

Patellofemoral Instability – Diagnostic approach –

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

경희수

서론

슬개골의 저명한 탈구는 쉽게 진단되지만, 경미한 외상으로 슬개골이 탈구되어 정복된 후에는 올바른 진찰(dynamic study)없이 방사선 검사(static study)으로 진단을 놓치는 경우가 많다. 그러므로 병력, 이학적 진찰, 방사선 검사, CT, MRI 그리고 관절경 검사까지 다양하게 필요할 수 있다.

슬개골은 4방향의 구조물로 균형 있게 고정되어 안정화되어 있다¹⁾(Fig. 1). 아래로는 슬개건, 위로는 대퇴사두근, 내측으로 내측슬개지대 및 내측광근, 외측으로 외측슬개지대 및 외측광근 및 장경대로 안정화되어 굴곡 신전시 슬개골 주행을 안내하고 있어(passive stabilizer), 마치 배가 4방향의 닢에 의해 고정되어 떠있는 모양 같다. 그리고 대퇴구 및 슬개골 모양에 따라 슬개골을 안정화 시키고 있다(osseous stabilizer)(Fig. 2). 특히 내측 슬개지대는 슬개골 내측연의 상2/3에 부착하는데 내측 슬개대퇴인대(medial patellofemoral ligament), 내측 슬개경골인대(medial patellotibial ligament), 내측 슬개반월상 연골인대(medial patellomeniscal ligament)가 주요 구성이다. 슬개골을 외측으로 전위시키는 힘에 저항하는 연부조직 저항체로는 medial patello-femoral ligament (53%), medial patello-meniscal ligament (22%), medial patello-tibial ligament(5%)이다^{7,31)}. 그리고 대퇴사두근(quadriceps muscle with VMO)등 주위 근육은 active stabilizer로 작용한다.

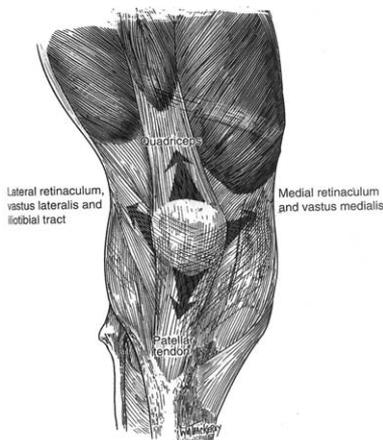


Fig 1. The patella is anchored and stabilized to the knee by four structures in a cruciform fashion : the patellar tendon inferiorly, the quadriceps tendon superiorly, and the retinaculum medially and laterally.

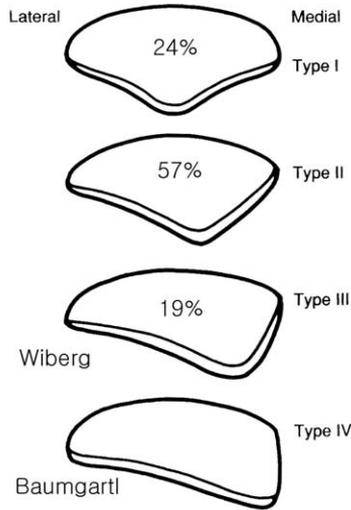


Fig. 2. Classification of patella morphology, according to Wiberg and Baumgartl.

진 단

1. 병력(History)

슬개 대퇴관절의 가장 흔한 증상은 동통 및 불안정성이다. 그 외 catching or locking이 있으며, 이와 같은 슬관절의 기계적인 이상(mechanical derangement)은 반월상연골의 병변이 가장 많은 원인이므로 슬개골에 대한 이상은 자주 무시되곤 한다. 증상의 시작이 직접외상, 간접외상(valgus-ext rotation) 또는 과사용 증후군과 관련 있는지 조사한다. 그러나 명확한 외상을 기억하지 못하는 경우가 많다.

동통: 슬개골 뒤쪽에 통증을 주로 호소하며 종종 내측 또는 뒤쪽 슬와부(popliteal fossa)에 호소하기도 한다. 그리고 대퇴사두근이 concentric하게 수축하는 계단 오를때 보다 eccentric하게 수축하는 계단 내려갈 때 더 통증을 호소한다. 그리고 오랜 시간 슬관절을 굴곡 상태하면 통증이 증가된다(movie sign). 통증은 종종 양측성(bilaterality)이며 증상이 점진적으로 시작한다(gradual insidious onset). 통증이 전내측에 주로 있기 때문에 반월상 연골의 병변과 혼동되는 수가 많다. 그리고 슬와부 동통(popliteal pain)이 대퇴 슬개 관절병변의 흔한 증상이다.

불안정성(instability): 진찰로 알 수 있는 객관적인 불안정성(objective instability)와 본인 증상만의 주관적인 불안정성(subjective instability)로 나눌 수 있다. 가끔 불안정성은 반월상 연골 또는 인대 손상에 따른 buckling과 혼동되기도 한다. 그러나 twisting 또는 pivoting 동작(스포츠 cutting 동작)시 무릎이 빠진 다거나, “collapsed”, “went forward” 등의 표현을 호소한다. 슬개골 불안정성은 수 주 동안 동통과 종창을 호소하지 않는 경우도 있다.

잠김(locking): 등산 또는 의자에서 일어날 때 일시적인 “catching” 감각, buckling or giving way 등을 호소하기도 한다.

종창(swelling): 주관적인 증상일 경우가 있다. 그러나 활액막염이 동반되면 가능하다.

2. 이학적검사(physical examination)

이학적 검사는 standing, walking, sitting, supine 그리고 prone 자세 순서로 시행한다. 우선 일어난 자세에서 내반슬 또는 외반슬(genu valgum / varum), 회전 부정렬(rotational malalignment) 등이 있는지 확인한다. 만약 슬개골이 마주보이든지 하면 Q-각 및 hip anteversion이 증가된 것을 의미한다(Fig. 3). 그리고 VMO (vastus medialis obliquus)의 위축 등 대퇴사두근의 위축을 확인한다. 또한 발의 위치를 뒤쪽에서 보아 뒤꿈치의 외반(heel valgus)을 확인한다. 거골하 관절의 외반은 경골의 내회전을 유발시켜 Q-각의 증가를 일으켜 슬개 대퇴관절에 부담을 준다.

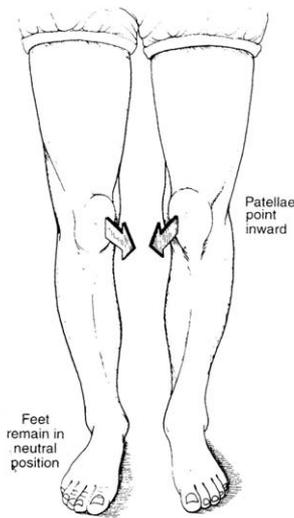


Fig. 3. Squinting patellae. Rotational malalignment of the limb leads to an increased Q-angle.

보행을 관찰하고 half-squat test, 계단 오르기, 내리기 등을 실시하여 슬개골 통증을 확인한다.

환자를 의자에 앉게 하여 우선 슬개골의 위치를 조사한다. Patella alta가 있으면 90도 굴곡위에서 슬개골의 전면이 천장을 향하게 된다. 그리고 능동적 신전을 시켜 patellar crepitus 및 catching, 비정상적인 patellar tracking을 조사한다. 정상적인 슬개골 주행은 슬개골이 대퇴구에 부드럽게 미끄러져 들어간다. 그리고 슬관절 마지막 신전시 대퇴구에서 슬개골이 빠져 나올 때 약간 외측으로 전위된다(minimal lateral displacement, J-sign)¹⁰⁾. 또한 슬개골의 경사(tilt)를 조사한다. 정상에서는 내측 슬개연은 외측연과 같은 평면(level)에 놓이며 완전 신전시 약간의 외측 경사를 이룬다. 슬관절 굴곡위에서 슬개골이 외측으로 위치하는 것을 “frog-eye” 또는 “grasshopper-eyes” 슬개골이라는 표현을 한다¹⁸⁾. 이것은 fat pad가 비정상적으로 저명한 경우로 임상적으로 patella alta, lateral patella tilt와 관련 있다.

바로 누운 자세에서 압통을 조사한다. 슬개골 압통은 주된 통증의 원인이 외측지대 이므로 외측 지대의 긴장(tension)을 유도하기 위하여 슬개골을 외측으로 밀어서 통증이 있는지 알아본다(Fig. 4). 슬개골을 대퇴구에 압박하여 검사한다¹²⁾. 30도 굴곡상태에서 내측, 외측 그리고 대퇴구에 직접압박을 가한다. 내측으로 전위시 동통은 슬개동통 증후군(patellar pain syndrome)에서 흔하다. 외측으로 전위시 apprehension sign은 재발성 슬개골 아탈구 또는 탈구에서 나타난다. 이때 반사적 대퇴근 수축(reflex quadriceps contraction)이 탈구를 방지하려고 일어난다. 직접 후방으로 슬개골을 압박할 때 동통 증상은

연골병변이 있을 때 나타난다. 슬관절 신전 상태에서 슬개골을 아래로 밀면서 대퇴 사두근을 수축하도록 시킨다. 이때 patella alta가 있는 경우 suprapatellar pouch의 활액막이 끼여서 통증을 호소한다.

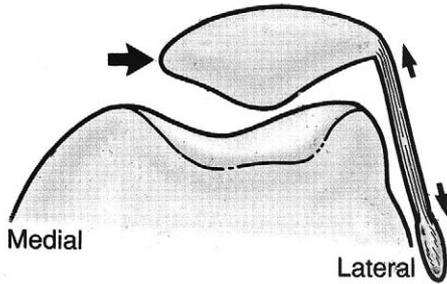


Fig. 4. Palpation of the lateral retinaculum with the knee extension.

Q-각(슬개골 중심-ASIS 연결선과 슬개건의 방향선 사이 각)을 측정한다(Fig. 5). 이것은 고관절의 회전, 발의 위치(supination, pronation)에 영향을 받는다. 정상 Q-각은 평균 $15\text{도} \pm 3\text{도}$ (6~27도)이며, 남자 14도, 여자 17도이다¹⁾. Q-각이 20도 이상이면 비정상적으로 간주한다. 그러나 슬개골 아탈구나 탈구가 있는 경우 Q-각이 작게 나타난다. 그 이유는 슬개골이 신전시 외측으로 전위되어 있고, 대퇴사두근이 예상보다 더 외측에 위치하기 때문이다. 그래서 Fithian¹¹⁾은 30도 굴곡위에서 Q-각을 측정하였으며 정상은 12도(남자 11.2도, 여자 13.4도)라고 하였다. Kolowich^[21]는 tuber-sulcus angle(TSA)을 측정하였다. Q-각은 90도 굴곡위에서 transepicondylar axis에 수직이 정상인데, 10도 이상인 경우를 비정상적으로 간주하였다(Fig. 6).

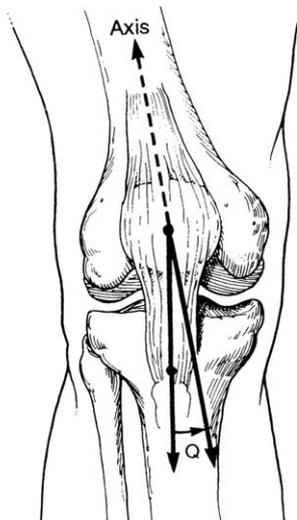


Fig. 5. The Q-angle.

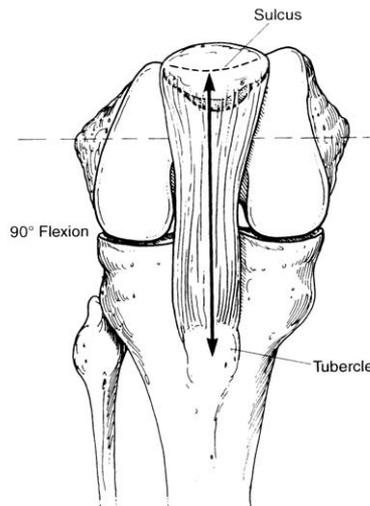


Fig. 6. Tubercle-sulcus angle.

바로 누운 자세에서 슬관절을 신전하여 대퇴사두근을 수축시키면 슬개골이 위로 이동하는데 이때 슬개골이 약간 외측으로 전위가 일어난다(lateral pull test). 과잉으로 외측 전위가 일어나면 비정상이다²¹⁾.

정상적으로 슬개골 운동성(mobility)을 완전 신전 및 30도 굴곡위에서 관찰을 실시한다. 슬관절을 20~30도 사이 굴곡시 정상적으로는 슬개골은 대퇴구에 위치하여 안정화되는데, 심하게 외측으로 전위되면 내측지대의 이완을 의미한다. Kolowich 등²¹⁾은 슬개골을 종으로 4등분하여 슬개골의 운동성(mobility)를 평가하였다. 정상적으로 20~30도 굴곡위에서 내·외측 전위가 2/4 이상을 넘지 않아야 하며, 내측으로 1/4이하 전위되면 tight 외측지대를 의미하고, 외측으로 2/4보다 많이 전위되면 내측 안정 구조물의 약화라고 하였다(Fig. 7). Passive patellar tilt 검사는 슬개골의 횡축이 수평면 이상으로 올려지지 않으면 tight 외측지대를 의미한다(Fig. 8). 정상적으로 슬개골의 내측 전위보다 외측 전위가 더 많아야한다²¹⁾.

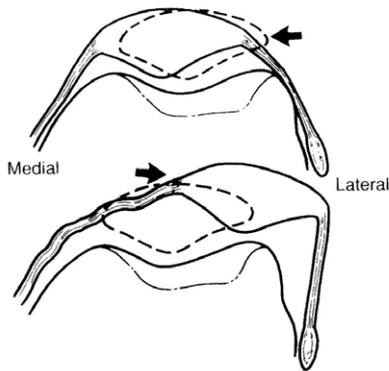


Fig. 7. The mobility of the patella.

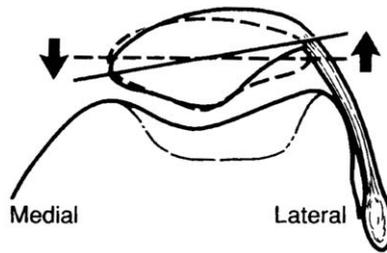


Fig. 8. Passive patellar tilt test.

대퇴골 및 경골의 회전변형을 조사하여야 한다. 대퇴경부 전염(femoral neck anteversion), 경골 외회전(external tibial torsion)은 슬개대퇴 질환에 중요한 역할을 하고 슬개골을 외측으로 당기는 힘으로 작용한다.

3. Imaging of the patellofemoral joint

단순방사선은 슬관절 전후면(AP), 측면(lateral), 축면(axial view)상을 촬영하고, CT는 20도 굴곡위에서 촬영한다. MRI와 bone scan등도 도움이 된다.

1) 단순 방사선 검사

전후면(AP view)에서 varus, valgus, malalignment를 확인한다.

측면(lateral view)사진은 30° 굴곡위에서 실시하며 다음과 같은 finding을 조사한다.

(1) Blumensaat's line⁵⁾

(2) Insall-Salvati Method²⁰⁾: 정상 T/P ratio는 1.02 ± 0.13 (men: 1.01, women: 1.06)이며, patella alta 는 1.2 이상, patella infera는 0.8이하 이다(Fig. 9).

(3) Blackburne-Peel Ratio⁴⁾: Insall-Salvati ratio (T/P ratio)의 단점으로 경골 결절의 위치가 불분명하고 슬개골 하극의 관절 부분의 크기 변화가 많아 A/B ratio(0.80 ± 0.14)를 사용한다(Fig. 10).

(4) Caton's method by Lyon school⁶⁾: 경골의 후방 경사각의 변화 심하다. 그래서 AT/AP를 이용하며 정상치는 남자 0.960, 여자 0.990 이다. patella infera는 0.6 이하, patella alta는 1.3 이상이다(Fig. 11).

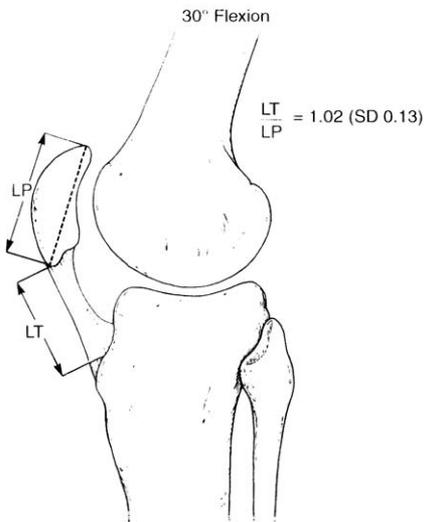


Fig. 9. Insall-Salvati method.

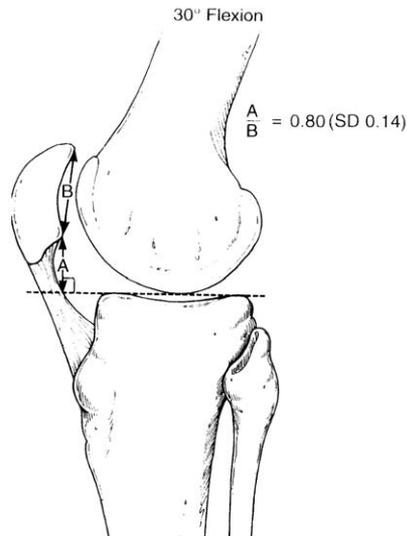


Fig. 10. Blackburne-Peel method.

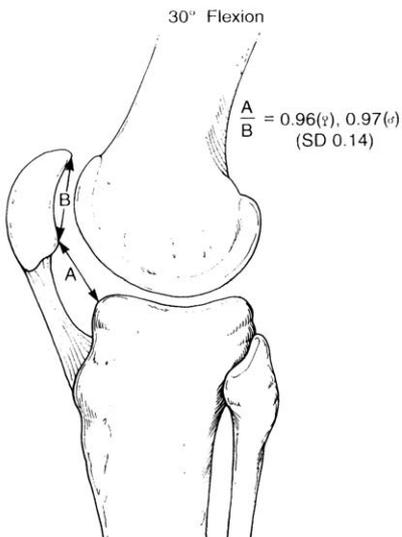


Fig. 11. Caton's method.

(5) Norman Index³⁰⁾: 슬개골의 수직위치 거리(mm)와 사람 키(cm)의 비이다. 정상은 0.21 ± 0.02 이다 (Fig. 12).

(6) Modified Insall-Salvati ratio¹⁶⁾: 정상치는 1.5(1.2~2.1)이며, patella alta는 2 이상이다(Fig. 13).

(7) MRI method³⁾: trochlear articular cartilage height와 patellar articular cartilage height의 비를 측정하였는데 정상치는 12.5%~50%이며, patella alta는 12.5미만, patella infera는 50% 이상이다.

(8) Patellar shape on a lateral view²⁵⁾: lateral facet과 patellar ridge line의 겹침 정도에 따라 정상 또는 슬개골 경사 정도를 알 수 있다(Fig. 14).

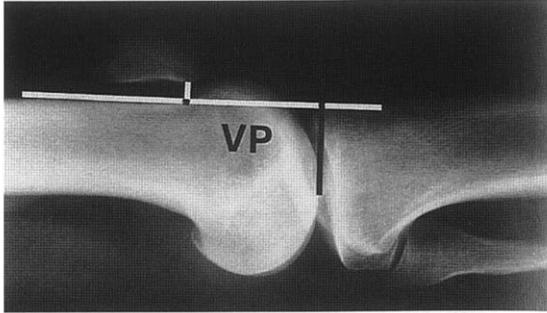


Fig. 12. Norman's method.

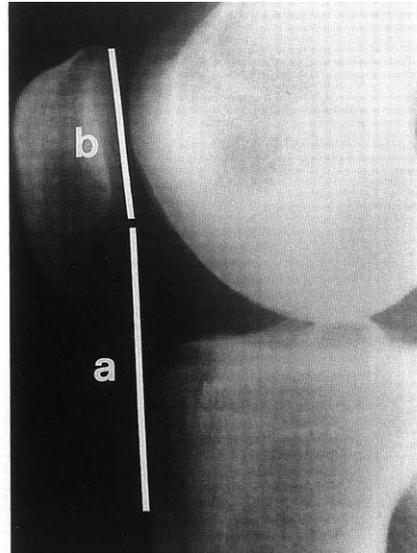


Fig. 13. The modified Insall-Salvati method.

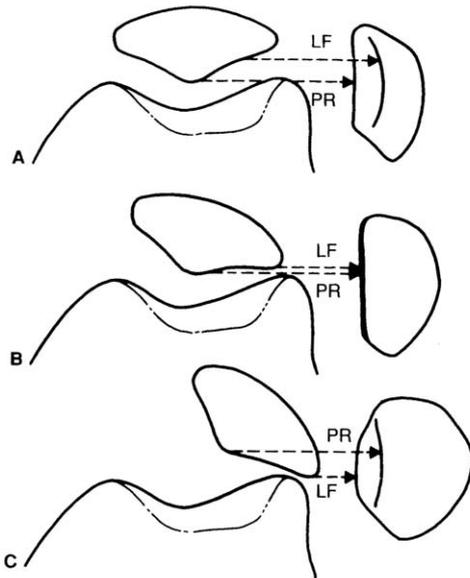


Fig. 14. The patellar shape on a lateral view.

(9) Trochlear depth²⁵⁾: trochlea의 상부에서 1 cm 아래 부분에서 측정하였을 때 정상적으로 깊이는 1 cm 이상이다(Fig. 15). Aglietti 등은 정상치는 7.8 mm 이상이며, 4 mm 이하는 병적이라고 하였다⁸⁾(Fig. 16).

(10) Trochlear bump⁸⁾: 전방 대퇴피질골(anterior femoral cortex)에 대한 sulcus line의 bump 관계인데, 정상치는 -0.8 mm 이하, 병적인 경우는 3 mm 이상이다(Fig. 17).

(11) Trochlear dysplasia⁹⁾: crossing sign (sulcus line이 condyle의 line을 cross 하는 점)에 따라 3가지 형태 Type I, II, III로 나눈다. 정상에서는 condyle line이 sulcus line과 crossing하지 않는다(Fig. 18).

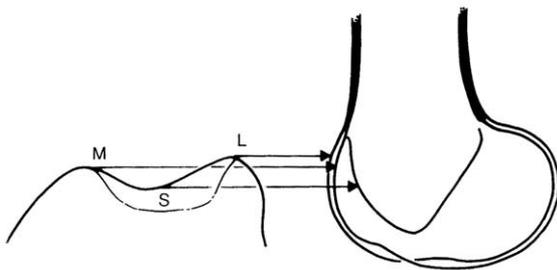


Fig. 15. Morphology of the trochlea in a lateral view with superimposition of the femoral condyles.

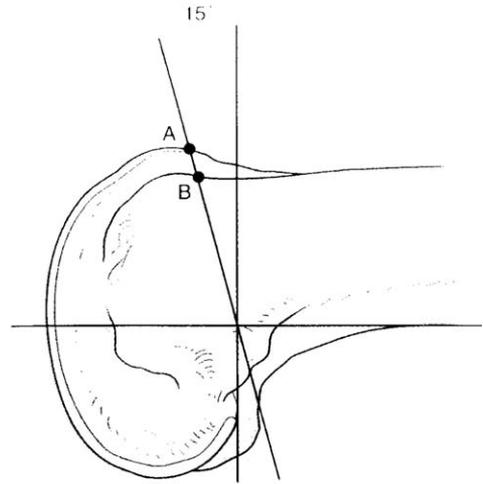


Fig. 16. Quantification of the trochlear depth.

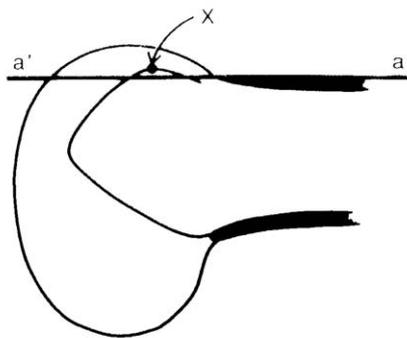


Fig. 17. Quantification of the trochlear bump.

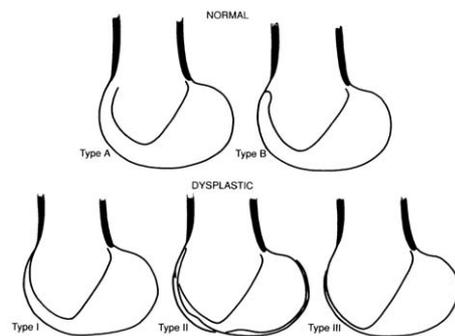


Fig. 18. The croisement (crossing sign).

Trochlear dysplasia (modified classification)³⁵⁾

Grade A: crossing sign (symmetric but less deep trochlea)

Grade B: crossing sign and trochlear bump (flat or convex trochlea)

Grade C: crossing sign and double-shape signs (asymmetric trochlea, laterally convex and medially hypoplastic)

Grade D: crossing sign and double-shape sign, trochlear spur (asymmetric trochlea with rapid mediolateral change)

Axial views

(1) Merchant's method²⁸⁾: 45도 슬관절 굴곡, tube를 30도 아래로 향하여 촬영한다(Fig. 19). Sulcus 각

및 congruence각을 측정한다(Fig. 20). 평균 sulcus 각은 $138^\circ \pm 6^\circ$ 도, 평균 congruence 각은 $-6^\circ \pm 11^\circ$ 도이다. 그리고 sulcus 각이 150° 이상, congruence 각이 16° 이상인 경우 비정상이다.

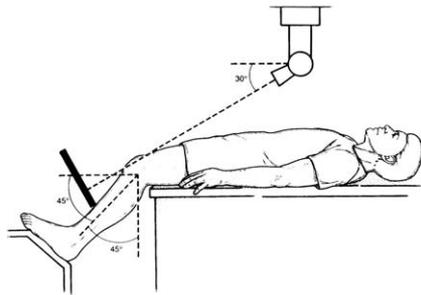


Fig. 19. Merchant's technique.

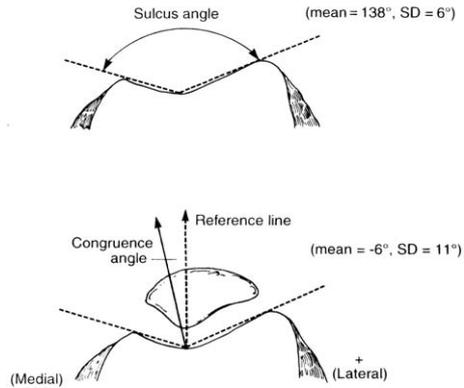


Fig. 20. Sulcus angle and congruence angle.

(2) Laurin's method^{22,23}: 20° 굴곡위에서 촬영한다(Fig. 21). Lateral patellofemoral angle을 측정한다. 정상적으로 외측으로 open되어 있다. Patellofemoral index(내 · 외측 슬개 대퇴간격의 비율)은 정상적으로 1.6이하이다(Fig. 22, 23).

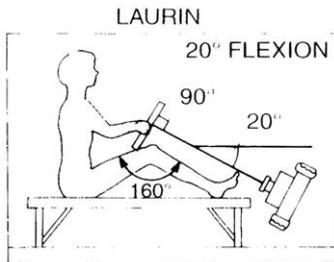


Fig. 21. Laurin's technique.

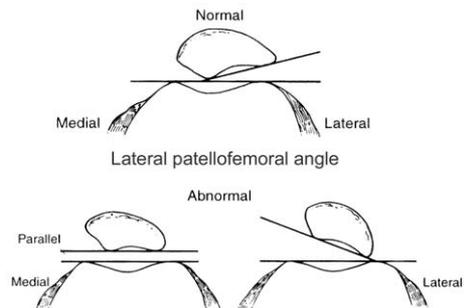


Fig. 22. Lateral patellofemoral angle.

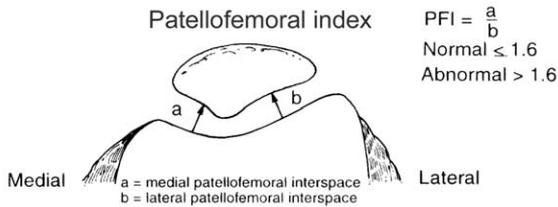


Fig. 23. Patellofemoral index.

(3) Malghem and Maldague method²⁰: patella의 subluxability를 조사한다. 30도 굴곡 및 경골 외회전시켜 촬영한다. congruence 각이 16도 이상이면 subluxation 이다.

(4) Toft's method³⁷: 체중부하 axial view 찍어 슬개대퇴 관절선의 감소를 측정한다.

(5) Grelsamer's method¹⁵: patella의 tilt를 측정한다. patella의 두 edge를 연결하는 선(corner-to-corner line)과 horizontal line 사이의 관계를 이용한다(Fig. 24). 이때 다리의 rotational alignment를 일정하게 하여야 한다. 그리고 CT(30도 굴곡위)를 이용할 수도 있다. 이 방법을 사용하면 patella tilt가 5도 이상인 경우 85% sensitive, 92% specific, 89% accurate patellofemoral malalignment를 나타낸다.

(6) Stress axial view of patellofemoral view³⁰: 35도 굴곡위에서 내·외측으로 16 lb 힘을 가하여 측정한다. 평균 내·외측 전위는 정상에서 10 mm에 가깝고 좌·우 차이는 평균 1 mm에 가깝다. 그리고 외측 전위가 20 mm 이상이고 좌·우 차이가 7.5 mm 이상이면 내측 구조의 부실을 의미하고, 내측 전위가 20 mm 이상이고 좌·우 차이가 10 mm 이상이면 외측 구조의 부실을 의미한다.

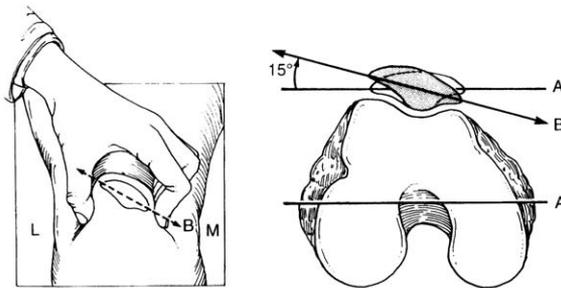


Fig. 24. Tilt of the patella evaluation by Grelsamer.

2) Computed tomography

완전 신전에서 30도 굴곡 위까지의 슬개대퇴 관절 관련성을 조사한다. Fulkerson 등은 0도에서 30도까지 굴곡시에 CT를 이용한 조사를 하였는데 midtransverse patellar section과 posterior condyle의 수직선을 기준선으로 이용하였다^{13,32,33}. 슬관절 10도 굴곡 넘어서 congruence angle이 positive이면 subluxation으로 간주하고, patellar tilt angle은 정상적으로 외측으로 open 되는데 8도 미만인 경우 tilt로 간주한다. Patellar tilt angle과 congruence angle을 patella의 비정상적 위치를 표현하는데 사용하였다.

정상적으로 슬관절 10도 굴곡까지 슬개골은 대퇴골의 중앙에 놓이게 되며 (congruence angle 0도 이하), patellar tilt angle은 적어도 8도 이상 외측으로 open 되어야 한다². Subluxated, tilted and tilt and subluxated의 3가지 category가 생긴다(Fig. 25). 정상 그리고 subluxing patella는 완전 신전시 외측으로 tilt 되는데 subluxing patella의 외측 tilt는 슬관절 신전시 더 저명해진다. 그러므로 Inoue 등¹⁹은 슬개골이 30도와 45도 굴곡 axial view에서 정상으로 보이며 지속적으로 슬관절 증상이 있는 경우에 CT 촬영이 추천된다고 하였다.

Goutallier and Bernageau 등¹⁴은 30도 굴곡 axial CT 상에서 tibial tuberosity-sulcus femoralis (TT-SF) distance를 측정하였다(Fig. 26). 이때 tibial tuberosity level에서 cutting 상, patella 와 post femoral condyle 연결선을 cutting 상을 얻는다. 정상은 13 mm(7~17 mm)이었다. Aglietti 등¹은 정상이 8.7 mm±2.5 mm 라고 하였다. TT-SF distance는 distal realignment를 고려할 때 overcorrection을 피하고 보다 정확한 anatomic reconstruction을 할 수 있게 한다.

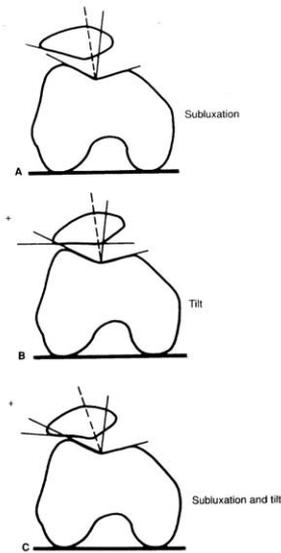


Fig. 25. The position of the patella as visualized with CT.

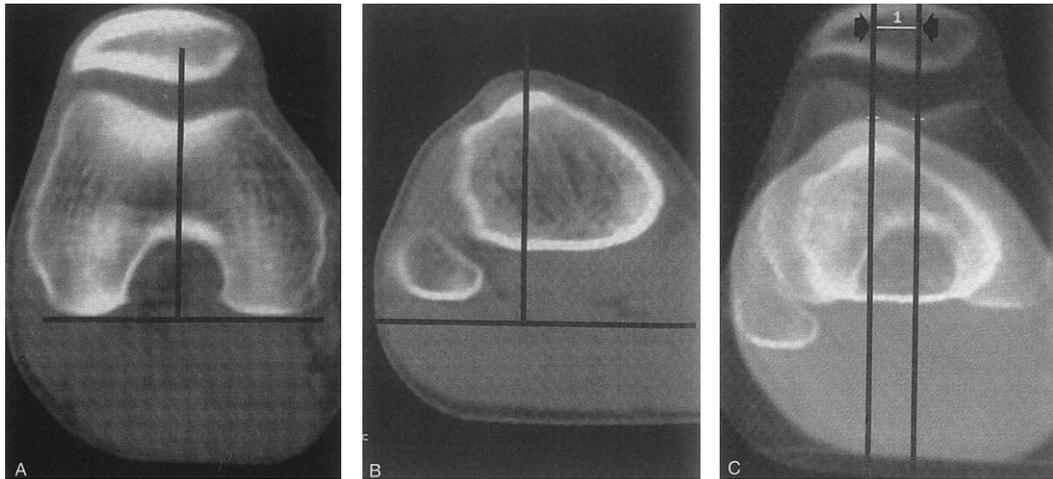


Fig. 26. (A, B, C) Measurement of the tibial tuberosity-sulcus femoralis (F-SF) distance.

3) MRI

MRI는 슬개골 연골 병변 뿐 아니라 0도~30도 굴곡 사이의 patellar tracking을 조사할 수 있다. 연골병변에 대하여 MRI는 관절경과 비교하여 accuracy 81.5%, sensitivity 100%, specificity 50% 이다.

Handelberg등의 MRI 분류(연골병변)¹⁷⁾

Stage I: softening at arthroscopy - as round areas of low signal intensity

Stage II: fissure - as zones of low signal surrounding the high signal of fluid leaking into the cleft

Stage III: superficial or deep defects - as bright images because of the synovial fluid that fills them

Stage IV: thinning and irregularity of cartilage-degenerative arthritis

4. Arthroscopy

patellar tracking과 cartilage 이상을 확인할 수 있다. patellar tracking은 45도 굴곡에서 trochlear groove에 patellar ridge가 안착하지 않으면 비정상이다. Metcalf 등²⁹⁾에 의하면 supralateral approach를 사용하는 것이 좋다고 한다. patella의 외측 tracking을 암시하는 소견으로 “empty sulcus”와 외측 대퇴과를 넘어 외측 facet가 “overhang” 된다. Lindberg 등²⁴⁾은 transpatellar approach를 이용하는 것이 좋다고 하였다. Sojbjerg 등³⁴⁾은 국소 마취하에 대퇴사두근을 수축하게 하여 관절경으로 patellar tracking을 조사하였다. Supralateral approach로 대퇴슬개 관절을 검사하여 patellar tracking이 30도 굴곡이내에서 sulcus에 patellar ridge가 centralization되면 정상으로 간주하고, 30~50도 굴곡 사이에서 centralization 되면 borderline, 50도 굴곡 이상에서는 definitely abnormal 이라고 하였다. Borderline인 경우 국소 마취하에 대퇴사두근의 수축으로 centralization되는지 확인한다. 그리고 내·외측으로 슬개골을 밀어서 전위 정도를 확인한다.

Classification of Patellofemoral disorders

Merchant's classification[28]

- I. Trauma
 - A. Acute trauma
 - B. Repetitive trauma(overuse syndrome)
 - C. Late effect of trauma

- II. Patellofemoral dysplasia
 - A. Lateral patellar compression syndrome
 - B. Chronic subluxation of the patella
 - C. Recurrent dislocation of the patella
 - D. Chronic dislocation of the patella
 - 1. congenital
 - 2. acquired

- III. Idiopathic chondromalacia patellae
- IV. Osteochondritis dissecans
- V. Synovial plicae

(1) Lateral patellar compression syndrome

임상적으로 통증을 호소하지만 슬개골은 대퇴구(femoral sulcus) 중앙에 위치한다. 치료는 보존적 치료로 안정, 대퇴사두근력운동, 슬관절 보조기 및 소염제등이며, 수술적으로 외측 슬개지대 유리술이 있다.

(2) Patellar subluxation and dislocation

- ㄱ) acute dislocation of the patella: 슬개골이 첫 탈구시에 진단이 붙여진다.
- ㄴ) chronic subluxation of the patella: CT나 axial view에 슬개골이 외측으로 전위되어 있으면서 (아탈구) 통증이 있는 경우이다. lateral patellar compression syndrome과 recurrent dislocation of the patella의 중간이다. Potential patellar instability 상태이다.

(3) Recurrent dislocation of the patella

(4) Chronic dislocation of the patella

- 1) habitual dislocation: 슬관절 굴곡시 슬개골이 외측 전위되고, 신전시 가운데로 돌아오는 경우.
permanent dislocation: 항상 슬개골이 외측으로 탈구되는 경우
- 2) congenital form: 10세 이하에서 발견된다. patella가 5세 전후에 골화되므로 4~5세 이전에는 발견하기 어렵다. acquired form: multiple injection이 원인이 된다.

요 약

슬개대퇴 불안정성의 진단은 정확한 해부학적 지식을 바탕으로 역동적인(dynamic) 기전을 이해하여야 한다. 슬개골의 저명한 탈구는 쉽게 진단되지만, 경미한 외상으로 슬개골이 탈구되어 정복된 후에는 올바른 진찰(dynamic study)없이 방사선 검사(static study) 으로 진단을 놓치는 경우가 많다. 그러므로 병력, 이학적 진찰, 방사선 검사, CT, MRI 그리고 관절경 검사까지 다양하게 필요할 수 있다.

REFERENCES

1. Aglietti P, Giron F and Cuomo P: Disorders of the patellofemoral joint. In Insall & Scott (4th ed): Surgery of the Knee. Philadelphia, Churchill Livingstone Elsevier, 807-936, 2006.
2. Aglietti P, Insall JN, Cerulli G: Patellar pain and incongruence. I: measurements of incongruence. Clin Orthop 176:217, 1983.
3. Biedert R: Patellofemoral disorders. Presented at the ACL study Group 2004 Congress, Sardinia, Italy.
4. Blackburne JS, Peel TE: A new method of measuring patella height. J Bone Joint Surg Br 59:241, 1997.
5. Blumensaat C: die lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. Ergeb Chir Orthop 31:149, 1938.
6. Caton G, Deschamps G, Chambat P, et al: Les rotules basses: A propos de 128 observations. Rev Chir Orthop 68:317, 1982.
7. Conlan T, Garth WP, Lemons JE: Evaluations of the medial soft tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. J Bone Joint Surg Am 75:682, 1993.
8. DeCesare WF: Late results of hauser procedure for recurrent dislocation of the patella. Clin Orthop 140:137, 1979.
9. Dejour H, Walch G, Neyret P, Adeleine P: La dysplasie de la trochlée femorale. Rev Chir Orthop 76:45, 1990.
10. Ficat P, Hungerford DS: Disorders of the Patellofemoral Joint. Baltimore, Williams & Wilkins, 1997.
11. Fithian DC, Mishra DK, Balen PF, et al: Instrumented measurement of patellar mobility. Am J Sports Med 23:607, 1995.
12. Fulkerson JP: Awareness of the retinaculum in evaluating patellofemoral pain. Am J Sports Med 10:147, 1982.
13. Fulkerson JP, Shea KP: Disorders of patello-femoral alignment. J Bone Joint Surg Am 72:1424, 1990.
14. Goutallier D, Bernageau J: Mesure de l'écart tubérosité tibiale antérieure-gorge de la trochlée (T.A.-G.T.): Technique résultats intérêt. Rev Chir Orthop 64:423, 1978.

15. Grelsamer RP, Bazos AN, Proctor CS: Radiographic analysis of patellar tilt. *J Bone Joint Surg Br* 75:822, 1993.
16. Grelsamer RP, Meadows S: The modified Insall-Salvati ratio for assessment of patellar height. *Clin Orthop* 282:170, 1992.
17. Handelberg F, Slahabpour M, Casterleyn PP: Chondral lesions of the patella evaluated with computed tomography, magnetic resonance imaging and arthroscopy. *Arthroscopy* 6:24, 1990.
18. Hughston JC, Walsh WM: Proximal and distal reconstruction of the extensor mechanism for patellar subluxation. *Clin Orthop* 144:36, 1979.
19. Inoue M, Shino K, Hirose H, et al: Subluxation of the patella: Computerized tomography analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am* 70:1331, 1988.
20. Insall JN, Salvati E: Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 101:101, 1971.
21. Kolowich PA, Paulos LE, Rosenberg TD, Farnsworth S: Lateral release of the patella: Indications and contraindications. *Am J Sports Med* 18:359, 1990.
22. Laurin CA, Dussault R, Levesque HP: The tangential x-ray investigation of the patellofemoral joint: X-ray technique, diagnostic criteria and their interpretation. *Clin Orthop* 144:16, 1979.
23. Laurin CA, Levesque HP, Dussault R, et al: The abnormal lateral patellofemoral angle: A diagnostic roentgenographic sign of recurrent lateral subluxation. *J Bone Joint Surg Am* 60:55, 1978.
24. Lindberg U, Hamberg P, Lysholm J, Gillquist J: Arthroscopic examination of the patellofemoral joint using a central, one portal technique. *Orthop Clin North Am* 17:263, 1986.
25. Maldague B, Malghem J: Apport du cliché de profil du genou dans le dépistage des instabilités rotuliennes: Rapport préliminaire. *Rev Chir Orthop* 71(Suppl 2):5, 1985.
26. Malghem J, Maldague B: Patellofemoral joint: 30° axial radiograph with lateral rotation of the leg. *Radiology* 170:566, 1989.
27. Merchant AC: Classification of patellofemoral disorders. *Arthroscopy* 4:235, 1988.
28. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, et al: Roentgenographic analysis of patello-femoral congruence. *J Bone Joint Surg Am* 56:1391, 1974.
29. Metcalf RW: An arthroscopic method for lateral release of subluxating or dislocating patella. *Clin Orthop* 167:9, 1982.
30. Norman O, Ekelund L, Rönnow A: The vertical position of the patella. *Acta Orthop Scand* 54:908, 1983.
31. Sallay PI, Poggi J, Speer KP, Garrett WE: Acute dislocation of the patella: A correlative pathoanatomic study. *Am J Sports Med* 24:52, 1996.
32. Schutzer SF, Ramsby GR, Fulkerson JP: Computer tomographic classification of patellofemoral pain patients. *Orthop Clin North Am* 17:235, 1986.
33. Schutzer SF, Ramsby GR, Fulkerson JP: The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography: A preliminary study. *Clin Orthop* 204:286, 1986.
34. Sojbjerg JO, Lauritzen J, Hvid I, Boe S: Arthroscopic determination of patellofemoral malalignment. *Clin Orthop* 215:243, 1987.
35. Tavernier T, Dejour D: Knee imaging: What is the best modality? *J Radiol* 82:387, 407, 2001.
36. Teige RA, Faerber W, Des Madryl P, Matelic PM: Stress radiographs of the patellofemoral joint. *J Bone Joint Surg Am* 78:193, 1996.
37. Toft J: Radiografia sotto carico dell' articolazione femoropatellare. *Ital J Orthop Traumatol* 7:365, 1981.