159
- 6) Winalski CS, Gupta KB. Magnetic resonance imaging of focal

- articular cartilage lesions. *Top Magn Reson Imaging* 2003; 14: 131-144
- 7) Grassi W, Filippucci E, Farina A. Ultrasonography in osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2005; 34: 19-23
  - 8) Lee CL, Huang MH, Chai CY, Chen CH, Su JY, Tien YC. The validity of in vivo ultrasonographic grading of osteoarthritic femoral condylar cartilage: a comparison with in vitro ultrasonographic and histologic gradings. *Osteoarthritis Cartilage* 2008; 16: 352-358
  - 9) Kuroki H, Nakagawa Y, Mori K, Kobayashi M, Yasura K, Okamoto Y, Suzuki T, Nishitani K, Nakamura T. Ultrasound properties of articular cartilage in the tibio-femoral joint in knee osteoarthritis: relation to clinical assessment (International Cartilage Repair Society grade). *Arthritis Res Ther* 2008; 13: Epub ahead of print
  - 10) Mathiesen O, Konradsen L, Torp-Pedersen S, Jørgensen U. Ultrasonography and articular cartilage defects in the knee: an in vitro evaluation of the accuracy of cartilage thickness and defect size assessment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004; 12: 440-443
  - 11) Yoon CH, Kim HS, Ju JH, Jee WH, Park SH, Kim HY. Validity of the sonographic longitudinal sagittal image for assessment of the cartilage thickness in the knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* 2008; 29: Epub ahead of print
  - 12) Hong SH, Kong KY, Chung HW, Choi YH, Song YW, Kang HS. Sonographic evaluation of femoral articular cartilage in the knee. *J Korean Radiol Soc* 2000; 42: 983-987
  - 13) Aisen AM, McCune WJ, MacGuire A, Carson PL, Silver TM, Jafri SZ. Sonographic evaluation of the cartilage of the knee. *Radiology* 1984; 153: 781-784
  - 14) McCune WJ, Dedrick DK, Aisen AM, MacGuire A. Sonographic evaluation of osteoarthritic femoral condylar cartilage correlation with operative findings. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 254: 230-235
  - 15) Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, Christy W, Cooke TD, Greenwald R, Hochberg M, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and therapeutic criteria committee of the american rheumatism association. *Arthritis Rheum* 1986; 29: 1039-1049
  - 16) Grassi W, Lamanna G, Farina A, Cervini C. Sonographic imaging of normal and osteoarthritic cartilage. *Semin Arthritis Rheum* 1999; 28: 398-403
  - 17) van Leersum MD, Schweitzer ME, Gannon F, Vinitiski S, Finkel G, Mitchell DG. Thickness of patellofemoral articular cartilage as measured on MR imaging: sequence comparison of accuracy, reproducibility, and interobserver variation. *Skeletal Radiol* 1995; 24: 431-435
  - 18) Tarhan S, Unlu Z. Magnetic resonance imaging and ultrasonographic evaluation of the patients with knee osteoarthritis: a comparative study. *Clin Rheumatol* 2003; 22: 181-188
  - 19) Karvonen RL, Negendank WG, Teitge RA, Reed AH, Miller PR, Fernandez-Madrid F. Factors affecting articular cartilage thickness in osteoarthritis and aging. *J Rheumatol* 1994; 21: 1310-1318
  - 20) Oh IS, Kim MK, Lee SH, Park SW, Kwon DG. The changes of articular cartilage Thickness of the knee joint related to age in Koreans. *J Korean Knee Soc* 2005; 17: 1-7
  - 21) Ding C, Cicuttini F, Scott F, Cooley H, Jones G. Knee structural alteration and BMI: a cross-sectional study. *Obes Res* 2005; 13: 350-361
  - 22) Faber SC, Eckstein F, Lukasz S, Muhlbauer R, Hohe J, Englmeier KH, Reiser M. Gender Differences in knee joint cartilage thickness, volume and articular surface areas: assessment with quantitative three-dimensional MR imaging. *Skeletal Radiol* 2001; 30: 144-150