

# 태아 슬관절에서 반월상 연골의 발생에 관한 형태학적 연구 - 원판형 연골의 발생에 초점을 맞추어 -

김동욱 · 박형우\*

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실, 연세대학교 의과대학 해부학교실\*

**목적** : 발생 중인 슬관절에서 원판형 연골을 확인하였다는 보고는 없다. 원판형 연골의 빈도는 서양인에서 보다 동양인에게 많다고 인식되고 있다. 따라서 저자 등은 태생기의 인간 슬관절을 이용하여 반월상 연골의 발생을 연구하고 동양인에서 빈도가 많기에 원판형 연골을 태생기에서 확인할 수 있을 것이라는 기대로 이 연구를 시작하였다.

**대상 및 방법** : 인간 배자 31예와 태아 69예로 총 100예를 대상으로 하여, 배자와 20주까지의 태아 일부는 조직 표본을 만들어 현미경으로 관찰하였으며, 16주 이후의 태아 대부분은 수술 현미경으로 미세 해부를 통하여 관찰하였다.

**결과** : 반월상 연골은 발생 8주말에서 성인에서와 유사한 형태와 배열을 갖추게 됨을 확인하였으며, 이 시기에는 세포 성분이 많았으나, 후기 태아일수록 세포 성분이 감소하고 섬유 성분이 많아졌다. 혈관은 연골의 주변부에 많았으나 후기에 서도 내측 연까지 혈관이 관찰되기도 하였다. 또한 발생의 어느 시기에서도 원판형 연골은 발견하지 못하였다.

**결론** : 성인에서의 빈도를 고려할 때 원판형 연골이 단지 발생 과정의 기형적인 모습이라고 설명할 수는 없을 것으로 사료되며, Kaplan의 주장대로 출생 후의 어떠한 요인에 의해 형태가 변한다는 주장도 가능성이 있는 설명으로 사료된다.

**색인 단어** : 슬관절, 반월상 연골, 발생학적 관찰

## 서 론

최근 관절경술이 매우 빠른 속도로 발달되고 있으며, 그에 따라 슬관절의 병변을 진단하고 치료함에 있어서 보다 상세하고 정확한 슬관절의 구조에 대한 지식이 요구되고 있다. 슬관절을 이루는 구조들은 사람에 따라 발달 상태가 달라 임상적으로 문제를 일으키기도 한다. 대표적인 것으로 활막 추벽과 반월상 연골의 비정상적인 형태 등을 들 수 있다. 반월상 연골의 비정상적인 형태는 원판형 연골이 대표적이며, 서양인에는 5% 미만에서 출현하지만<sup>31</sup>, 동양인에는 15% 정도로 훨씬 흔한 것으로 알려져 있다<sup>9,131</sup>.

인간에서 슬관절의 발생은 Bernays<sup>11</sup>가 처음 연구한 이래 몇몇의 연구 보고가 있었으나 연구대상이나 방법이 체계적이지 못하였다. 원판형 연골의 형성에 대해서도 몇가지의 가설이 있으나 아직 발생학적으로 정확히 구명되어 있지 않고, 대부분 선천적 이상 소견으로 생각하고 있다<sup>251</sup>. 그러나 이제까지 발생 과정에서 원판형 연골을 확인하였다는 보고는 없는 실정으로, 따라

서 이 연구에서는 한국인 배자 및 태아에서 반월상 연골의 발생을 체계적으로 연구하여 성인 슬관절 반월상 연골의 형태를 이해하는 이론적 배경을 제공하고, 동양인에 빈도가 많은 원판형 연골을 태생기에서 확인할 수 있을 것이라는 기대로 이 연구를 시작하였다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

재료로는 인간 배자 31예와 태아 69예 등 모두 100예를 대상으로 하였다. 배자는 현재 인간 배자의 발달 정도를 정하는데 보편적으로 사용되는 카네기 발생기(Carnegie stage)<sup>171</sup>로 분류하여, 발생 4주부터 8주까지, 발생기는 12기로부터 23기까지 각 기별로 2-4예를 사용하였다. 태아는 발생 9주부터 발생 35주까지이었으며, 태아의 머리둔부길이(crown rump length) 및 발길이(foot length)를 기초로 추정된 태아령<sup>81</sup>을 기준으로 각 주별로 2-9예를 이용하였다.

### 2. 방법

배자는 전체 혹은 하지만을 떼어 시상면으로 연속절편을 만들

통신저자 : 김 동 욱

서울시 양천구 목동 911-1

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL: 02-650-5143 · FAX: 02-642-0349

E-mail: dwookos@unitel.co.kr

\*본 논문의 요지는 1999년도 대한슬관절학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

었다. 배자에서 슬관절을 이루는 뼈는 아직 골화가 일어나 있지 않기에 특별한 처리는 하지 않았다. 배자는 10% formalin으로 고정한 후, 조직의 크기에 따라 70%, 80%, 95% 및 100% alcohol로 10-40분씩 탈수하고 histoclear 혹은 xylene으로 투명 처리하였다. 이어 파라핀으로 포매하고 5-10  $\mu\text{m}$  두께로 연속 절편을 만들었고, hematoxylin과 eosin, Trichrome으로 염색하였다.

태아는 크기 때문에 발생 15주까지는 슬관절 부위만을 떼어 사용하였고, 발생 16주 이후의 표본은 수술현미경으로 미세 해부를 통하여 반월상 연골의 구조를 면밀히 관찰한 후 이 조직을 떼어 내어 사용하였다. 또한 태아의 뼈는 골화가 활발히 진행되고 있기에 10% formalin으로 고정한 후 탈회 처리를 하였다. 배자에서와 마찬가지로 조직의 크기에 따라 70%, 80%, 95% 및 100% alcohol로 10-40분씩 탈수하고 histoclear 혹은 xylene으로 투명 처리하였다. 이어 파라핀으로 포매하고 5  $\mu\text{m}$  두께로 연속절편을 만들어 hematoxylin과 eosin, Trichrome으로 염색하였다.

골조직의 탈회를 위하여 Plank와 Rychla 법을 이용하였으며 대체로 1  $\text{cm}^3$ 의 골조직의 탈회에는 약 7일이 소요되기에 태아의 크기 및 골화 정도 등을 참고해 적당 기간 동안 탈회 처리하였다. 탈회가 끝난 조직은 5% sodium sulfate 수용액에 12시간 정도 담가 두었다가 수세하고 통상적인 방법에 따라 파라핀에 포매하였다.

발생 15주 이전의 배자 및 태아에서 만들어진 조직 표본은 광학현미경을 이용하여 조직학적인 특성 및 발생을 면밀히 관찰하였으며, 발생 16주 이상의 태아는 해부 현미경 하에서 미세 해부를 통하여 관찰하였고, 반월상 연골을 떼어내어 표본을 만든 후 광학 현미경하에서 관찰하였다.

## 결 과

### 1. 배자기 중의 발생

#### 1) 발생 17기(발생 약 6주말)

조직 표본에서 대퇴골과 경골의 원기가 뚜렷하게 구별되면서, 슬관절이 될 부위는 두 뼈 사이에 위치한 치밀한 부위로 관찰되었으며, 세포가 커지고 세포간질이 많아지는 등 연골화의 초기 변화를 나타내었다.

#### 2) 발생 18기(발생 약 7주초)

대퇴골, 경골 및 비골의 연골화는 이전 발생기에 비해 크게 진행되었다. 그러나 슬관절과 관계되는 대퇴골 및 경골의 부분은 아직 구별되지 않았다. 대퇴골 전측에서는 대퇴사두근(quadriceps femoris muscle)의 분화가 시작되었고, 일부 배자에서 이 근육의 섬유성 부분은 원위측으로 이어져 경골 전방으

로 뻗었으며, 이것이 슬개건(patellar tendon)의 원기를 이루었다.

#### 3) 발생 19기(발생 약 7주말)

대퇴골과 경골의 체부(shaft)는 연골화 과정이 활발하였다. 대퇴골과(femoral condyle)와 경골과(tibial condyle)는 아직 치밀한 중간엽의 상태이었으나, 전체적으로 성인에서와 유사한 모양을 나타내었다. 대퇴골과와 경골과 사이의 슬관절 부위에서 균질성의 중간대(interzone)가 뚜렷하게 관찰되었으며, 두께가 10 세포층 정도였다(Fig. 1).

#### 4) 발생 20기(발생 약 8주)

중간대와 슬개건 사이의 삼각 모양의 부위 및 중간대 후방의 부위는 세포 배열이 상당히 느슨하게 관찰되었다. 중간대 부위에서 십자인대(cruciate ligament)가 대퇴골의 과간절흔(intercondylar notch)에서 비스듬히 주행하는 분명한 세포띠로 관찰되었으며, 세포가 인대의 축을 따라 평행하게 배열되어 있어 쉽게 구별할 수 있었으나 반월상 연골은 구별할 수 없었다.

#### 5) 발생 21기(발생 약 8주초)

조직 관찰에서 슬관절과 관계되는 하지골은 연골화가 상당히 진행되어 전체적인 모양이 성인에서와 유사하였다. 대퇴골과 경

Fig. 1. Blastema between femur (Fe) and tibia (Ti) becomes recognizable at homogenous interzone (IZ). Interzone is seen at about the 10 cell layer, Stage 19. QF: quadriceps femoris, Pa: patella, PT: patellar tendon, Fi: fibula (H-E stain,  $\times 40$ ).

Fig. 2. Lateral meniscus is identified as a typical triangular-shaped cellular condensation at periphery of the interzone, Stage 21. Fe: femur, Ti: tibia, LM: lateral meniscus (H-E stain,  $\times 100$ ).

골 사이의 중간대는 두 뼈에 인접한 치밀한 부분과, 사이의 덜 치밀한 부분으로 이루어져 전형적인 세 층을 나타내었다. 중간대 앞·뒤의 세포 배열이 느슨한 부위는 위·아래로 확장되었다. 이전 발생기에서와 같이 후방십자인대는 분명하게 관찰되었으나, 전방십자인대는 전체 부분을 확인할 수 없었다. 일부 배자에서는 중간대의 주변부에서 단면상 특징적인 삼각형 모양의 반월상 연골이 외측에서 처음으로 관찰되었다(Fig. 2).

#### 6) 발생 22기(발생 약 8주중)

중간대의 주변부에서는 양쪽 연골형성층이 서로 근접해 있었으며, 중앙부에서는 여러 구조들의 분화가 활발히 진행되었다. 내측 및 외측 반월상 연골(medial & lateral meniscus)이 치밀한 세포 집단으로 뚜렷하게 구별되었다. 내측 반월상 연골은 후방십자인대가 경골에 부착하는 곳 전하방에서, 외측 반월상 연골

Fig. 3. As early joint spaces (\*) are noted, meniscus is distinctly identified as a dense cellular condensation, Stage 23. Fe: femur, Ti: tibia (H-E stain,  $\times 100$ ).

은 전방십자인대가 대퇴골에 부착하는 곳 하방에서 관찰되었다.

#### 7) 발생 23기(발생 약 8주말)

반월상 연골은 이전 발생기 보다 분명한 세포 축합으로 관찰되었고, 단면상 삼각 모양을 나타내었다. 반월상 연골이 분명해지면서, 슬와근건은 외측 반월상 연골 후외측부에 위치한 뚜렷한 구조로 관찰되었다(Fig. 3).

## 2. 태아기 중의 발생

발생 9-10주에 반월상 연골을 이루는 세포는 배열이 그리 뚜렷하지 않았고 표면이나 내부에서 세포 모양에 별 차이가 없었으나(Fig. 4A), 발생 11주 이후에 분명하게 C자 모양으로 배열되었고 표면의 세포는 편평한 모양을, 내부에 위치한 것은 방추

Fig. 4. (A) Lateral meniscus (LM) is composed of densely packed cells, well separated from the articular surface of tibial plateau. Capsule (Cap) is identified, 9 weeks (Trichrome stain,  $\times 100$ ). (B) Collagenous fibers in the lateral meniscus (LM) were seen, but not organized yet, 10 weeks. Fe: femur, Ti: tibia (Trichrome stain,  $\times 100$ ).

모양을 나타내었다. 발생 9주에 반월상 연골의 세포는 상당히 촘촘하게 배열되었으며, 세포 사이에서 교원질 섬유(collagenous fiber)가 거의 관찰되지 않았다. 발생 10주에 세포간질에 교원질 섬유가 형성되면서 반월상 연골의 세포는 배열이 느슨해졌다. 발생 10주에는 교원질 섬유가 trichrome 염색에 열게 염색되었고 그 경계가 분명하지 않았으며, 특별한 방향성을 나타내지 않았다(Fig. 4B). 그러나 발생 11주 이후에는 교원질 섬유가 반월상 연골의 축을 따라 평행하게 배열되었다. 발생 11주에는 섬유의 염색이 더 분명해졌으나, 아직 상대적으로 세포 성분이 많았다(Fig. 5A). 발생 12주 이후에는 반월상 연골의 섬유가 뚜렷하게 증가하였고, 염색성도 높아졌다. 발생 9-10주에는 반월상 연골의 부착부에 혈관이 관찰되었으나, 발생 11-14주에 반월상 연골의 외측 1/3까지 분포하였으며 때로는 혈관이 유리연(free edge)까지 분포하는 것을 관찰하였으며, 이러한 혈관의

배열이 발생 후기까지 유사하였다(Fig. 5B). 발생 20주 이후에 반월상 연골에서는 방사상으로 분포하는 표층부 섬유와 반월상 연골의 축에 평행하게 주행하는 심층부 섬유가 구별되었다(Fig. 6). 심층부 섬유는 분명한 교원질 섬유다발을 이루었다. 표층부의 표면은 단층 편평상피로 덮였다. 발생이 진행되면서 세포 성분의 비율이 점차 감소하였다.

발생 9주에 외측 반월상 연골의 후외측부에서 슬와근열공(popliteal hiatus)이 반월상 연골과 슬와근건(popliteus tendon)과의 사이에서 좁은 틈으로 처음 관찰되었고, 발생 10주 이후 뚜렷해졌다.

반월상 연골의 형태를 구분할 수 있었던 발생 21기 배자부터 발생 35주의 태아에 이르기까지 반월상 연골의 이상 형태인 원판형 연골은 한 예에서도 확인할 수 없었다(Fig. 7).

Fig. 5. (A) Collagenous fibers in the lateral meniscus (LM) were more prominent, and blood vessels were seen in the periphery, 11 weeks (Trichrome stain,  $\times 100$ ). (B) Blood vessels are prominently located in the peripheral and intermediate one-thirds, but still identified at the free edge of the medial meniscus (MM), 14 weeks. Fe: femur, Ti: tibia. LW: ligament of Wrisberg (Trichrome stain,  $\times 100$ ).

Fig. 6. (A) Medial meniscus (MM) shows that intercellular matrix of the fibroblasts are more collagenous, 20 weeks (H-E  $\times 20$ ). (B) Thick, irregular arranged collagenous fibers lay more deeply placed. Superficial fibers arranged parallel to the surface, 20 weeks. DZ: deep zone, SZ: superficial zone, Ep: epithelium (Trichrome stain,  $\times 100$ ).

Fig. 7. Gross appearance of the menisci. Both the medial and lateral meniscus assume their characteristic shapes, 28 weeks. MM; medial meniscus, LM: lateral meniscus, ACL: anterior cruciate ligament.

## 고 찰

사지동물의 대부분은 유사한 형태적인 특징을 지닌다. 즉, 양과의 캠 형태(bicondylar cam-shape)인 대퇴골 원위단, 관절내부의 인대, 반월상연골, 비대칭적인 측부인대 등을 지니고 있다<sup>24)</sup>. 이와같이 계통발생학적인 관련성과 기능적, 역학적인 면에서도 사지동물은 유사한 원칙을 보이지만, 인간은 척행류(plantigrade)이고, 두발동물(biped)이기 때문에 이상적인 동물 모델이 없다<sup>25)</sup>. 따라서 인간 슬관절의 발생은 인간의 배자 및 태아에서 연구하는 것이 가장 의의를 지닌다 할 수 있으며, 발생 연구는 반월상 연골의 동종 이식술, 인대 복원 나아가 인공관절 기구의 디자인 증진에 매우 중요한 역할을 한다고 할 수 있다.

인간에서 슬관절의 발생은 Bernays<sup>1)</sup>가 처음 연구한 이래 주로 초기 발생을 위주로 연구된 바 있으며, 반월상 연골의 발생에 대해서도 McDermott<sup>16)</sup>, Kaplan<sup>11)</sup>, Lahlaide와 Vaclavek<sup>14)</sup>, Clark와 Ogden<sup>2)</sup>의 연구가 있었으나, 연구대상이나 방법이 체계적이지 못하였다. 특히 배자의 경우에는 발생 단계를 정하는데 많은 문제가 있어 왔으며, 최근 카네기 발생기가 가장 보편 타당한 것으로 인정되고 있으나 이 발생기를 이용한 것은 O' Rahilly와 Gardner<sup>16)</sup>의 보고 이외에는 거의 없는 실정이다. 이와 같이 인간에서 슬관절의 발생에 관해서는 아직 연구가 매우 미흡하며, 연구대상이나 방법이 체계적이지 못하였다.

인간의 하지는 발생 4주말에 처음 형성되며, 발생 8주에 무릎이 구별되고<sup>16)</sup>, 발생 9주에 관절강이 형성된다<sup>7)</sup>. 슬관절을 이루는 대부분 구조들의 원기는 발생 7주에 출현하기 시작하여 발생 4개월까지 활발히 발생하며, 이후 출생때까지 계속 분화된다. 세포 원기(cellular blastema)로 부터 성인의 것과 유사한 형태와 배열을 지닌 슬관절로의 분화는 비교적 짧은 기간 내에 이루어진다. 즉, 카네기 발생기의 17기(약 41일)부터 23기(약 57일)

까지의 약 17일만에 슬관절의 형태가 형성되어진다. 인간 사지의 발생에서 중요한 시기는 약 5-8주로 알려져 있다<sup>6)</sup>. 이 시기는 하지뼈가 출현하기 직전부터 분화가 이루어질 때까지의 시기로 phocomelia의 예에서 보듯이 임상적인 증거가 이 개념을 확인시켜 주고 있다. 슬관절 발생의 중요한 시기는 대개 하지뼈의 것과 일치하나 기간이 다소 짧다고 할 수 있다.

인간 배자의 하지아 원형질(blastema)은 초기에는 관절 구역의 구분없이 연속된 구조(continuous structure)로 형성된다. 그러나 간엽조직이 연골화되면서 동시에 후에 슬관절이 형성될 부위에 변화가 생기면서 중간대를 형성한다. 이 구조는 처음에는 균질성이나 분화가 진행되면서 두 개의 평행한 연골화층과 가운데 치밀도가 떨어지는 중간층의 세 층으로 구성되어진다. 중간대의 세포들은 연골화세포(chondrogenic cells), 활막전구세포(synovial precursor cells), 그리고 관절내 구조로 분화하는 중심성 중간대세포(central interzonal cells)의 세 개의 분명한 부분으로 분화한다. 연골화세포는 관절연골이 되고, 활막전구세포의 외층은 더욱 섬유성의 특징을 보이며 관절막으로 분화하고, 내층은 혈관이 풍부한 활막을 이루게된다. 중간대 중심부의 세포들 일부는 반월상연골이나 십자인대와 같은 관절내 구조들로 분화하며, 나머지 세포들은 예정된 세포 소멸의 과정이라는 apoptosis의 과정을 통해 작은 공간들을 형성하고 이들이 합해져서 활액을 함유한 관절강을 형성하게된다<sup>16)</sup>. 배자의 끝인 8주말에는 반월상 연골은 성인의 것과 유사한 형태 및 배열을 하게된다. 그러나 이 시기의 반월상 연골은 매우 세포성이며, 세포질에 비하여 핵이 큰 것이 특징적이다<sup>26)</sup>. 저자의 경우 반월상 연골은 발생 21기에 외측이, 발생 22기에 내측이 단면상 특징적인 삼각형의 세포 축합으로 관찰되었으며, 발생 23기에 뚜렷하게 구별되었다. 발생 9-10주에 교원질 섬유가 형성되기 시작하였으며, 발생 20주에 반월상 연골은 방사상으로 주행하는 표층부와 반월상 연골과 평행하게 주행하는 심층부로 구분되었다. 발생 32주까지 세포성분이 감소하고 섬유성분이 많아졌으나, 이전의 보고들<sup>7,15)</sup>과 마찬가지로 섬유성 연골은 관찰되지 않았다. 또한 발생의 어느 시기에서도 원판형 연골을 발견하지 못하여 이전의 다른 보고들<sup>2,4,11,19)</sup>과 같았다. 원판형 연골의 형성에 대하여는 여러 가설이 있다. Smillie<sup>21)</sup>는 선천적 발육 이상으로 태아 시에는 원판형으로 있던 연골판이 발생 도중 어느 단계에서 정지되어 중심부가 흡수되지 못하여 발생한다고 하였다. Ross 등<sup>19)</sup>은 관절 형성시 정상적으로 없어져야 할 간엽조직에 섬유 연골이 축적됨으로 발생한다고 하였다. 반면 Kaplan<sup>12)</sup>은 정상 발육 과정의 정지로 발생하는 것이 아니고 분명한 병적 상태이며 특별한 상황에서 기적적 요인에 영향을 받아 시간의 경과에 따라 출현한다고 하였다. 그러나 Clark와 Ogden<sup>2)</sup>은 109예의 태아에서 발생 과정의 어느 시기에서도 반월상 연골이 원판형인 경우를 확인하지 못하여 Smillie의 가설을 부인하였다. 한편 여러 척추동물 슬관절의 계통발생학적인 연구를 통하여 판모양, 원판형, 고리 형태의 반월상 연골이 다른 척추동물에서는 정상

적인 형태임을 확인하여 이와같은 형태가 인간에서 나타나는 것은 계통발생학적으로 후퇴한 모습일 수도 있다는 주장이 있다<sup>22)</sup>. 그러나 원판형 연골 이외에도 반월상 연골의 기형적인 소견으로 내측 반월상 연골 전방부의 부분 부전<sup>10)</sup>, 후방부의 대퇴골과로의 비정상적인 부착<sup>8)</sup>, 전방부가 전방십자인대로 진행되는 이상 소견<sup>13,20)</sup> 등이 보고되어 있다. 또한 외측 반월상 연골은 두 층으로 된 기형<sup>23)</sup>이 보고된 바 있다. 따라서 대부분의 학자들은 원판형 연골을 선천성 기형으로 생각하고 있다<sup>25)</sup>.

## 요 약

반월상 연골은 발생 21기(발생 8주초)에 처음 출현하여 발생 22-23기(발생 8주말)에 뚜렷해졌고, 발생 10주에 반월상 연골 내에 교원질 섬유가 나타나기 시작하면서 후기로 갈수록 그 배열이 규칙적이 되었다. 혈관은 주로 변연부에 많이 분포하였으나 발생 후기에서도 일부 태아에서는 유리연에서도 관찰되었다.

본 연구를 통하여 반월상 연골의 원판형 형태는 발생 중 어느 시기에서도 관찰할 수 없었으며, 더 많은 예가 필요하겠지만, 이것으로 미루어 원판형 연골은 단순히 선천성 기형 뿐 아니라 출생 이후의 어떤 요인에 의해서도 생기는 것이 아닌지 가정해 본다.

## 참고문헌

- Bernays A: Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen, mit Bemerkungen über die Gelenke im Allgemeinen. *Morphol Jahrb*, 4: 403-446, 1878.
- Clark CR and Ogden JA: Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potential role in childhood meniscal injury. *J Bone Joint Surg*, 65-A: 538-547, 1983.
- Dickason JM, Pizzo WD, Blazina ME, Fox JM, Friedman MJ and Snyder SJ: A series of ten discoid medial meniscus. *Clin Orthop*, 168: 75-79, 1982.
- Dickhaut SC and DeLee JC: The discoid lateral meniscus syndrome. *J Bone Joint Surg*, 64-A: 1068-1073, 1982.
- Dye SF: An evolutionary perspective of the knee. *J Bone Joint Surg*, 69-A: 976-983, 1987.
- Gardner E and O' Rahilly R: The early development of the knee joint in staged human embryos. *J Anat*, 102: 289-299, 1968.
- Gray DJ and Gardner E: Prenatal development of the human knee and superior tibiofibular joints. *Am J Anat*, 86: 235-288, 1950.
- Iffy L, Jakobovits A, Westlake W, et al: Early intrauterine development. I. The rate of growth of caucasian embryos and fetuses between 6th and 20th weeks of gestation. *Pediatrics*, 56: 173-186, 1975.
- Ikeuchi: Arthroscopic treatment of the discoid lateral meniscus. Technique and long term results. *Clin Orthop*, 167: 19-28, 1982.
- Johnson LL: *Arthroscopic surgery: Principles and Practice*. St. Louis, C.V. Mosby: 493, 1986.
- Kaplan EB: The embryology of the menisci of the knee joint. *Bull Hosp Joint Dis*, 16: 111-124, 1955.
- Kaplan EB: Discoid lateral meniscus of the knee joint. *J Bone Joint Surg*, 39-A: 77-87, 1957.
- Kim SJ, Kim DW and Min BH: Discoid lateral meniscus associated with anomalous insertion of the medial meniscus. *Clin Orthop*, 315: 234-237, 1995.
- Lahlaidi A and Vaclavik J: Les ligaments menisco-femoraux posterieurs et leur signification selon l'organogenie. *Bull Assoc Anat*, 59: 177-183, 1975.
- McDermott LJ: Development of the human knee joint. *Arch Surg*, 46: 705-719, 1943.
- O' Rahilly R and Gardner E: The timing and sequence of events in the development of the limbs in the human embryo. *Anat Embryol*, 148: 1-23, 1975.
- O' Rahilly R and Miller F: *Developmental Stages in Human Embryos*. Washington DC, Carnegie Institution of Washington: 1-10, 1987.
- Riachi E and Phares A: An unusual deformity of the medial semilunar cartilage. *J Bone Joint Surg*, 45-B: 146-147, 1963.
- Ross JA, Tough ICK and English TA: Congenital discoid cartilage. Report of a case of discoid medial cartilage, with an embryological note. *J Bone Joint Surg*, 40-B: 262-267, 1958.
- Santi MD and Richardson AB: Bilaterally painful anomalous insertion of the medial meniscus in a volleyball player with Marfanoid features. *Arthroscopy*, 9: 217-219, 1993.
- Smillie IS: The congenital discoid meniscus. *J Bone Joint Surg*, 30-B: 671-682, 1948.
- Soren A: On the etiology of congenital malformation of the meniscus. *Arch Orthop Trauma Surg*, 104: 283-288, 1985.
- Suzuki S, Mita F and Ogishima H: Double-layered lateral meniscus: A newly found anomaly. *Arthroscopy*, 7: 267-271, 1991.
- Tardieu C: Morpho-functional analysis of the articular surfaces of the knee-joint in primates. In *primate evolutionay biology*. Berlin, Springer: 68-80, 1981.
- Weiner B and Rosenberg N: Discoid medial meniscus: Association with bone changes in the tibia. *J Bone Joint Surg*, 56-A: 171-176, 1974.

Abstract

## Morphologic Study of the Meniscus in Developing Human Knee Joints - Focus on the Development of Discoid Meniscus -

Dong-Wook Kim, M.D. and Hyung-Woo Park, M.D.\*

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea;  
Department of Anatomy, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea\*

---

**Purpose** : There are several hypotheses explaining the development of discoid lateral meniscus. However, it is still unclear and there are no reports on finding disc-shaped meniscus in the prenatal period. The authors attempted to discover at which stage of fetal development lateral meniscus took the shape of a disc.

**Materials and Methods** : A study on human knee menisci was carried out using a total of 31 human embryos and 69 human fetuses. Serial sections and careful dissection were performed.

**Results** : The menisci were indicated after stage 21 of development by close-packed cells. Collagenous fibers in the menisci were more prominent and organized by time, and blood vessels were prominently located in the peripheral and intermediate one-thirds, but still identified throughout all parts of the menisci. The authors could not find a disc-shaped meniscus during prenatal development.

**Conclusion** : The menisci assumed their characteristic shapes early in prenatal development, but the prenatal menisci were very cellular, and intrameniscal blood vessels were numerous. Although discoid meniscus is attributed to congenital anomalies by most reports, it also seems to develop under specific conditions and is influenced by mechanical factors after birth.

**Key Words** : *Knee, Meniscus, Embryological study*

---

**Address reprint requests to**

Dong-Wook Kim, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University Mokdong Hospital  
911-1 Mok-dong, Yangcheon-ku, Seoul 158-710, Korea  
Tel : +82.2-650-5143, Fax : +82.2-642-0349  
E-mail: dwookos@unitel.co.kr