

## Pivot Shift의 기전에 대한 해부학적 고찰

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

김익동 · 이수영 · 인주철 · 권광우 · 안면환

=Abstract=

### Anatomical Study Designed to Clarify the Mechanism of the Pivot Shift

Ik Dong Kim, M.D., Soo Young Lee, M.D., Joo Choul Ihn, M.D.,  
Kweang Woo Kwon, M.D. and Myun Hwan Ahn, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University, Taegu, Korea

There has been much dispute about the pathomechanics and the significance of the test even among the most competent surgeons in this field. Some have claimed that the posterolateral capsule must be torn to initiate the pivot shift. Some have even gone as far as to deny the importance of the anterior cruciate ligament as a main stabilizing structure of the knee.

We evaluated the concept of MacIntosh in anatomical studies which were carried out at the both Pathology and Orthopedic department of Kyungpook National University, School of Medicine, Taegu Korea. Experiments have been carried out to study the etiology of anterolateral instability and the production of a pivot shift sign. In the cadaver knees and A/K amputation knees, which did not have any sign of instability or osteoarthritis, the anterior cruciate was severed by a short medial incision. We could immediately detect a pivot shift. No pivot shift resulted however when the posterolateral capsule was completely divided first and the anterior cruciate left intact, or when the medial collateral ligament and medial capsule were cut. If both the anterior cruciate and posterolateral capsule were divided the pivot shift became more prominent than after cutting the anterior cruciate alone. When the medial collateral ligament including the capsular structures was completely severed, however, the pivot shift disappeared.

In summary the experiments show the following:

1. An isolated rupture of the anterior cruciate ligament or its combination with a partial tear of the medial collateral ligament may be detected with the pivot shift sign.
2. If the rupture of the medial collateral ligament is complete the pivot shift test can be negative in spite of a tear of the anterior cruciate ligament.

**Key Words:** Pivot shift, Anterolateral instability, Knee

### 서 론

외상후에 나타나는 슬관절의 전외방불안정성(anterolateral instability)은 가끔 전내방회전불안정성(anteromedial rotatory instability)과 관련을 갖기도 하면서,

정상 슬관절의 기능을 심하게 방해하여 불구로 만드는 인대 불안정성의 가장 흔한 형태이다. 이러한 복합된 불안정성은 전방십자인대의 파열이나 약화와 아울러 내측과 외측의 관절막과 측부인대의 부분 혹은 완전파열에 기인된다고 한다.<sup>1-3,7-10,12-14</sup>.

건강한 슬관절에 있어서도 경골이 전방으로 전위(아

본 논문의 요지는 1981년 제25차 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표하였음.

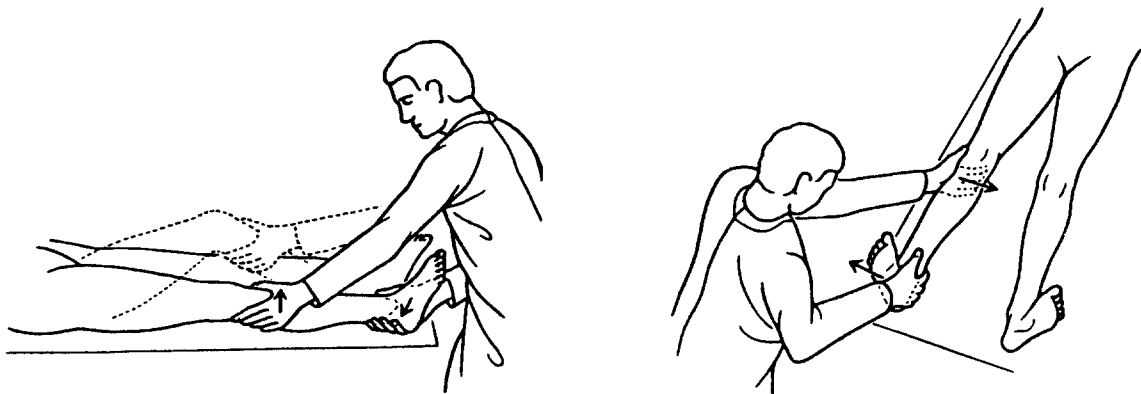


Fig. 1. The pivot shift test is a clinical sign of anterior cruciate insufficiency. The extended leg is lifted by the heel and the knee is bent under continuous valgus force. The tibia subluxates anteriorly during the first degrees of flexion and reduces suddenly as flexion increases.

의있는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 재 료

연구재료로서는 본 경북의대 병리학교실에서 병리해부하는 시체 5례와 본 정형외과 교실에 입원하여 대퇴부 절단을 시행하는 환자 2예에서 시행하였으며, 시행 후 슬관절내의 기존 질병이 없었음을 확인하였다.

### 방 법

시체의 경우 사후 시간이 짧아 사후강직이 없는예를 택하였으며 경한 사후강직이 있는 예에서는 수동적으로 여러번 굴신운동을 시켜서 사후강직을 풀후에 시행하였다. 대퇴부 절단을 하기 위한 예에서는 전신마취 후 슬관절이 이완된 상태에서 본검사를 시행하였다 (Fig. 1, 2).

다음 5가지 상황을 만들어서 pivot shift test를 시행하였다.

- 1) 슬관절 내측에 길이 약 6센티미터 정도의 짧은내측절개를 하여서 전방십자인대만을 끊었을 경우.
- 2) 전방십자인대를 끊지 않고 후외측관절막 (posterolateral capsule)을 완전히 끊을 경우 혹은 내측측부인대와 내측관절막을 끊을 경우.
- 3) 전방십자인대와 후외측관절막을 같이 끊었을 경우와 전방십자인대만을 단독으로 끊었을 경우와 비교.
- 4) 전방십자인대를 끊은 후 내측측부인대를 부분적으로 끊었을 경우.
- 5) 전방십자인대를 끊은 후 내측측부인대와 내측관

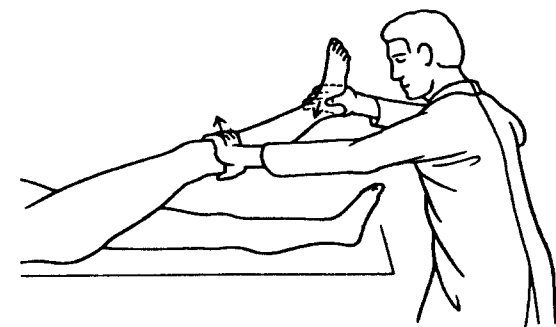


Fig. 2. In a fresh injury only the initial phase may be detectable because of pain. The anterior tibial subluxation is assisted when lifting the calf from the back with the leg in a more elevated position

탈구)를 일으키는 경향은 경골의 외측과의 plateau가 덜 오목하여 안정성이 결여되어 있기 때문이다. 이렇게 경골이 전후방으로 이동하는 경향이 있다는 것은 임상적으로 매우 의의있는 현상이 되었으며 이를 기초로 하여 pivot shift sign을 기술하였다 (Fig 1, 2. 참조).

이 pivot shift sign은 Galway<sup>6)</sup>와 MacIntosh<sup>7)</sup>에 의해 가장 잘 기록되었으며 많은 사람들의 흥미를 끌게 되었다. 이 현상을 묘사한 현상들이 여러 저자들에 의해 발표되었다<sup>7, 8, 10, 14)</sup>. Hughston<sup>7)</sup>은 jerk test로, Slocum<sup>14)</sup>은 antero-lateral rotatory instability test로 설명하였으며, 또 이러한 현상의 병리기전을 해부학적으로 규명하고자 하였다<sup>4, 8)</sup>.

저자들은 pivot shift가 일어나는 기전을 해부학적으로 추시해 보고자 본 연구를 시행하였으며 몇가지 의

결막을 완전히 끊었을 경우.

## 성 적

5가지 상황에서 얻은 결과를 분석하면 다음과 같다.

1의 상황—전방십자인대를 끊은 경우 pivot shift는 즉시 나타났다.

2의 상황—전방십자인대는 끊지 않고 후외부 관절막을 완전히 끊을 경우 혹은 내측측부인대와 내측관절막을 끊을 경우는 pivot shift가 나타나지 않았다.

3의 상황—전방십자인대와 후외측관절막을 같이 끊은 경우는 전방십자인대만을 단독으로 끊은 경우에 비해 pivot shift가 현저히 나타났다.

4의 상황—전방십자인대를 끊고 내측측부인대물부분적으로 끊은 경우 pivot shift는 여전히 나타나고 있다.

5의 상황—전방십자인대를 끊은 후 내측측부인대 및 내측관절막을 완전히 끊은 경우는 pivot shift가 소실되어 나타나지 않았다.

위의 5가지 상황을 종합하면 표 1에서 보는 바와 같다.

**Table.** Ligamentous lesions producing the pivot shift sign

Lesion	Pivot shift sign
1) A.C.L. (—)	+
2) A.C.L. (+)	—
P-L.C. (—) or	
M.C.L. (—)	—
M.C. (—)	
3) A.C.L. (—)	+
P-L.C. (—)	
4) A.C.L. (—)	+
M.C.L. (partial—)	
5) A.C.L. (—)	—
M.C.L. (complete—)	

\*A.C.L.: Anterior Cruciate Ligament

P-L.C.: Posterolateral Capsule

M.C.: Medial Capsule

M.C.L.: Medial Collateral Ligament

(+): Intact

(—): Cut

## 고 찰

1920년 Hey Groves는 임상적으로 pivot shift sign과 비슷한 현상을 jerk sign이라고 기술한 바 있다. 그는 이 jerk sign이 전방십자인대의 기능부전에 의해 생

진다고 하였다<sup>8)</sup>.

Pivot shift sign의 양성이라 함은 경골이 대퇴골에 대하여 전방과 내회전 위치를 모두 일으키는 것을 포함한다는 것이며 이것은 슬관절의 구조를 가운데 하나 혹은 그 이상이 관여하고 있다는 것으로 논의되어 왔다<sup>9,10)</sup>.

Hughston<sup>6)</sup>은 6개의 급성 슬관절 전외방불안정성 가운데 5례에서 외측관절막인대의 파열이 있었으며 2례에서만 전방십자인대의 파열이 발견되었다고 하였다.

Norwood 등<sup>13)</sup>은 급성 전외방불안정성 36례의 분석에서 30례에서 전방십자인대의 파열과 외측관절막인대의 파열이 동반되었으며 6례에서만 한가지 병변이 있었다고 하였다.

Jakob 등<sup>9)</sup>은 pivot shift sign을 사체에서 실험적으로 연출하였는데 전방십자인대를 끊어야만 이 현상이 발생하였으며 여기에 첨가하여 외측관절막인대의 중간부를 끊었을 경우 더 확실히 나타났고, 외측측부인대와 arcuate ligament를 추가하여 끊었을 경우 이 현상이 매우 현저하게 나타났다고 한다. 또한 이들은 전방십자인대가 급성으로 파열된 모든 경우에서 이 현상이 다 양성으로 나타나지 않는다고 하였다. 즉 "unhappy triad" 같은 경우에는 내측측부인대가 완전히 파열되어 있어서 valgus force를 가하더라도 pivot shift sign을 일으키게 할 수 있는 슬관절 외측부에 충분한 접촉압력을 줄 수 없으므로 이 현상이 나타나지 않는다고 하였다. 또 이들은 외측관절막인대만을 완전 파열시키더라도 결코 이 현상이 양성으로 나타나지 않는다고 하였으며, 경골의 단순한 아탈구와 외측반월연골이 관절 사이에 걸림으로서 발생하는 snapping감이 발생하며 이것이 jerk와 비슷한 현상을 나타내게 한다고 하였다. 그리고 외측측부인대와 arcuate ligament를 끊으면 rotatory instability를 일으키게 하는데 이것도 역시 전방십자인대를 먼저 끊은 후라야 더 저명하고 아울러 pivot shift sign이 양성으로 나타나게 된다고 하였다. 이들의 실험은 경골에 내측 혹은 외측 plateau가 전방으로 이동하여 pivot shift sign을 일으키게 하는 주된 구조물(key structure)이 전방십자인대라는 것을 입증해주고 있다.

Jakob<sup>9)</sup>의 실험을 뒷받침해주는 것으로서 Larsen (1979)<sup>15)</sup>은 관절막인대는 상당한 경우에서 매우 얇고 pivot shift sign의 병적기전에 중요한 역할을 할만한 정도가 못된다고 했으며, Fetto와 Marshall<sup>16)</sup>도 전방십자인대가 전제하고 외측관절막인대만을 끊었을 경우 pivot shift sign은 양성으로 나타나지 않는다고 보고하였다.

몇몇 사람들<sup>8,11,13)</sup>은 슬관절이 내반 및 내회전에 의해 손상받을 경우 외측 meniscotibial ligament가 찢어지고 찢어지므로 전외방불안정성이 나타난다고 하였다.

Hughston<sup>9)</sup>은 대퇴골 외측과의 근위부 linea aspera에 부착하는 iliotibial tract fiber (Kaplan's fiber)의 병변은 전방십자인대의 급성 파열시 혈종을 형성하는 것으로 보아 상당히 중요한 관계가 있을 것이라고 지적했고 Jakob 등<sup>8)</sup>도 iliotibial tract를 Gerdje's tubercle에서 박리하였던바 pivot shift sign이 저명하게 나타나는 것을 관찰하였다고 한다.

저자들은 5례의 시체와 2례의 A/K amputation을 한 레에서 전방십자인대를 끊어서 인위적으로 불안정성을 만들고 여기에 여러가지 병변을 추가하면서 pivot shift sign의 출현을 관찰하였던바 전방십자인대 손상이 전외방불안정성을 일으키는데 주된 인자가 된다는 것을 알 수 있었으며, 여기에 외측관절막인대 손상이 추가될 경우 이 현상은 더 저명하게 나타났다. 내측측부인대가 완전 파열되면 비록 전방십자인대의 파열이 있다 하더라도 pivot shift sign이 나타나지 않았다. 이 기전에 대한 설명은 앞서 Jakob 등<sup>8)</sup>이 설명한 바와 같은 것으로 믿어진다.

저자들은 iliotibial band의 역할에 대하여는 추시하지 못하였으며 여기에 대해서는 앞으로 종합적인 비교 관찰이 요할 것으로 사료된다.

## 요 약

저자들은 1981년 3월부터 8월까지 경북대학교 의과대학 정형외과교실에서 하지절단 환자 및 병리부검을 위한 시체에서 pivot shift sign의 기전을 해부학적으로 추시하여 몇가지 의의있는 결과를 얻었으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 전방십자인대 단독파열 혹은 여기에 내측측부인대의 부분파열을 동반했을 경우 pivot shift sign은 양성으로 나타났다.

2. 내측측부인대의 완전파열시에는 비록 전방십자인대의 파열이 있다하더라도 pivot shift sign은 음성으로 나타난다.

3. 후외측관절막 파열을 동반한 전방십자인대 파열시 pivot shift sign은 더 저명하게 나타났다.

## REFERENCES

1) Cabaud, H.E. and Slocum, D.B.: *The Diagnosis*

*of Chronic Anterolateral Rotatory Instability of the Knee. Amer. J. Sports Med.*, 5, 3, 99-105, 1977.

2) Dehaven, K.E.: *Classification and Diagnosis of Knee Instabilities. Symposium on Reconstructive Surgery of the Knee. p 171-179. The C.V. Mosby Co., Saint Louis, 1978.*

3) Del Pizzo, W., Norwood, L.A., Kerlan, R.K., Jobe, F.W., Carter, V.S., Blazina, M.E., Shields, C.L. and Lombardo, S.J.: *Analysis of 100 Patients with Anterolateral Rotatory Instability of the Knee. Clin. Orthop.*, 122: 178-180, 1977.

4) Ellison, A.E.: *Anterolateral Rotatory Instability. The Knee in Sports; Continuing Educational Course: The American Academy of Orthopedic Surgeons, Ann Arbor, Michigan, 1975, Cited from Jakob 1977.*

5) Fetto, J.F. and Marshall, J.L.: *Injury to the Anterior Cruciate Ligament Producing the Pivot Shift Sign. J. Bone and Joint Surg.*, 61-A: 710-714, 1979.

6) Galway, R.D., Beaupre, A. and MacIntosh, D. L.: *Pivot Shift: A Clinical Sign of Symptomatic Anterior Cruciate Insufficiency. J. Bone and Joint Surg.*, 54-B: 763-764, 1972.

7) Galway, R.D.: *The Pivot Shift Syndrome. In Proceedings of the New Zealand Orthopedic Association. J. Bone and Joint Surg.*, 54-B: 558, 1972.

8) Hughston, J.C., Andrews, J.R., Cross, M.J. and Moschi, A.: *Classification of Knee Ligament Instabilities. Part I. The Medial Compartment and Cruciate Ligaments. Part II. The Lateral Compartment. J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 159-190, 1976.

9) Jakob, R.P., Noesberger, B. and Mueller, M. E.: *The Diagnostic Value of the Pivot Shift Sign in Anterior Instability of the Knee and the Specific Lateral Repair' from Chapchal G.: Injuries of the Ligaments and their Repair. p. 95-101, George Thieme Publishers, Stuttgart, 1977.*

10) Kennedy, J.C., Stewart, R. and Walker, D.M.: *Anterolateral Rotatory Instability of the Knee*

*Joint. J. Bone and Joint Surg.*, 60-A : 1031-1039, 1978.

- 11) Losee, R.E., Johnson, E. Th. and Southwich, W.O.: *Anterior Subluxation of the Lateral Tibial Plateau. J. Bone and Joint Surg.*, 60-A : 1015-1030, 1978.
- 12) MacIntosh, D.: *The Anterior Cruciate Ligament: Over the Top Repair, J. Bone and Joint Surg.*, 56-B : 591, 1974.
- 13) Norwood, L.R., Andrews, J.R., Meisterling, R.C. and Glancy, G.L.: *Acute Anterolateral Rotatory Instability of the Knee. J. Bone and Joint Surg.*, 61-A : 704-709, 1979.
- 14) Slocum, D.B. and Larson, R.L.: *Rotatory Instability of the Knee. J. Bone and Joint Surg.*, 50-A : 211-225, 1968.
- 15) Slocum, D.B., James, St. L., Larson, R.L. and Singer, K.M.: *Clinical Test for Anterolateral Rotatory Instability of the Knee. Clin. Orthop.*, 118 : 63-69, 1976.

#### ◇ 토론내용 ◇

토론자 : 한강성심병원.....이 창 주

최근에 이르러 전방십자인대의 손상을 진단하는데 pivot shift test 또는 jerk test가 큰 각광을 받고있는 이때에 실제 인체실험을 통해서 그 해부학적 관계와 나타난 test의 정성적인 그리고 어느 정도의 정량적인 연구결과를 이 test를 이해하는데 큰 도움을 주었다고 생각됩니다.

특히 주목을 끄는것은 전방십자인대가 파열되었어도 슬관절 내측 측부인대가 완전 결단 되었을때는 pivot shift test가 음성으로 된다는 사실은 중요한 발견이라고 생각되어 집니다.

이제까지 많은 학자들은 후방십자인대가 슬관절 안정에 있어서 main stabilizer로서 어떠한 회전운동에서도 그 회전축으로서 작용한다고 주장하여 왔는데 본논문의 결과에 의하면 pivot shift test에서는 main stay 또는 그 작용축이 내측 측부인대에 있는것으로 해석할 수 있다고 하였습니다.

실제 임상에서 환자를 진찰할때 이러한 pivot shift test와 anterior lateral drawer test 사이에 어떤 상관관계가 있는지 혹시라도 false negative 또는 false positive를 나타내는 예는 없을 것인지 궁금한 점이기도 합니다.