



Title	後十字靭帯損傷のMRI所見
Author(s)	高橋, 信幸; 新津, 守; 板井, 悠二 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2001, 61(8), p. 421-426
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17975
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

後十字靭帯損傷のMRI所見

高橋 信幸^{1, 2)} 新津 守³⁾ 板井 悠二³⁾ 佐藤 始広⁴⁾
鯨岡 結賀⁵⁾ 池田 耕太郎⁶⁾ 金森 章浩⁷⁾

1)筑波大学附属病院放射線科 2)筑波大学大学院人間総合科学研究科先端応用医学専攻応用放射線医学分野
3)筑波大学臨床医学系放射線医学 4)筑波学園病院放射線科 5)筑波記念病院放射線科
6)筑波大学臨床医学系整形外科 7)筑波記念病院整形外科

MR Imaging of Posterior Cruciate Ligament Injuries

Nobuyuki Takahashi^{1, 2)}, Mamoru Niitsu³⁾,
Yuji Itai³⁾, Motohiro Sato⁴⁾, Yuka Kujiraoka⁵⁾,
Kotaro Ikeda⁶⁾, and Akihiro Kanamori⁷⁾

Posterior cruciate ligament (PCL) injuries are less frequent than anterior cruciate ligament (ACL) injuries, but are presumably more common than once thought. Thirty-nine patients with PCL injuries identified on MR images were studied. The criteria for PCL injury were complete tear, partial tear, and avulsion fracture. The approximate site of a partial tear was categorized as proximal, midsubstance, distal, or combination. Fourteen patients (35.9%) had complete tears of the PCL, 21 patients (53.8%) had partial tears, and four patients (10.3%) had avulsion fractures. A total of 12 patients (30.7%) had isolated PCL injuries, while the remaining 27 patients demonstrated evidence of other coexistent knee injuries, such as meniscal tears and ligamentous injuries. Of coexistent knee injuries, meniscal tears (18 patients, 46.2%) were most often seen.

Research Code No.: 505.9

Key words: Posterior cruciate ligament, MR imaging,
Partial tear

Received Jan. 25, 2001; revision accepted May 29, 2001

- 1) Department of Radiology, University of Tsukuba Hospital
- 2) Radiodiagnosis, Doctoral program in Advanced Biomedical Applications, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
- 3) Department of Radiology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba
- 4) Department of Radiology, Tsukuba Gakuen Hospital
- 5) Department of Radiology, Tsukuba Kinen Hospital
- 6) Department of Orthopaedic Surgery, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba
- 7) Department of Orthopaedic Surgery, Tsukuba Kinen Hospital

別刷請求先

〒305-8575 つくば市天王台1-1-1
筑波大学大学院人間総合科学研究科先端応用医学専攻応用放射線医学分野
高橋 信幸

はじめに

後十字靭帯(以下、PCL)損傷は一般に前十字靭帯(以下、ACL)損傷に比べ頻度は少ないとされるが、膝外傷の3~37%を占めるとされ、症例数は決して少なくない^{1, 2)}。多くは交通事故やスポーツ外傷に伴って生じる。保存的治療を選択される場合がしばしばあり、関節鏡による確定診断には至らない例も多い。そのような場合では関節鏡にて靭帯を直接観察することなしに、整形外科の臨床所見または画像診断にて靭帯損傷を診断し、また治療効果を評価せざるを得ない場合がある³⁾。今回われわれはPCL損傷のMRI所見を検討し、靭帯線維の連続性と信号変化について考察を行った。

対象と方法

1995年1月から2001年4月にかけて膝内障の診断によりMRIを施行した全741症例のなかで、MR画像上PCL損傷と診断した症例のうち、受傷日時が明確であり、かつ後方押しこみテスト・後方Lachmanテスト・saggingテストのいずれかが評価されている39膝を対象とした。その内訳は男性28人(13~57歳、平均26.3歳)、女性11人(16~81歳、平均47.0歳)であり、全体の平均年齢は32.1歳であった。関節鏡検査は男性8例、女性2例の計10人に施行され、残る29例には未施行である。受傷からMRI撮像までの日数は、受傷後1~291日であり、平均50.2日であった。

MRI装置は1.5T装置(Gyroscan ACS-NT, Philips Medical Systems)、1.0T装置(SIGNA Horizon, GE Medical Systems)の2種を用い、四肢専用コイルを使用した。撮像パラメータをTable 1A, Bに示す。

MRI所見についてTable 1A, Bに示した4種類の画像を総合的に評価し、症例ごとにPCL線維の連続性およびその形状に着目した。判定は2名の放射線科医の合意で行い、以下のように3群に分類した。

- (1)群：靭帯線維が完全に途絶する完全断裂群
- (2)群：靭帯内部に高信号を認めるが靭帯線維の連続性は保たれている群

(3)群：剥離骨折を伴う群

(2)群に関しては靭帯線維内部の高信号の位置について以下のように細分類を行った。

- a. 高信号が大腿骨側1/3に存在するもの
- b. 中間部に存在するもの
- c. 脛骨側1/3に存在するもの
- d. 全体にわたりびまん性に存在するもの

a～cについては、Soninら^{4), 5)}が報告しているように大腿骨～脛骨間を3等分して評価を行った。dについては大腿骨～脛骨間が全体にわたって高信号を呈する症例を対象とした。

さらに詳細な解剖学的検討を行うために、右下肢に損傷のない老齢女性の、ホルマリン固定後の死体膝1膝を用いてMR画像と実体解剖の対比を行った。

結果

39膝について、PCLの損傷形式と理学的所見との関係をTable 2に示す。完全断裂群が14例、靭帯内部に高信号を認めるが靭帯線維の連続性は保たれている群が21例、剥離骨折を伴う群が4例であった。

靭帯線維が完全に途絶する完全断裂群は14例認められた(Fig. 1)。

靭帯内部に高信号を認めるが靭帯線維の連続性は保たれている群は21例認められた。同群に関する細分類では、高信号が大腿骨側に存在する群が3例(Fig. 2A)、中間部に存在する群が5例、脛骨側に存在する群が1例(Fig. 2B)、大腿骨側から脛骨側までびまん性に高信号を示す群が12例であった(Fig. 2C)。

剥離骨折を伴う群は4例であった(Fig. 3A, B)。同群はいずれの症例においてもMR画像上はPCL線維の連続性は保たれていた。

Table 1 Scanning protocols

A : The 1.5-Tesla unit (Gyroscan ACS-NT, Philips Medical Systems)

	TR/TE/excitation	flip angle	FOV	matrix	slice thickness / gap
Sagittal PDWI (FSE)	1300～1350/17～20/3	—	150mm	512×256	3.0/0.3mm
Sagittal T2WI (GRE)	400～500/14/2	30°	150mm	512×256	3.0/0.3mm
Coronal T2WI (GRE)	400～500/14/2	30°	150mm	512×256	3.0/0.3mm
Axial T2WI (FSE)	3400～3450/90/4	—	150mm	512×256	3.0/0.3mm

B : The 1.0-Tesla unit (SIGNA Horizon, GE Medical Systems)

	TR/TE/excitation	flip angle	FOV	matrix	slice thickness / gap
Sagittal PDWI (FSE)	2200/14/3	—	150mm	512×256	3.5/0.5mm
Sagittal T2WI (GRE)	380～540/14/2	30°	150mm	512×256	3.5/0.5mm
Coronal T2WI (GRE)	380～540/14/2	30°	150mm	512×256	3.5/0.5mm
Axial T2WI (FSE)	3800/95/2	—	150mm	256×256	3.5/0.5mm

Table 2 Relation between PCL injury on the basis of MR image and posterior knee laxity in 39 clinical cases

posterior knee laxity	MR imaging finding	Complete tear	Partial tear				Avulsion fracture	
			(location of the tear)					
			Femoral	mid portion	tibia	diffuse		
+	14	3	-	-	9	3		
-	-	-	5	1	3	1		
Total	14	3	5	1	12	4		

MR画像上は断裂が疑われるにもかかわらず、理学的には所見が認められない症例は10例存在した。MR画像で完全断裂を示す症例は全例理学的所見が陽性であった。

関節鏡検査が施行された10例について、MR画像と関節鏡によるPCLの損傷形式、受傷からMRI検査までの期間、MRI検査から関節鏡検査までの期間、保存的治療がなされた期間、理学的所見の関係をTable 3に示す。MR画像で完全断裂と考えられた7例のうち3例が不全断裂と判明し、

また中間部不全断裂と考えられた2症例には断裂が認められなかった。

PCLの損傷形式と合併損傷との関係をTable 4に示す。PCL単独損傷は12例、合併損傷を伴うものは27例であった。合併損傷に関し、最も多かったのは半月板損傷で18例に認めた。前十字靱帯損傷は10例、内側側副靱帯損傷は11例に認めた。さらに、外側側副靱帯を含む膝関節後方外側要素の損傷は3例に認め、うち1例に手術を施行し、これを確認した。

死体膝の検討では、MR画像上、加えて肉眼上でも、後述するPCLの主要な2本のcomponentは分離評価することは困難であった(Fig. 4A, B)。

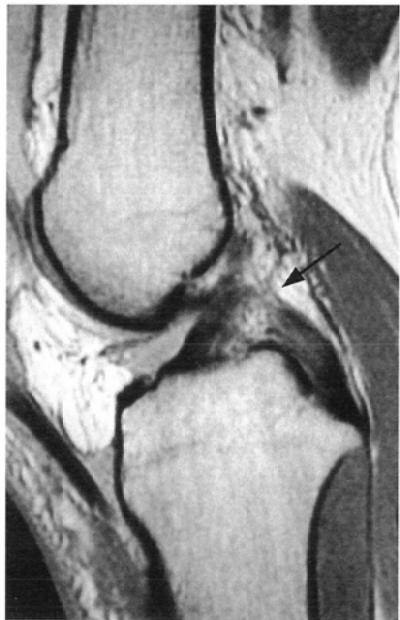


Fig. 1 Complete PCL tear in a 33-year-old female patient. Sagittal (TR/TE 1350/20, FOV 15×12cm, 512×256 matrix, slice thickness 3.5mm) MR image demonstrates complete disruption of the mid-portion of the PCL (arrow).

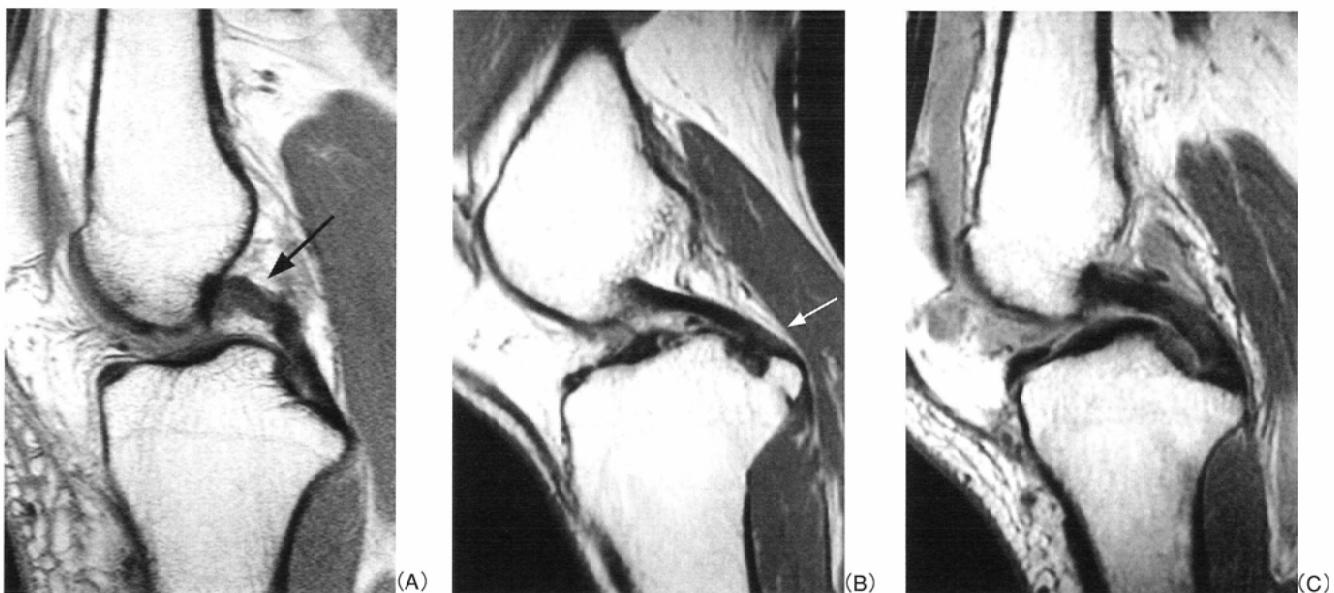


Fig. 2 A: Partial PCL tear in a 49-year-old female patient. Sagittal MR image indicates ligamentous swelling in the proximal third of the PCL, with intrasubstance high intensity (arrow).

B: Partial PCL tear in a 31-year-old female patient. Sagittal MR image demonstrates faint high intensity in the distal third of the ligament (arrow).

C: Partial PCL tear in a 58-year-old female patient. Whole length of the PCL demonstrates diffuse thickening with increased signal intensity. No ligamentous disruption is noted.



Fig. 3 Bone avulsive injury in a 67-year-old female patient.
A: Sagittal MR image demonstrates an avulsion fracture at the site of tibial insertion. PCL shows a wavy appearance (arrow).
B: Radiograph shows the avulsed bone fragment (arrow).

Table 3 Details and clinical findings in 10 patients with PCL injury evaluated by arthroscopy

case	age	sex	MRI diagnosis	Arthroscopic findings	Associated findings	posterior knee laxity	Interval from injury to MRI (day)	Interval from MRI to arthroscopy (day)	Period of conservative treatment (day)
1	29	M	Partial tear (mid portion)	Intact	ACL, MCL, LM	-	1	7	-
2	22	M	Partial tear (femoral side)	Partial tear (femoral side)	ACL, MCL	+	2	31	26
3	55	F	Complete tear	Partial tear	MCL, MM, LM	+	82	90	70
4	17	M	Complete tear	Partial tear	MCL, MM	+	110	21	123
5	57	M	Complete tear	Partial tear	ACL, MCL, MM	+	66	2	53
6	16	F	Complete tear	Complete tear	ACL, MCL, LCL, LM	+	4	3	-
7	19	M	Complete tear	Complete tear	ACL, MCL, MM, LM	+	12	36	37
8	46	M	Partial tear (mid portion)	Intact	ACL	-	114	1	unknown
9	18	M	Complete tear	Complete tear	ACL, MM	+	3	31	unknown
10	28	M	Complete tear	Complete tear	MM	+	7	10	-

ACL: anterior cruciate ligamentous injury MCL: medial collateral ligamentous injury LCL: lateral collateral ligamentous injury
MM: medial meniscal tear LM: lateral meniscal tear

Table 4 Associated findings in 39 patients with PCL injury

Associated finding	MR imaging finding	Complete tear	Partial tear (location of the tear)				Avulsion fracture
			Femoral	mid portion	tibia	diffuse	
Isolated injury		3	1	1	-	6	1
Combined injury (ligamentous injury or meniscal tear)	ACL	1	-	1	-	-	1
	MCL	1	-	-	-	2	-
	LCL	-	1	-	-	-	-
	Meniscal tear	3	-	1	1	3	2
	ACL, MCL	-	1	-	-	-	-
	ACL, LCL	-	-	-	-	1	-
	ACL, meniscal tear	1	-	-	-	-	-
	MCL, meniscal tear	2	-	1	-	-	-
	ACL, MCL, meniscal tear	2	-	1	-	-	-
	ACL, MCL, LCL, meniscal tear	1	-	-	-	-	-
Total		14	3	5	1	12	4

ACL: anterior cruciate ligamentous injury MCL: medial collateral ligamentous injury LCL: lateral collateral ligamentous injury

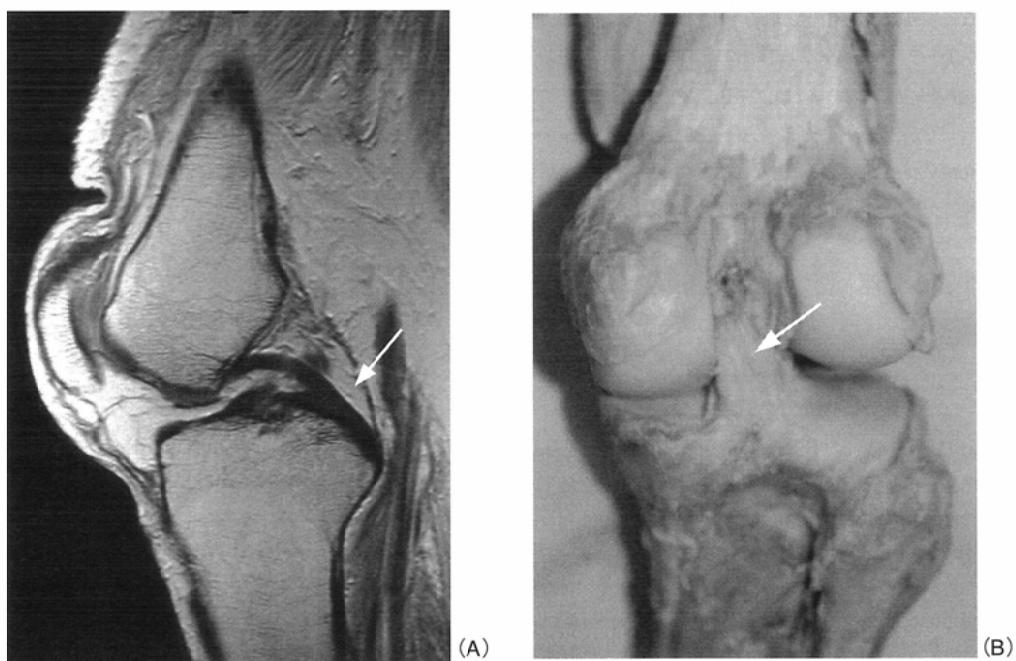


Fig. 4 Sagittal MR image (A) and gross anatomy (B) of a cadaver knee.
A: Solid thick cord with low signal intensity of the PCL is demonstrated (arrow).
B: The fibers of the PCL are not clearly separable (arrow).

考 察

PCL損傷において靭帶線維の連続性が保たれている例は不全断裂群21例と剥離骨折群4例で全体の64.1%を占めた。ACLに比べ完全断裂が少ない理由として、PCLは太く強固であることが挙げられる(Fig. 4A, B)。

Kennedyら⁶⁾は、PCLはACLに比し2倍の強度を有すると報告している。またPCLは強大な屈筋群であるhamstringsに周囲を囲まれていることも理由の一つとされる。さらにPCLの機能解剖に起因するところが大きいと考えられる。Coveyら⁷⁾によれば、PCLはanterior, central, posterior longitudinal, posterior oblique fiberより成るとされ、個々のfiberの作用は相異なる。しかしPCLの機能解剖は大きく分けて、強大で膝屈曲とともに緊張が高まっていくanterolateral componentと、相対的に細く膝伸展にて緊張するposterioromedial componentの2種の線維束から成るとされる⁸⁾。これを受けて、PCL再建法として従来のsingle-bundle reconstructionに加えて、anterolateral, posteromedial componentの双方の再建を目的としたdouble-bundle reconstructionも臨床的に施行されている⁹⁾。

PCL単独損傷の原因として最も多い機序は過屈曲であり、これは屈曲位にて緊張するanterolateral componentに損傷を来すことにより生じる。この際posterioromedial componentは一般に損傷を逃れていることが多い。この二つのcomponentをMR画像上分離しにくいPCLでは、結果として靭帶線維の連続性を保つつつ、大腿骨側～脛骨側にわたる、びまん性の高信号を呈することが多いと考えられる(Fig. 2C)。

一方、膝伸展位にて脛骨に前方からの力が加わればposterioromedial componentのみの損傷が起こり得るが、一般にこのような場合、剥離骨折を伴うPCL損傷が起きやすいとされる^{4, 5)}(Fig. 3A, B)。

半月板などの合併損傷を伴わないPCL単独損傷では不全断

裂・完全断裂いずれの場合においても原則として保存的治療が選択されるため、損傷部位が問題となることは少ない⁷⁾。ただしHarnerら¹⁰⁾はPCLが大腿骨付着部周囲で損傷を受けた場合(いわゆるpeel-off injury)では外科的治療により良好な回復が望めると報告しており、例外的に手術療法が選択されるとしている。このようなpeel-off injuryを指摘する意味でも、損傷部位を評価することは治療方針に対し有効であると考えられる。今回の検討ではpeel-off injuryは認められなかった。

関節鏡を施行した10例のうち、MR画像で完全断裂と判断したcase3, 4, 5は関節鏡検査で不全断裂であることを確認した(Table 3)。MRI検査から関節鏡検査までの期間はそれぞれ90, 21, 2日であり、保存的治療の期間はおのおの70, 123, 53日であった。Akisueら³⁾によれば急性期PCL断裂は、保存的治療によりend pointが明瞭になり、かつMR画像上も靭帶線維の連続性が認められるようになる症例が多いことが報告されており、MR画像評価から関節鏡検査までの期間が比較的長いcase3, 4に関しては、この間に完全断裂から不全断裂への治癒が進行した可能性がある。

PCL損傷が最もよく描出されるのは矢状断であったが、これのみではmagic angle effectによる健常靭帯の高信号や部分容積効果による偽陽性が問題となりうる¹¹⁾。PCLは近位側に対して凸に弧状走行を示すので、上記のpeel-off injuryなど大腿骨付着部周囲の損傷に関しては冠状断を、脛骨付着部周囲に関しては横断像を参照する必要があると考えられる。

結 語

膝後十字靭帯損傷の画像所見について検討した。後十字靭帯の損傷形式は、MR画像上、靭帶線維の連続性を保つつつ高信号を示す場合が多い。合併損傷の有無と靭帯損傷部位が治療方針を左右することがあるため、これらについて評価することが重要である。

文 献

- 1) Miyasaka KC and Daniel DM: The incidence of knee ligament injuries in the general population. Am J Knee Surg 4: 3-8, 1991
- 2) Fanelli GC: Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients. Arthroscopy 9: 291-294, 1993
- 3) Akisue T, Kurosawa M, Yoshioka S, et al: Evaluation of healing of the injured posterior cruciate ligament: Analysis of instability and magnetic resonance imaging. Arthroscopy 17: 264-269, 2001
- 4) Sonin AH, Fitzgerald SW, Friedman H, et al: Posterior cruciate ligament injury, MR imaging diagnosis and patterns of injury. Radiology 190: 455-458, 1994
- 5) Sonin AH, Fitzgerald SW, Frederick LH, et al: MR imaging of the posterior cruciate ligament: normal, abnormal, and associated injury patterns. Radiographics 15: 551-561, 1995
- 6) Kennedy JC, Hawkins RJ, Willis RB, et al: Tension studies of human knee ligaments. Yield point, ultimate failure, and disruption of the cruciate and tibial collateral ligaments. J Bone Joint Surg 58 A: 350-355, 1976
- 7) Covey DC and Sapega AA: Injuries of the posterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg Am 75A: 1376-1386, 1993
- 8) Van Dommelen BA and Fowler PJ: Anatomy of posterior cruciate ligament. Am J Sports Med 17: 24-29, 1989
- 9) Petrie RS and Harner CD: Double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction technique: University of Pittsburgh approach. Operative techniques in sports medicine (Philadelphia) 7 (3): 118-126, 1999
- 10) Harner CD and Höner J: Evaluation and treatment of posterior cruciate ligament injuries. Am J Sports Med 26: 471-482, 1998
- 11) Oleaga L and Kressel H: High signal intensity in the posterior cruciate ligament on sagittal gradient-echo images: Normal variant. Radiology 177: 295, 1990