

달리기 손상의 평가와 진단

이동철 · 공병식

영남대학교 의과대학 정형외과학교실

서 론

국민 소득이 증가하고 건강에 대한 관심이 높아지면서 달리기 하는 사람들이 늘고 있으며 달리기 인구는 300만~400만 정도로 추산하며 전체인구 4,700만명 중 약 9% 정도를 차지하는 것으로 보고 있다. 달리기로 인한 손상이 발생되고 있으며 전체 달리기 하는 사람 중 1년에 최소 1회 이상 손상 비율이 37~56% 정도를 차지하고 있다¹⁾. 달리기 손상중 65%가 장거리 달리기, 24%가 조깅(joggers), 9%가 단거리 달리기(sprinters)와 중거리 달리기, 2%가 장애물 달리기(huddler)나 10종 경기 선수에서 발생한다고 하였다²⁾.

흔히 발생하는 슬관절 및 슬관절 주위부 질환은 슬개대퇴 동통 증후군(patellofemoral pain syndrome), 장경대 증후군, 슬개건염, 슬와건염, 피로골절, 정강이 주변 근육의 염증(shin splint), 만성 구획 증후군 등이 있다. 달리기에서 발생하는 손상의 원인, 생역학, 진단의 접근방법 및 슬관절 주위부 손상에 대해서 고찰해 보고자 한다.

1. 원인

장거리 달리기에서 발생하는 손상은 다양한 원인으로 발생될 수 있으며 비정상적인 생역학이 원인이 될 수도 있으나 20%이하이며 대개의 손상은 훈련의 잘못으로 인해 발생하는 경우가 73~81%로 많다³⁾. 갑자기 증가된 훈련거리, 강화된 훈련강도, 유연성 훈련의 실패, 언덕길 오르기, 닳거나 부적당한 신발, 불규칙한 지면 등으로 발생된다.

2. 달리기의 생역학

걷기에서는 항상 한발이 지면과 접촉되어 있으나(Fig. 1) 달리기에서는 running stridor의 20%는 땅에 발이 닿지 않는 double float phase가 있다(Fig. 2)⁴⁾. 발이 처음 지면과 접촉

(initial contact)시 많은 양의 힘이 발로 전달되고, 장거리 달리기 및 조깅(jogging)에서는 가쪽 뒤꿈치(lateral heel)로, 단거리 달리기(sprinter)에서는 발가락과 전족부에 힘이 가게 된다⁵⁾. Ground reaction force (GRF)는 체중의 2배 이상(2~6배)되고 족부에 흡수되며 발목, 무릎, 엉덩이, 척추 등으로 분산되며⁶⁾ GRF는 속도가 증가 될수록 커진다.

달리기에서 생역학적 손상은 과사용(overuse)에 의해 발생되며 특히 축적되는 미세손상으로 인해 나타나게 된다. 계속되는 달리기와 휴식없이 운동이 지속되는 경우 미세손상이 진행되면서 동통을 유발하게 된다.

3. 손상기전 및 원인

달리기 질환은 대개 하지에서 나타나고 반복되는 힘에 의해 발생되며 관절에 작용하는 힘(joint reactive force)은 각각의 발디딤(step)당 체중의 6배정도로 가해진다. 1 mile당 1000 foot strikes가 나타나며 하지에 심한 반복되는 스트레스로 작용하게 된다. 급성 손상이 달리기 동안에 나타날 수도 있지만 대개 충분한 휴식 없이 누적되는 미세 손상으로 인한 과사용 증후군(overuse syndrome)으로 나타나며 여러 가지 원인(훈련방법, 해부학적 및 생역학적 원인)으로 발생 된다(Table. 1)⁵⁾. 과사용은 초보자의 경우 1주일에 6~12 mile이상, 경험자는 1달에 10% 이상 거리증가, 한번에 매일 달리는 거리의 3배 이상 달릴 때, 언덕길이나, 과도한 속도로 자주 달릴 때, 휴식기 이후 과도한 거리를 갑자기 달릴 때, 1주일에 5일 이상, 1mile 거리에 8분 보다 빠르게, 1주일에 25 mile이상 지속적 달리기로 정의될 수 있다(Table 2)⁷⁾.

4. 근 골격계 손상

뼈, 인대, 근육-건 단위(muscle-tendon unit)에 발생하는 미세한 손상(microtrauma)에 의해 발생된다. 건 자체보다 건 활액막(tendonsynovial sheath)나 윤활낭(bursa)에, 근육 자체보다 근건접합부(musculotendinous junction)나 건의 origin과 insertion에 주로 손상이 발생된다⁷⁾. 슬관절부 손상은 남자에서 주로 발생되며(35~42%) 여성에서는 대퇴 슬개 동통이 발생되고 달리기 손상의 1/3을 차지한다.

골반, 대퇴부 고관절에서 10% 발생하나 여성에서 주로 나타

통신저자: 이 동 철

대구광역시 남구 대명동 705-717

영남대학교병원 정형외과

TEL: 053) 620-3645 · FAX: 053) 628-4020

E-mail: dclee@med.yu.ac.kr

나며, 하퇴부, 족부, 족관절에서 50% 발생되고 청소년기 여성에서 피로 골절이 발생된다. 남자에서 슬관절 손상이 많다. 여성에서 슬개대퇴 관절통이 많으며 스트레스성 골절은 청소년기 여자⁸⁾에서 호발한다.

- ② 1주당 달리기와 최근 달리기 거리 및 강도 변화 여부
- ③ 달리기 훈련 지면상태
- ④ 스트레칭과 강화운동
- ⑤ 과거 근 골격계 불편함: 척추관절병증(spondyloarthropathy), 골관절염(osteoarthritis)에 대한 근거
- ⑥ 다른 유산소 활동 여부: 근 골격계에 부하를 줄 수 있음.

Assessment of running injury

1. 달기리에 대한 문진(Running history)

1) 손상에 대한 질문:

- ① 달리기 활동의 기간

2) 환자의 동통: 동통의 특성에 대한 질문

- ① 동통의 위치
- ② 동통의 기간
- ③ 달리기 시간과 관련된 동통: 달리기의 초기, 중기, 말기

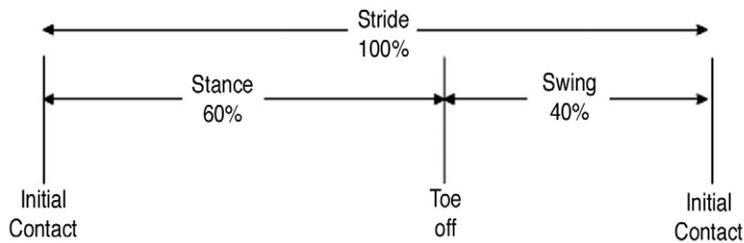


Fig. 1. Walking gait cycle.

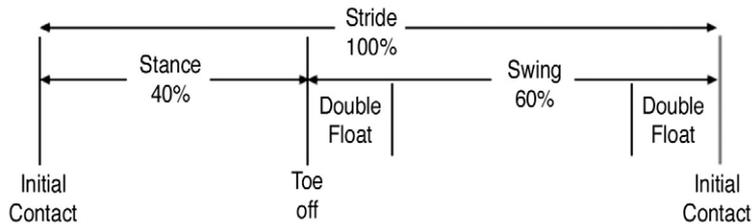


Fig. 2. Running gait cycle.

Table 1. Causes of overuse injuries in runners

Training	Anatomic	Biomechanical
Improper footwear	Pes cavus/planus	Height
High mileage or intensity	Tibia varum	Weight
Sudden increase in mileage or intensity	Leg length discrepancy	Hamstring flexibility
Inadequate lower limb strength		Bone mineral density

Table 2. Definition of overuse

Novice	>6-12 miles/week
Experienced	>10% / month increase in mileage
	Single run >3 times average daily mileage
	Speed training before 25 miles / week for 3 months
	Frequent hill or speed work (hard / easy)
	Continuous high mileage > 25 miles / week
	Return to previous mileage after layoff

초기동통 → 뒤꿈치 동기 증후군(heel spur syndrome)

중기동통 → 스트레스성 골절(stress fracture)

말기동통 → 장경대 증후군(iliotibial band syndrome)

- ④ 빠르게 달리기와 경사진곳 달리기때 동통 악화 여부
→ 내전/ 슬건염(adductor/ hamstring tendinitis) 또는
슬 신전 기전(knee extensor mechanism)의 이상
- ⑤ 쪼그려 앉기, 계단 오르내리기와 관련된 동통 - 슬개
대퇴동통 증후군(patellofemoral syndrome)
- ⑥ 아침에 뻣뻣한지 여부(Morning stiffness)

2. 이학적 검사(Physical examination)

- ① 다리길이 차이(leg length discrepancy) - 단축된 부위
에 장경대 증후군(iliotibial band syndrome)이 출현하거
나 고관절 동통이 발생할 수 있다.
- ② 고관절 운동범위 - 대퇴 전굴(anteversion) 과 과도한
내회전은 슬관절 동통이 발생
- ③ 족관절의 배굴정도 - 배굴 제한시 발목 옆침(ankle
pronation) 발생- 슬개대퇴 동통 발생
- ④ 거골하 내반(varus) - 과도한 뒷발 내반(rearfoot
varus) 시 과도한 옆침(over pronation)이 유발되어 슬
관절 동통 발생
- ⑤ 거골하 운동: 거골하 운동제한 및 과도한 inversion 유무
(과거 족관절 손상시 발생)
- ⑥ Q angle : > 20° 시 대퇴 슬개 관절통 발생
- ⑦ 환자 걸음걸이 관찰(Observation of patient walk): 편평
족(pes planus), 요족(cavus foot), 후족 내반/외반
(rearfoot varus/valgus)
- ⑧ 비정상적인 전족 정렬(Abnormal forefoot alignment):
전족 내반(forefoot varus) 시 옆침(pronation)의 원인
- ⑨ 환자의 신발(Patients shoes): 밑창의 마모상태를 보고
pronation 또는 supination 유무→슬관절 동통발생,
300~500 mile 달리기 후 신발 교환 등을 살펴보아야한다.

3. Knee evaluation

1) Physical examination

- ① Patellar tilt test: 슬개골의 가쪽 가장경계(lat. bor-
der)가 5 mm정도 들리는지 유무,
- ② Apprehension test: 슬개골의 불완전 탈구(patella
subluxation) 유무 확인
- ③ Patellar compression test: 슬개 대퇴동통 증후군
(patellofemoral pain syndrome) 관련 유무
- ④ Ober test - 장경대의 긴장(ITB tightness) 여부확인
: 환자의 건측 다리가 밑으로 오게

옆으로 누는 자세로 위치한 후 환측 다리를 고관절 외전 후
내전시켜서 환측 하지가 수평 이하로 내려오지 아니하며 외측
슬부 동통을 느낄 때 양성(Fig. 3)

⑤ Q - angle 측정

⑥ Quadriceps flexibility test: 뒤꿈치와 엉덩이 사이 거
리(건측과 비교)

2) X-ray: femoral condyle dysplasia - crossing sign,
bump sign등 확인⁹⁾ sulcus angle, lat P-F
angle, congruence angle 확인

3) CT : lateral tubercle position

Insall-Salvati index: 1.38 이상시 대퇴 슬개 동통 발생⁹⁾
경골결절의 편향(Tibial tubercle deviation) 정도 →
Tibial tubercle-to Trochlear groove(TT-TG)가 10
mm 이상시 동통 발생(Fig. 4)¹⁶⁾

4. 슬관절 동통 부위와 연관된 질환

1) 전방 슬관절 동통

- ① 전방 슬관절 동통 증후군(Anterior knee pain syndrome)
- ② 슬개건염(Patellar tendinitis-Jumper's knee), 네갈래

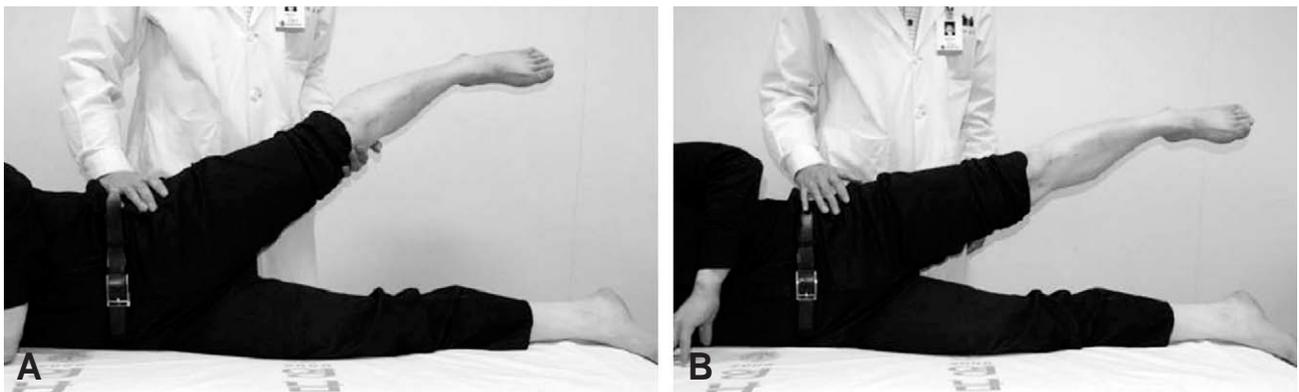


Fig. 3. Ober test : (A) The patient lies on the affected side. The examiner abducts and extends the affected hip. (B) The affected hip is released. If the iliotibial band is tight, the leg remains abducted and patient may have lateral knee pain.

근건염(Quadriceps tendinitis)

- ③ Sinding-Larson-Johansson 병: 골단 선(epiphyseal line)이 닫히기전 슬개골 하극의 찢김골절(avulsion fracture)^{10,11)}
- ④ 지방체의 자극(Fat pad irritation-Hoffa's syndrome)
- ⑤ Bipartite patella

2) 내측 슬관절 동통

- ① 거위발 건염(Pes anserine bursitis or tendinitis)
- ② 내측지대염(Medial retinaculitis)
- ③ 내측 후벽 증후군(Medial plica syndrome)
- ④ 내측 반달연골의 퇴행성 변화(Degenerative change of med. meniscus)

3) 외측 슬관절 동통

: 장경대 충돌 증후군(Iliotibial band friction syndrome)

4) 후방 슬관절 동통

: 만성 슬와건염(popliteal tenosynovitis) 경골 골간단 피로 골절(후방)

5. 하퇴부 동통 부위와 연관된 질환

- 1) 경골 근위 1/3 동통: 경골 피로골절
- 2) 경골 원위 1/3 내측부 동통: 정강이 주변 근육의 염증(shin splint)
- 3) 하퇴부 전방 및 전외방 구획의 동통 및 허약감, 이상감각: 만성구획 증후군



Fig. 4. Patellar deviation(TT-TG distance) : The tibial tubercle-to-trochlear groove (TT-TG) distance is measured by superimposing axial computed tomography images of the tibial tubercle and the trochlear groove with the knee in extension.

슬관절 주위부 질환

1. 슬개대퇴 동통 증후군

(Patellofemoral pain syndrome - PFS)

달리기에서 슬관절 손상은 과사용의 결과로 생기는 전형적 형태로 가장 많이 손상되는 부위(50%)이며 이중 흔한 것이 PFS로 슬관절 손상의 25%를 차지한다¹²⁾. 대퇴슬개 관절에서 생역학적, 신체적 변화로 슬개골 후면이나 주위부에 동통이 나타나는 것이다.

1) 원인

과도한 사용이 가장 많으며 그 외 비정상적 하지 생역학, (편평족, 요침족, Q angle 증가) 족부의 과도한 옆침(foot hyper-pronation), 대퇴네갈래근의 불균등한 힘(unequal quadriceps strength), 넓적다리의 가쪽 부분의 긴장감(lat. compartment tightness, 연부조직 이완 등이다.

① 편평족(Flat foot)시 내측 아치(medial arch)의 뒤받침이 없어 발의 옆침(foot pronation)이 유발되고 대퇴골이나 경골의 보상적 내회전이 유발되어 슬개골의 부정 정렬을 유도하고 지대, 연골하골, 연골에 스트레스를 준다¹³⁾.

② 과도하게 휜 발(High arched foot)의 경우 발이 땅에 착지될 때 발이 뒤침(supination) 되고 다리에 완충작용이 적게 되므로 달리기할 때 대퇴슬개 기전에 스트레스를 준다. 완충역할을 하는 내측 아치 지지대(arch support)를 대어 주면 도움이 된다.

2) 증상

웅크리(squatting)거나 계단을 오르내릴 때 악화되는 전방 슬관절통을 호소하며 grinding 감각, catching, giving way 및 오래 앉아 있을 때 발생하는 theater sign이 질병특유증상(pathognomonic)이다. 슬개 주위부 동통이 있고 grind sign이 양성이다.

3) 이학적 검사(physical exam)

슬개골 주위에 동통이 발생되고 Grind sign과 clicking sound가 발생할 수 있으며 vastus medialis obliquus의 weakness나 tight 한 장경대(iliotibial band)로 인해 슬 신전시 슬개골이 상외측으로 빠지는 J sign을 볼 수 있다⁹⁾. Q-angle이 증가된 경우도 있다.

4) 방사선 검사

Sunrise view상 슬개골의 외측 전이가 보일 수 있다. imaging study로 해부학적 비정상을 알 수 있으며 임상 진찰이 진단에 중요하다.

5) 치료

냉찜질(10~20분) 1일 2~3회 실시, 소염제, 근육의 스트레칭 (대퇴사두근 및 Hamstring), 약화된 근육 강화 훈련 (Vastus medialis obliquus)을 할 수 있고 ultrasound 나 electrical stimulation, 관절경 검사 등이 도움을 받을 수 있다.

2. 슬개건염(Patellar tendinitis - Jumper's knee)

과사용 증후군의 한 형태이며 슬관절 신전 기전이 반복적으로 활성화 될 때, 오르막 지형에서 훈련할 때, 반복되는 squats, isotonic knee extension with weights에서 발생할 수 있다.

1) 증상

점프하거나 경사진 곳을 오르내리는 체중부하 활동시 슬개골 상극 및 하극에 동통이 악화 된다. 쪼그려 앉거나 달리기에서 동통이 발생 또는 악화된다. 지속되는 운동으로 슬개건의 파열이 발생될 수 있다. 슬개건이 부착되는 곳에 동통이 있으며 resisted knee extension시 동통이 발생된다. 휴식으로 증상이 소실된다. 충분한 회복기가 없을 때에도 발생할 수 있다.

2) 이학적 검사

슬개건 부착 지점에 압통이 발생.

3) 진단

MRI, Ultrasound 검사로 잘 나타난다¹⁴⁾.

4) 치료

일반적 재활치료 및 약물치료, 휴식, 근육의 불균형을 맞추는 스트레칭과 근력 강화 훈련이 필요하다. 초음파와 전기 자극 치료로 효과를 볼 수 있다. 심한 경우 근위부 슬개건의 중간 1/3을 슬개 하극부를 포함해 V 형태로 수술적 제거를 할 수도 있으며(Fig. 5) 관절경을 이용한 슬개골 하극 절제술을 시행할 수 있다¹⁴⁾.

3. 장경대 증후군(Iliotibial band syndrome)

달리기에서 슬관절 외측부에 동통이 발생하는 가장 흔한 경우이며 원인은 반복되는 슬관절의 굴곡 및 신전시 외측 대퇴상외과부위로 장경대(ITB)의 friction으로 유발된다. 잘못된 훈련으로 발생되고 훈련의 거리와 강도에서 급작히 증가될 때 악화될 수 있고 내리막길 훈련에서도 발생되며 고관절의 외전근이 약화될 경우¹³⁾ 나타날 수 있다. 발생 빈도는 1.6~22.2%에서 나타난다.

1) 증상

동통은 고관절 근위 외측부와 Gerdy's tubercle 부위에서 발생되며 snapping이 대전자부에서 나타날 수 있고 동통은 외

측 슬관절전 2 cm 상부에 날카롭게 타는 듯한 통증(sharp burning pain) 나타나며 활동의 중단시 없어진다.

2) 진단

① Noble test: 슬관절 대퇴 상외과부에 압력을 주면서 무릎을 90도 굴곡 위에서 신전 시킬 때 30도 굴곡위에서 대퇴 상외과부에 동통이 발생¹⁵⁾

② Ober test

③ MRI: ITB 하면부에 cystic, poor defined signal intensity 가 출현하며, 만성일 때 대퇴 상외과부에서 두꺼워진 ITB를 볼 수 있다.

3) 치료

재활 및 소염제, 휴식, 초음파, phonophoresis, 스테로이드 투여도 가능하다. ITB stretching과 lat. gluteal muscle의 강화도 필요하다. 과도한 뒤침과 앞침시 신발교정이나 보조기 고려될 수 있다.

4. 슬관절 퇴행성질환

퇴행성 관절염과 관계된 슬관절 동통이 발생할 수 있다. 달리가 퇴행성 관절염의 증상을 악화 시킬수 있으나 관절염을 유발한다는 보고는 없다^{3,16)}. 지지 근육의 강화나 유연성을 증대시켜 호전 시킬 수 있다. 특히 대퇴사두근 강화나 슬건(Hamstring)의 유연성을 강화시키는 것이 필요하다.

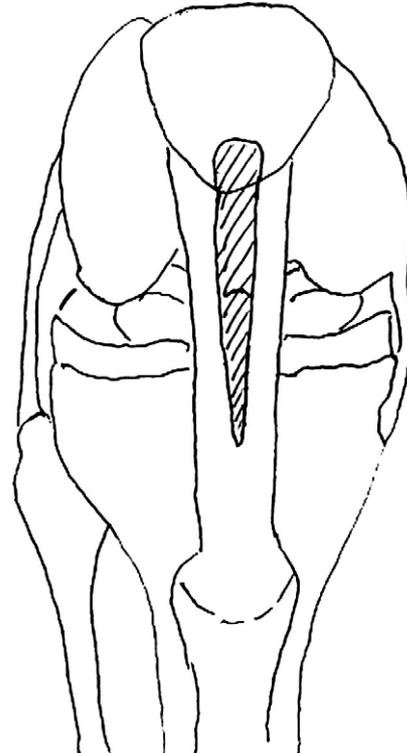


Fig. 5. Distal resection of the patella and the V shaped tendon incision.

5. 슬와건염 (Popliteal tenosynovitis)

내리막길 달리기 때 동통이 발생되며 경골에 증가된 전방 전위력에 의해 이차적으로 동통이 발생된다. 환측의 슬관절을 90° 굴곡에서 가측 복사뼈 (lat. malleolus)가 반대쪽 건측 다리에 접촉될 때 동통이 유발되고 주로 외측 측부인대의 후방, 전방, 상부에 압통이 있다⁷⁾.

6. 거위발 건염(Pes anserine bursitis or tendinitis)

장거리 달리기 때 내측 슬관절부에 동통과 근위 경골 내측에 압통이 발생하며 슬관절을 신전시 내측 측부인대 위에서 압통이 나타난다. 근위부 피로 골절과 감별 위해 X선 검사가 필요하다.

7. 내측지대염(Medial retinaculitis)

최근에 과도한 장거리 달리기를 한 high mileage runner에서 잘 나타나며 압통이 슬개골 전내측부에 출현한다⁷⁾.

8. 내측 후벽 증후군(Medial plica syndrome)

달리기 경우 과사용의 결과로 나타나며 달리기시 동통, 불안정성, 부종이 있으며 압통이 슬개골 상극부 내측에 나타나고 50~70°에서 snapping이 동반할 수 있고 tender band like structure가 내측 슬개골 변연부에 만져진다.

결 론

근 골격계 손상이 활동적으로 달리기하는 사람의 60% 정도에서 발생되나 대부분 잘못된 훈련 방법에 의한 과사용 손상으로 나타나므로 정확한 병력 분석과 이학적 검사가 조기 진단에 필요하다. 달리기로 인해 발생하는 동통과 기능 장애 부위의 면밀한 분석과 원인을 밝혀 안정 및 휴식, 손상원인에 대한 조기 치료를 하여 향후 발생할 수 있는 큰 부상을 예방할 수 있다.

참고문헌

1. **Rosen AL, Scuderi GR, McCann PD:** *Running injuries. Sports Medicine: A comprehensive approach. Mosby-*

Elsevier: 550-556, 2005.

2. **James SL, Bates BT, Osteruig LR:** *Injuries to runners. Am J Sports Med, 6: 40-50, 1978.*
3. **Strakowski JA, Jamil T:** *Management of common running injuries. Phys Med Rehabil Clin N Am, 17: 537-552, 2006.*
4. **Ounpuu S:** *The biomechanics of walking and running. Clin Biomech, 11: 253-259, 1996.*
5. **Hreljac A:** *Etiology, Prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: a biomechanical perspective. Phy med Rehabil Clin N Am, 16(3): 651-667, 2005.*
6. **Cavanagh PR, Lafortune MA:** *Ground reaction forces in distance running. J Biomech, 13: 397-406, 1980.*
7. **John GP Jr:** *Diagnosis and treatment of musculoskeletal running injuries. Seminars in arthritis and Rheumatism, 18(1): 48-60, 1988.*
8. **John GP Jr, Swafford D:** *Adolescent running injuries. Journal of adolescent health care, 5: 87-90, 1984.*
9. **Konradsen LA, Hansen EM, Sondergaard L:** *Long distance running and osteoarthritis. Am J Sports Med, 18: 379-381, 1990.*
10. **Medlar RC, Lyne ED:** *Sinding-Larsen-Johansson disease: It's etiology and natural history. J Bone Joint Surg Am, 60: 1113-1116, 1978.*
11. **Shea KG, Pfeiffer R, Curtin M:** *Idiopathic anterior knee pain in adolescents. Orthop Clin N Am, 34: 377-383, 2003.*
12. **Heng RC, Haw CS:** *Patello-femoral pain syndrome: Diagnosis and management from an anatomical and biomechanical perspective. Current Orthopaedics, 10: 256-266, 1996.*
13. **Juhn MS:** *Patellofemoral pain syndrome: A review and guidelines for treatment. Am Fam Physician, 60(7): 2012-2022, 1999.*
14. **Fritschy D:** *Jumper's knee. Oper Tech Sports Med, 5(3): 150-152, 1997.*
15. **Fredericson M, Weir A:** *Practical management of iliotibial band friction syndrome in runners. Clin J Sport Med, 16(3): 261-268, 2006.*
16. **Keller JM, Levine WN:** *Evaluation and imaging of the patellofemoral joint. Oper Tech Orthop, 204-210, 2007.*