



Title	MR imagingによる前十字靱帯断裂の二次的所見
Author(s)	新津, 守; 倉持, 正志; 阿武, 泉 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(6), p. 375-379
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19003
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

MR imaging による前十字靱帯断裂の二次的所見

新津 守 倉持 正志 阿武 泉 板井 悠二

筑波大学臨床医学系放射線医学

Secondary Signs of Anterior Cruciate Ligament Tear at MR Imaging

Mamoru Niitsu, Masashi Kuramochi,
Izumi Anno and Yuji Itai

The value of secondary signs of anterior cruciate ligament (ACL) tear was evaluated. MR images of 47 knees, 15 with normal, 6 with acutely torn and 26 with chronically torn ACLs confirmed at arthroscopy, were reviewed. Lateral and medial anterior tibial translocations (ATT), posterior cruciate ligament (PCL) bowing ratio and depth of lateral femoral notch (LFN) were measured.

The degrees of lateral and medial ATTs and the PCL bowing ratio of the chronically torn ACLs were significantly higher than those of normal ACLs. With cutoff values of 5-mm lateral ATT, 2.5-mm medial ATT and 0.35-PCL bowing ratio, torn ligaments were distinguished from intact ligaments with accuracies of over 80%. Depth of LFN was less sensitive and less accurate. All knees with lateral ATT of 6.4 mm, medial ATT of 3.5 mm, PCL bowing ratio of 0.43 and LFN depth of 1.5 mm or more had torn ACLs. Higher correlations were revealed between lateral ATT and medial ATT, and also between lateral ATT and PCL bowing ratio. Combined criteria of lateral ATT and PCL bowing ratio indicated the highest diagnostic value as a reliable secondary sign of torn ACLs.

Research Code No. : 505. 9

Key words : Knee injury, Anterior cruciate ligament, MR imaging

Received Mar. 7, 1994; revision accepted Jun. 1, 1994
Department of Radiology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba

はじめに

Magnetic Resonance Imaging (MRI) は膝関節疾患の画像診断に主導的役割を演じるようになってきた。前十字靱帯損傷についても MRI は膝関節鏡検査など侵襲的診断手技に先だって行われることが多く、その初期診断の役割は大きい^{1),2)}。MR 機器と撮像法の進歩により前十字靱帯断裂に対する MRI の診断能は向上しつつあるが、偽陰性、疑陽性の診断結果が生じる場合も少なくない。これを補助するために前十字靱帯断裂の二次的所見として、脛骨の前方転位³⁾、後十字靱帯の屈曲²⁾、lateral condylopatellar sulcus の顕著化⁴⁾などがそれぞれ個別に報告されている。本稿ではこれらの複数の所見を相互的に解析し、前十字靱帯断裂の間接所見としての臨床的有用性を検討する。

方 法

対象は臨床的に膝靱帯損傷または半月板損傷が疑われて MRI 検査が施行され、かつ 1 カ月以内に膝関節鏡検査の行われた 46 名 47 膝である (男性 26 名, 女性 20 名, 平均年齢 26.5 歳, 11 歳-63 歳)。関節鏡検査の所見に基づき、前十字靱帯に損傷の見られなかったものを正常例 (15 例)、前十字靱帯完全断裂の確認された症例のうち、受傷時期が明確で MRI 検査が 6 週間以内に行われたものを急性断裂例 (6 例)、6 カ月以上のものを陈旧性断裂例 (26 例) と 3 群に分類した⁵⁾。靱帯の部分断裂や上記受傷後期間に当てはまらない症例は除外した。平均年齢で 3 群間に有意な差は見られなかった。

使用 MRI 装置は GE 社製 SIGNA 1.5T であり、送受信共用膝関節専用コイルを用いた。患者の体位は仰臥位とし、約 15 度の外旋とともに膝関節は伸展位にて検査中に動かない程度にスポンジ等を用いて固定した。パルス系列は spin echo 2000/30, 80/1 (TR/TE/excitation) を用い、16cm field of view, 256×192matrix による膝関節全体をカバーする 4mm 厚の連続矢状断 MR 画像を得た。

計測は各症例の臨床症状および関節鏡所見を参照することなしに、プロトン強調矢状断画像のフィルム上で各コン

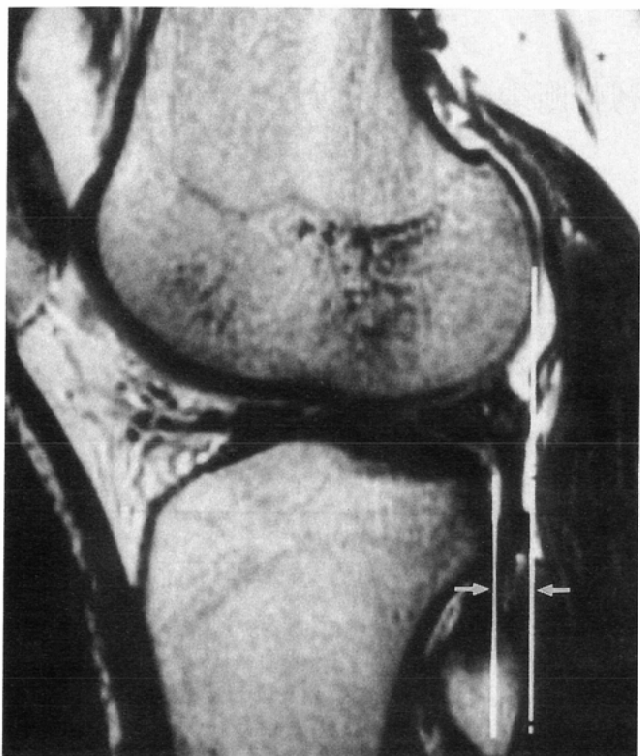


Fig. 1 Measurement of lateral anterior tibial translocation. On a proton-density weighted midsagittal MR image of the lateral femoral condyle, the degree of tibial translocation (arrow) was measured with two parallel lines.

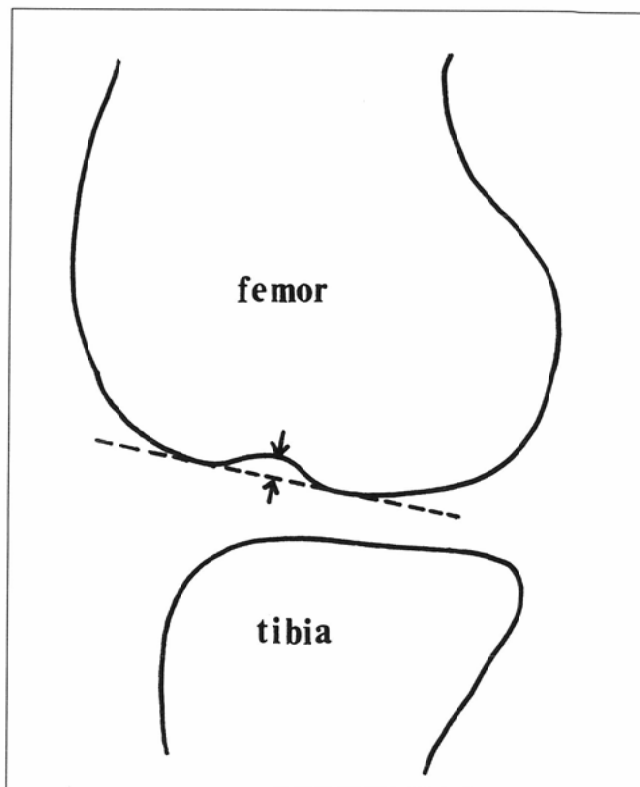


Fig. 3 Measuring the depth of the lateral femoral notch. The depth was measured perpendicular to the line drawn tangentially across the notch at the deepest point (arrow).

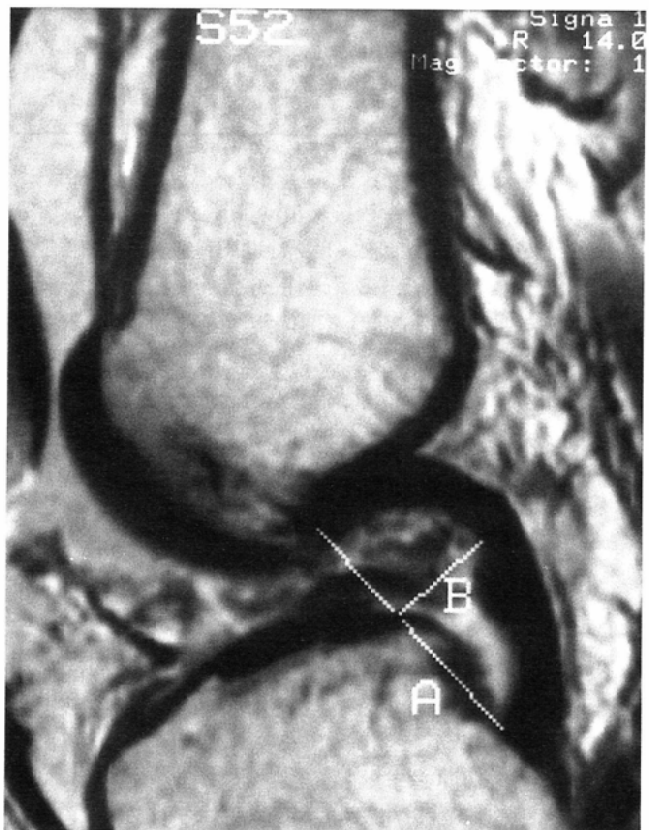


Fig. 2 Determination of PCL bowing ratio. Distance (A) between femoral and tibial insertions of the ligament and deviation (B) of the ligament from the line were measured. The ratio was determined as B/A.

ポーンメントをトレースして計測した。外側脛骨前方転位 (lateral anterior tibial translocation) は、大腿骨外側顆の中央に最も近いスライスにて脛骨後方端と外側顆後縁の各々に接する MR 画像上での頭尾方向平行線を設定しその距離を測定した (Fig. 1)³⁾。内側脛骨前方転位 (medial anterior tibial translocation) は、同様に内側顆の中央に最も近いスライスにて脛骨後方端と内側顆後縁を目標に測定した。後十字靭帯屈曲率 (PCL bowing ratio) は後十字靭帯の脛骨および大腿骨付着部の関節面に近いおのこの端を結ぶ距離を A、その線から最も離れた靭帯内側縁までの距離を B とし、屈曲率 B/A を算出した (Fig. 2)。外側大腿陥凹 (lateral femoral notch) は、大腿骨外側顆前方の陥凹 (lateral femoral condylopatellar sulcus) を横切る接線を設定し、その最深距離を計測した (Fig. 3)⁴⁾。

結 果

Table 1 に各測定結果を示す。前十字靭帯陳旧性断裂例は正常例に比較して、外側、内側脛骨前方転位および後十字靭帯屈曲率の 3 つの計測値はいずれも有意に高値を示した ($P<.001$)。外側大腿陥凹の深さについては有意差は見られなかった。急性断裂例は正常例に比較して、後十字靭帯屈曲率は 1% 水準で有意に高値を示したが、外側、内側脛骨前方転位および外側大腿陥凹の深さはいずれも有意差は見られなかった。前十字靭帯陳旧性断裂例と急性断裂例の 2 群間には、外側脛骨前方転位について陳旧性断裂例が

Table 1 Values of secondary signs of anterior cruciate ligament tear

items	mean±standard deviation			cutoff value	sensitivity (%)	specificity (%)	accuracy (%)
	normal n=15	acute tear n=6	chronic tear n=26				
lateral anterior tibial translocation (mm)	-0.30±3.87	3.83±3.63	10.47±5.01	5.0mm	81.3	86.7	83.0
medial anterior tibial translocation (mm)	-1.43±3.21	2.92±5.00	5.58±4.43	2.5mm	78.1	86.7	80.9
PCL bowing ratio	0.28±0.08	0.40±0.11	0.50±0.14	0.35	81.3	86.7	83.0
lateral femoral notch (mm)	0.23±0.50	0.07±0.16	0.66±0.87	1.2mm	28.1	93.3	48.9

*: P<.001 **: P<.01 PCL: posterior cruciate ligament

1%水準で有意な高値を示した以外は、有意差は見られなかった。

陳旧性断裂例と急性断裂例を一群にまとめて前十字靱帯断裂例とし、各計測値についてカットオフ値を設定し、関節鏡所見に基づいて sensitivity, specificity, accuracy のおのおのを算出した (Table 1)。外側脛骨前方転位と後十字靱帯屈曲率はカットオフ値をおのおの 5.0mm と 0.35 とした場合、ともに sensitivity 81.3%, specificity 86.7%, accuracy 83.0% を得た。カットオフ値 2.5mm による内側脛骨前方転位は sensitivity 78.1%, specificity 86.7%, accuracy 80.9% を示した。一方、外側大腿陥凹の深さについてはカットオフ値を 1.2mm とした場合、specificity は 93.3% を得るが、sensitivity は 28.1%, accuracy は 48.9% にとどまった。

外側脛骨前方転位が 6.4mm を超えるもの、内側脛骨前方転位が 3.5mm を超えるもの、後十字靱帯屈曲率が 0.43

を超えるもの、および外側大腿陥凹の深さが 1.5mm を超えるものは、いずれの場合も関節鏡により前十字靱帯断裂が認められた。外側脛骨前方転位、内側脛骨前方転位および後十字靱帯屈曲率の 3 計測値がいずれも上述のカットオフ値 (5.0mm, 2.5mm, 0.35) 以上の値を示す例は計 22 例存在したが、そのすべてが前十字靱帯断裂 (全例では 32 例) を示し、正常例は 1 例も見られなかった。さらに外側脛骨前方転位と後十字靱帯屈曲率の 2 計測値を用いた同様な振り分けでは 24 例 (前十字靱帯断裂例全例の 75%) が正診を得た。

外側と内側脛骨前方転位、後十字靱帯屈曲率、および外側大腿陥凹の 4 つのパラメーターによる相関関係を Fig. 4-6 に示す。外側脛骨前方転位と内側脛骨前方転位 (Fig. 4) は相関係数 0.77、外側脛骨前方転位と後十字靱帯屈曲率 (Fig. 5) は相関係数 0.74 の、いずれも強い相関関係を示した。外側脛骨前方転位と外側大腿陥凹

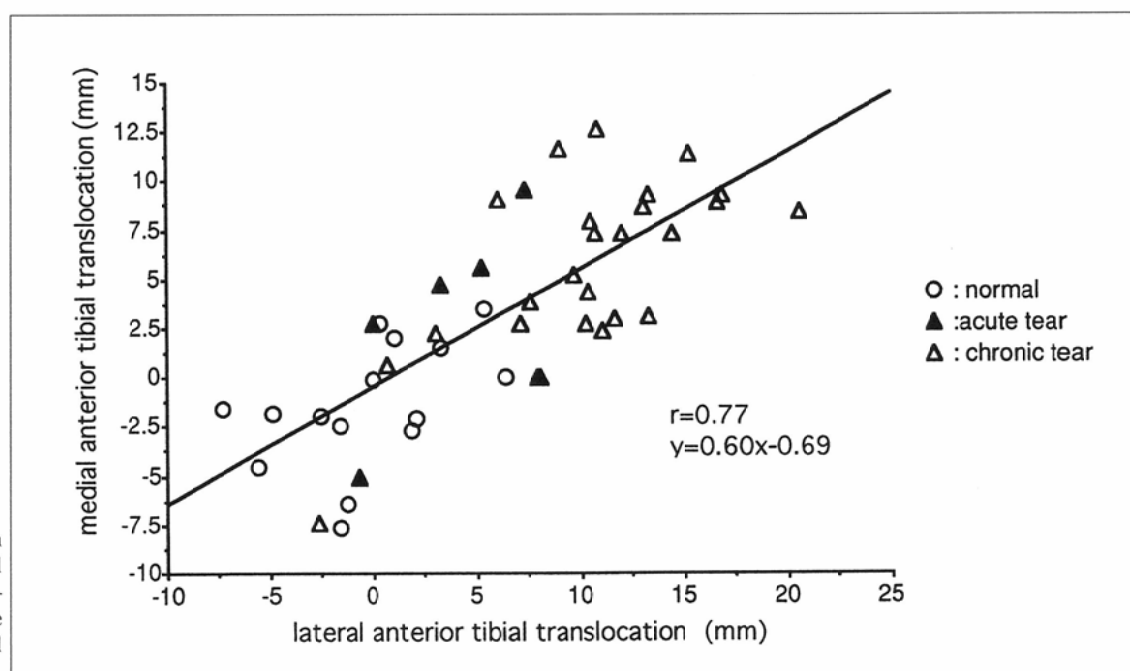


Fig. 4 Correlation between the lateral anterior tibial translocation and the medial anterior tibial translocation

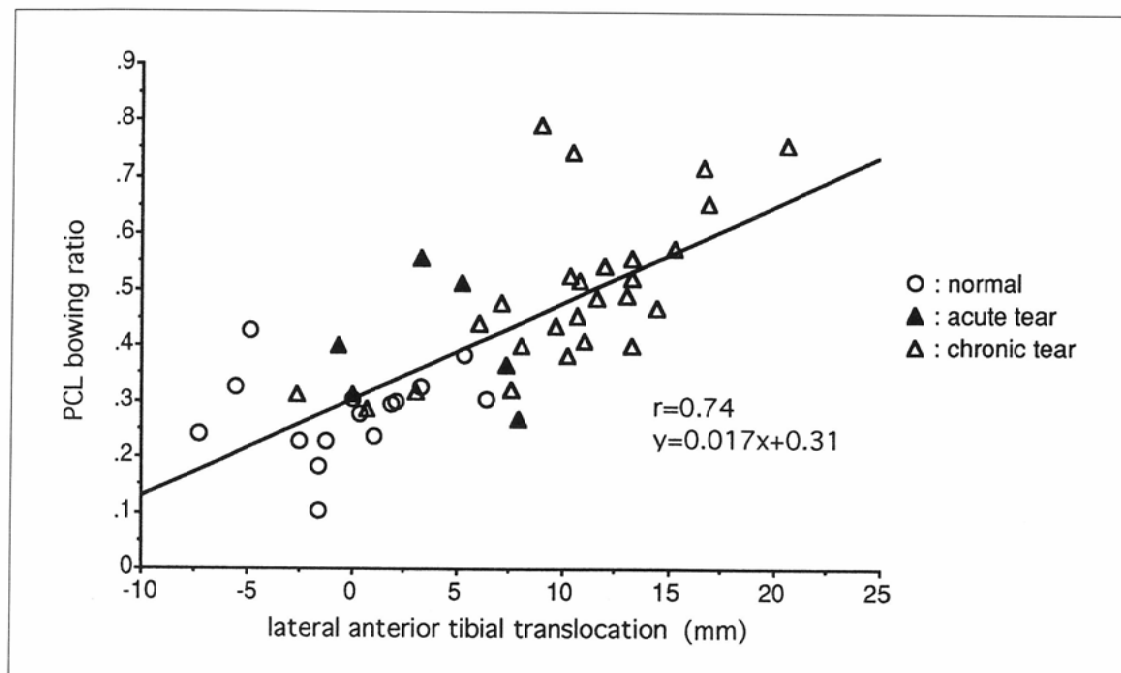


Fig. 5 Correlation between the lateral anterior tibial translocation and the PCL bowing ratio

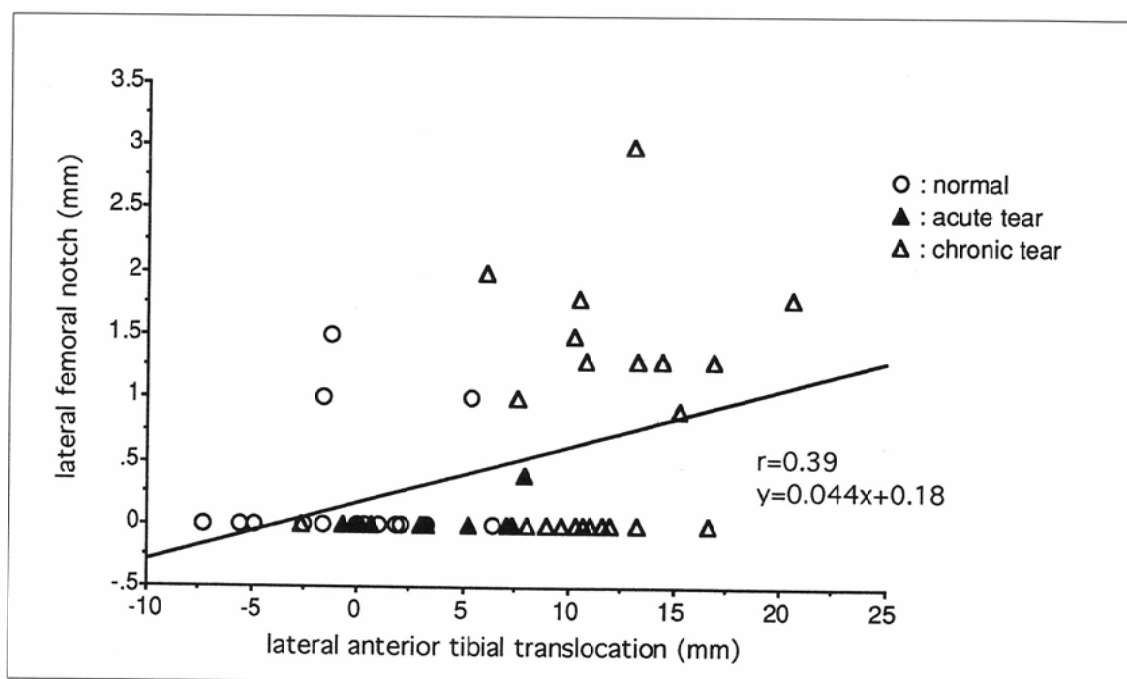


Fig. 6 Correlation between the lateral anterior tibial translocation and the depth of the lateral femoral notch

(Fig. 6) では、外側大腿陥凹の測定値は 0 が多く (全 47 例中 32 例)、相関係数 0.39 と有意な相関関係は得られなかった。

考 察

膝関節 MRI 画像において、大腿骨顆間窩を斜走する前十字靱帯の全長を単一矢状断画像で評価することは時に困難であり、前十字靱帯断裂の MRI 所見とされる不連続な靱帯前縁や靱帯内の異常信号を描出できない場合もある¹⁾。大腿骨外側顆の partial imaging や靱帯損傷後の滑膜の増生、靱帯組織の癒着化など、診断をさらに困難にし

ている要因も多い^{2),5)}。MR 画像上で前十字靱帯自体の形態診断に疑いの持たれる場合に補助的な二次的所見が加味されるならば、前十字靱帯断裂に対する MRI の診断能の向上に大いに寄与することが期待される。

脛骨前方転位は臨床における徒手検査である前方引出しテスト、Lachman テストなどのストレステストに反映される前十字靱帯損傷の理学的所見の一つである。MRI による脛骨前方転位測定が前十字靱帯断裂の二次的所見になり得る可能性は当初より示唆されていたが、その定量的評価はようやく 1993 年になって Vahley らにより報告されている³⁾。彼らの提唱したカットオフ値 (外側脛骨前方転位距離 5mm) と、それによる診断成績 (sensitivity 58 %,

specificity 93 %, accuracy 63 %), および正常上限値 7mm についてはほぼ一致した結論を得た。また同様に外側脛骨前方転位は内側のそれに比べて高い正診率を示した。内側脛骨前方転位は外側脛骨前方転位と高い相関を示したため、診断所見として両者の一方を用いる場合には、外側脛骨前方転位距離の測定を採用すれば有効であると言える。

後十字靱帯屈曲率については従来は観察者の定性的判断に基づいて行われてきた^{1),2)}。前十字靱帯断裂に対する後十字靱帯屈曲の出現は高い頻度ではなく、有効な診断所見とはなり難いとの報告もある³⁾。本研究では後十字靱帯屈曲率は外側脛骨前方転位と同様に高い正診率を示し、前十字靱帯断裂の二次的所見となり得る可能性を示した。特に外側脛骨前方転位との両者のカットオフ値 (5.0mm, 0.35) を用いた振り分けでは 75 % の正診率を示し、この外側脛骨前方転位と後十字靱帯屈曲率の二者を用いる判定が、二次的所見による前十字靱帯断裂診断の最も有効で簡便な方法であると言える。

外側大腿陥凹は Cobby らにより提唱されたもう一つの二次的所見であるが⁴⁾、正常上限値 1.5mm については同様な結果を得た。しかし本研究では測定値 0 が過半数を占め、正診率は 4 つの所見のうちで最低を示した。これは浅い陥凹部ではトレースや接線設定など測定上の誤差による過小評価の影響が大きいと考えられる。したがって 1.5mm 以下の外側大腿陥凹については、単独での有効な二次的所見であるとは言い難い。ただし、急性前十字靱帯損傷では外傷の機械的外力による subchondral bone contusion である bone bruise が外側大腿陥凹周辺に見られることがあり⁵⁾、この場合は診断の一助となり得る。

急性断裂例は正常例に比較して陳旧性断裂例と正常例の比較で認められたような有意差は示さず、また陳旧性断裂例と急性断裂例の 2 群間にも顕著な差は見られなかった。受傷後の関節液貯留、関節包外の浮腫や筋性防御など、膝関節動揺性を制限するいくつかの要因が考えられる。しかし本研究での急性断裂の症例数は 6 例と少数であり、今後症例数を重ねた検討が必要であろう。

脛骨前方転位や後十字靱帯屈曲は、共に前十字靱帯断裂による膝関節動揺性亢進に起因すると考えられており、この両者に強い相関関係が示されたことは理解される。本研究では被検膝に無理な外力が加わらないようにポジショニングに注意を払った。また多くの前十字靱帯断裂例で脛骨前方転位や後十字靱帯屈曲率に有意な高値が見られ、その各々の相関も認められた。したがって前十字靱帯断裂、少なくとも陳旧性断裂の診断において、脛骨前方転位と後十字靱帯屈曲は有用な二次的所見であると言える。

ま と め

1. MRI による前十字靱帯断裂の二次的所見について、外側脛骨前方転位、内側脛骨前方転位、後十字靱帯屈曲率および外側大腿陥凹の 4 者についてその診断能とおのの相関関係を検討した。

2. 前十字靱帯断裂例は正常例に比較して、外側、内側脛骨前方転位および後十字靱帯屈曲率の各測定値は有意に高値を示した。外側大腿陥凹の深さには有意差は見られなかった。

3. 外側脛骨前方転位と内側脛骨前方転位、および外側脛骨前方転位と後十字靱帯屈曲率はいずれも強い相関関係を示した。

4. カットオフ値を外側脛骨前方転位 5.0mm、後十字靱帯屈曲率 0.35 と設定した場合に、おのの単独でも高い正診率を示し、また両者による振り分けは二次的所見による前十字靱帯断裂診断の最も有効な方法であった。

5. 正常上限値は、外側脛骨前方転位 6.4mm、内側脛骨前方転位 3.5mm、後十字靱帯屈曲率 0.43 および外側大腿陥凹の深さ 1.5mm であった。

稿を終えるにあたり、症例をご紹介下さいました筑波大学臨床医学系整形外科福林徹先生、池田耕太郎先生に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Lee JK, Yao L, Phelps CT, et al: Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. *Radiology* 166: 861-864, 1988
- 2) Mink JH, Levy T, Cruess JV: Tears of the anterior cruciate ligament and menisci of the knee: MR imaging evaluation. *Radiology* 167: 769-774, 1988
- 3) Vahey TN, Hunt JE, Shelbourne KD: Anterior translocation of the tibia at MR imaging: A secondary sign of anterior cruciate ligament tear. *Radiology* 187: 817-819, 1993
- 4) Cobby MJ, Schweitzer ME, Resnick D: The deep lateral femoral notch: An indirect sign of a torn anterior cruciate ligament. *Radiology* 184: 855-858, 1992
- 5) Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, Shelbourne KD: Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament: Differential features at MR imaging. *Radiology* 181: 251-253, 1991
- 6) Murphy BJ, Smith RL, Uribe JW, et al: Bone signal abnormalities in the postero lateral tibia and lateral femoral condyle in complete tears of the anterior cruciate ligament: A specific sign? *Radiology* 182: 221-224, 1992