後十字靱帯損傷膝のX線診断

一回旋不安定性を中心に—

九州大学整形外科

福島 一彦・緒方 公介
川村 秀哉・有蘭 剛
上新 淑文・杉岡 洋一

Stress Roentgenographic Measurement for the Diagnosis of Rotational Instability of the Tibia in Posterior Cruciate Deficient Knees

by

Kazuhiko Fukushima, Kosuke Ogata, Hideya Kawamura,
Takeshi Arizono, Yoshifumi Ueshin and Yoichi Sugioka

Department of Orthopaedic Surgery,
Faculty of Medicine, Kyushu University

Posterior sag and rotation of the tibia were studied in posterior cruciate deficient knees by using fresh cadaver knees. The tibia was internally rotated in both PCL deficient knees and in PCL deficient knees with associated posterior capsule or MCL injury. The tibia was externally rotated, contralaterally, in PCL deficient knees with associated LCL injury. The severity of the instability in posterior cruciate deficient and associated injury knees could be evaluated from roentgenographic measurement which we devised.

はじめに

PCL 不全膝に関しては、主に後方動揺性の程度により、診断や術後評価が行われている。しかし、側副靱帯など合併損傷を伴った場合など、著明な回旋不安定性を呈する症例も多く、回旋不安定性の評価も重要と思われる。しかし、現在のところその有効な方法がなく、臨床上の客観的評価は困難である。

今回、回旋不安定性のレ線上的評価を行うために、実験データと比較してレ線にて回旋不安定性の評価を試みたので報告する。

資 料

実験には、筋肉付きのまま凍結保存された6膝を用いた。そして、これらを正常群と、PCL、後方関節包、MCL、LCLの切離を順次加えた5群に分類して実験を行った。また、現代人骨27膝をレ線計測の比

表1 資 料

1. 実験用屍体膝	6 膝
1) 正常群	n = 6
2) PCL切離群	n = 6
3) PCL+後方関節包(PC)切離群	n = 6
4) PCL+PC+MCL切離群	n = 3
5) PCL+PC+LCL切離群	n = 3
2. 計測用現代人骨	27 膝

較参照用として計測した(表1)。

方法と結果

実験は、屍体膝の大腿骨側に Steinmann pin を刺入して外枠に固定し、脛骨に回旋測定用の K-wire を刺入したのち、30 N のおもりによる後方ストレスを加え、0-90 度屈曲位にて回旋量の実測やレ線撮影等を行った(図1)。

図1 実験法

レ線計測において、従来我々は、内側脛骨関節面を基線として、基線に平行な軸での、大腿骨および脛骨の両顆後端の中点どうしの距離を変位量として計測している²⁾ (図2-A)。

実験結果であるが、後方変位に関しては、PCL 単独損傷群 (以下 PCL 群) と後方関節包損傷合併群 (以下 PC 群) に差はなく、完全伸展位では後方変位はほとんどなく、屈曲の増大と共に落ち込み量が増大した。MCL 損傷合併群 (以下 MCL 群) と LCL 損傷合併群 (以下 LCL 群) は共に、全ての屈曲位で著明な後方への落ち込みを認めたが、このデータのみでは両者の鑑別は困難である (図3-A)。

回旋量の実測では (正常群を0コントロールとし内旋を+) とした、PCL 群と PC 群に差はなく、共に完全屈曲位ではほとんど回旋せず、屈曲の増大と共に内旋した。MCL 群は全屈曲位で著明に内旋し、対して LCL 群は著明に外旋した (図3-B)。

以上のデータに関しては、すでに報告しているので詳細は省くが¹⁾、PCL 不全では他の靱帯損傷の鑑別や、術後等の臨床評価において、回旋不安定性の評価も重要であることがわかった。

以下、回旋不安定性のレ線上の評価法につき説明する。まず、大腿骨に対する脛骨の内顆の変位量を表す図の M, L の距離を測定した。ついで、PCL 損傷膝の正常膝に対する相対変位量 ΔM , ΔL を計算した。なお、後方変位を (+) とした (図2-B)。

図4-Aは、比較する2膝の関係を回旋軸方向から見た図である。この図だけでは回旋量 $\Delta\theta$ と ΔM , ΔL の関係はわかりにくいので、一方を平行移動して外顆の計測ポイントを重ね合わせた図をつくってみた

A

B

図2 X線計測法

(図4-B)。この図より、 $\Delta M - \Delta L$ は、両顆後端間を半径とする円の円弧の一部分を、側面より見た値であり、 $\Delta\theta$ と関連することがわかる。よって、この値が、回旋の評価に役立つと考え、各群とも計測しグラフ化してみた (図5)。

グラフは、先ほど示した回旋量の実測値と似たパターンを示した。特に MCL 群と LCL 群の鑑別が容易であり、また回旋の程度も判定できることより、この方

図3-A 各屈曲位での脛骨の後方変移量を表すグラフ。

図3-B 各屈曲位での脛骨の回旋量を表すグラフ。

図5 各屈曲位での内顆の相対変移量 (ΔM) と外顆の相対変移量 (ΔL) の差を表すグラフ。

A

B

図4 回旋量のX線評価法。

図6 $\Delta\theta$ と $\Delta M - \Delta L$ との相関関係を表すグラフ (回帰直線)
X軸: $\Delta M - \Delta L$, Y軸: $\Delta\theta$

法の診断的有用性が認められた。

さらに、全データの回旋量の実測値と $\Delta M - \Delta L$ の値の相関関係を統計的に調べてみたが、両者にはかな

り強い相関関係が認められ、信頼性が高いことがわかった (図6)。

図7 回旋量のX線計測法.

考 察

今回の実験結果より、PCL不全膝においては、特にMCL、LCL合併損傷の場合は著しい回旋不安定性を呈するばかりでなく、PCL単独損傷の場合においても内旋に対する不安定性を呈することより、これらの診断や術後評価には後方変位量のみでなく、回旋不安定性の評価も重要であることがわかった。

今回、我々は、回旋不安定性を評価する指標として、内顆の相対変位量 ΔM から外顆の相対変位量 ΔL を引いた $\Delta M - \Delta L$ の値を用いたが、この値は実測値と強い相関を持ち、回旋不安定性の診断や客観的評価法として有効な方法と考えられた。ただし、この値は実測値と1:1の相関を表すわけではない。1:1の相関を示すには、別の計測法と計測パラメータの追加や誤

表2 現代人骨の計測値

	大腿骨	脛 骨
最大横径	73.9 (3.9)	73.4 (4.1)
内顆前後径	58.1 (2.7)	48.2 (2.6)
外顆前後径	59.6 (3.2)	42.3 (2.4)
内外顆後端間距離	48.5 (3.1)	36.8 (3.6)
	mm	mm
	n = 25	n = 27
		(S.D)

差の修正が必要である。この方法を簡単に紹介する。

図7-Aは、大腿骨と脛骨の回旋量の計測法である。この方法の場合、大腿骨へのX線入射角は0にしなければならない、また脛骨両顆後端間距離の計測が必要である。

図7-Bは、X線入射軸に対する大腿骨の回旋も加味した計測法である。この方法ではさらに大腿骨両顆後端間距離の計測も必要である。

これらの方法でも、今回計測してみたが、両顆後端間距離は、実測困難であり、現代人骨標本を計測し、そのデータと実験膝のレ線より推測し計算したが(表2)、両者の方法ともかなり1:1に近い強い相関関係を示した。

ただし、これらの方法はパラメータの測定が正確ではないことと、回旋の変化による測定部位の変化も考慮しなければならず、正確な計測値を得るためには、今後さらに検討する余地がある。

ま と め

①屍体膝による実験データをもとに、PCL損傷膝の回旋不安定性のレ線評価につき検討した。

②脛骨の回旋量は、X線上脛骨内顆、外顆の相対変位量の差と強い相関関係を示した。

③大腿骨、脛骨の両顆後端間距離を、現代人骨の計測データをもとに推定し、回旋量を計算したが、この値は実測値にかなり近い値であった。

参 考 文 献

- 1) Ogata, K., McCarthy, J. A., Dunlap, J., and Manske, P. R.: Pathomechanics of posterior sag of the tibia in posterior cruciate deficient knees. An experimental study. The American Journal of Sports Medicine, 16-6: 630-636, 1988.

-
- 2) 福島一彦, 緒方公介: 膝十字靱帯損傷の定量的X線診断法(Ⅱ). 整形外科と災害外科, 35: 1200-1204, 1987.
- 3) Torzilli, P. A., Greenberg, R. L. and Insall, J.: An in Vitro Biomechanical Evaluation of Anterior-Posterior Motion of the knee. J. Bone and Joint Surg., 63-A: 960-968, July 1981.
- ~~~~~