

MR 画像に基づくヒト膝 posterolateral structures の解剖学的解析

宮本秀幸 三浦真弘 小濱 徹* 富田和義* 小野次郎*
井野邊純一* 紀 瑞成 下田 浩 加藤征治

大分大学医学部生体分子構造機能制御講座(解剖学1) *畏敬会井野辺病院

緒 言

近年、靭帯損傷の有無を磁気共鳴画像診断法(magnetic resonance imaging: MRI)装置を用いて正確に診断する必要性が高まってきている^{1,2)}。膝 posterolateral structures: PLS は、膝関節の回旋安定性に重要な構造体であるが、膝窩深層に埋没する複合靭帯系³⁾であり、しかも解剖学的変化が生じ易い構造⁴⁾であることから、MR 画像に基づいて PLS 構成靭帯の特徴を詳細に検討した報告は見当らない。本研究では、PLS 靭帯系の肉眼解剖学的な検索結果と、種々の撮像条件から得られた MR 画像データを厳密に対比させることで、PLS 靭帯系の MR での描出能、また、その解剖学的解析精度について最適撮像条件を含めて検討した。

材料と方法

肉眼的検索は器質的变化が認められない成人解剖体10体20膝を用いた。MR 検索には、成人男女ボランティア10人10膝を用い、以下の条件で撮像を行なった。撮像範囲は大腿骨外顆から腓骨頭隆部までとし、撮像方向は矢状・冠状および体軸横断面とした。撮像シーケンスは、1) プロトン密度強調画像(PDWI, TR=1800, TE=17), 2) T2*強調画像(T2*WI, TR=500, TE=15), 3) 脂肪抑制法 T2*WI とした。スライス厚は 1.0 mm~2.5 mm とした。PDWI については T1WI と一般的 PDWI の中間的条件とした。MR 装置は MRT2000/P2 EXCELART 1.5T (東芝)を用いた。

結 果

1. 肉眼解剖学的検索(PLS 靭帯系の形態学的特徴)

1) 外側側副靭帯(LCL): 全例索状構造を呈し、近位部は通常二分して腓骨頭に付着した。

2) ファベラ-腓骨靭帯(FFL): 発達状況はファベラ(F)の出現形態と密接に関係した。本研究ではFの存否に関係なく同部位を走行する靭帯様構造を

FFL と呼称した。

3) 弓状膝窩靭帯(APL): 全例で安定して出現し FFL 深層に位置した。近位は膝後方関節包・斜膝窩靭帯から分束して起こり、膝窩筋(PM)浅層と一部癒合しながら腓骨頭尖に付着した。APL 内側線維束は特に斜膝窩靭帯と癒合した。APL と膝窩筋腱(PT)間には外側下膝動静脈(ILG)が常に走行した。

4) 膝窩腓骨靭帯(PFL): PT 下縁に付着し、腓骨頭尖深層部に付着した。膝伸展位では同靭帯は PT 下縁に密着・短縮する形態を呈した。

5) 斜膝窩靭帯(OPL): 半膜様筋停止腱の一部から膝外側に扇状に放散した。下部線維は APL と癒合した。

2. MR 検索(PLS 靭帯系の描出能)

PLS 構成靭帯系はすべての撮像シーケンスにおいて低信号で描出された。LCL は全例で、また、PLS 内側成分は、Table 1 で示す撮像条件内で各靭帯の描出・同定が可能であった。

1) 撮像シーケンスによる MR 描出能: 冠状断面における FFL と周囲筋とのコントラストを比較(Fig. 1)すると、T2*WI (Fig. 1b), 脂肪抑制法 T2*WI (Fig. 1c), PDWI (Fig. 1a) の順に高い傾向を示した。また FFL 描出状況の比較では、T2*WI (1 mm), 脂肪抑制法 T2*WI (1 mm), PDWI (1.8 mm), T2*WI (2.5 mm) の順に画像の連続性ならびに描出能が高かった。

2) 撮像方向による描出能: APL, FFL, PFL および LCL については冠状断面が最も靭帯全体の描出に優れていた。OPL については矢状・体軸断面像が全体像を優位に、また、PT は冠状・矢状断面上で近接靭帯との付着状況が明確に区別された。

考 察

PLS 靭帯系は、構成線維の走行に規則性を有する密性結合組織であるため、同靭帯系は一般に低信号を呈した。したがって、PLS 描出には水・脂肪を含む

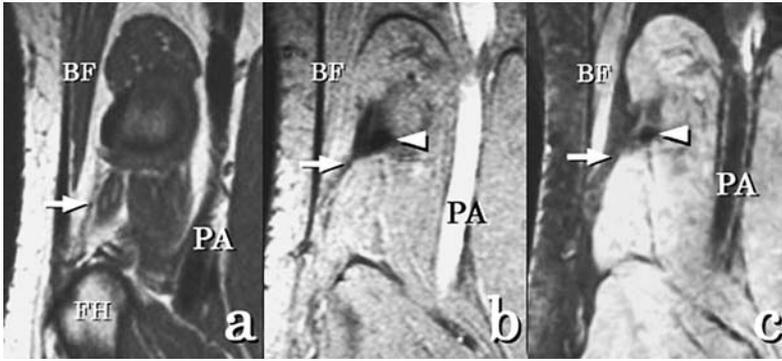


Fig. 1 Coronal MR images of a 24-year-old woman. (a) proton density-weighted image (TR/TE 1800/17 FA 90/160 slice-thickness 1.8 mm), (b) T2*-weighted image (TR/TE 500/15 FA 30 slice-thickness 2.5 mm), (c) Fat suppressed T2*-weighted image (TR/TE 58/7 FA: 45 slice-thickness 1 mm). arrow: fabellofibular ligaments, arrowhead: fabella, FH: fibular head, PA: popliteal artery, BF: biceps femoris m

Table 1 The MR demonstrating estimation of the ligamentous structures in the posterolateral corner

	PDWI 1.8-2.5mm (0.4-0.5mm)	T2*WI 1-2.5mm (gapless-0.5mm)	Fat suppressed T2*WI 1mm (gapless)
popliteal tendon	++	++	+
Coronal = Sagittal > Transaxial			
arcuate popliteal ligament	+	++	+
Coronal > Sagittal > Transaxial			
fabellofibular ligament	+	++	++
Coronal > Sagittal (- Transaxial)			
popliteofibular ligament	±	+	+
Coronal > Sagittal (> Transaxial)			
oblique popliteal ligament	++	++	+
Sagittal = Transaxial > Coronal			
lateral collateral ligament	++	++	++
Coronal > Sagittal (- Transaxial)			

++: clearly identified, +: slightly identified, ±: equivocally identified

組織が高信号，また同時に血管が高信号で区別できる T2*WI が最適の撮像条件と考えられた。ただし，脂肪が豊富な被検者では脂肪抑制 T2*WI との併用が必要となり，一方，PDWI だけの撮像では関節半月や関節軟骨の描出には適しているものの，同シーケンス単独で PLS 同定は困難と考えられた。

本研究では，シーケンスの違いによる画像間のギャップにより同一構造であっても同定が困難な場合が生じやすかったので，PLS を正確に画像化するには，可能な限りスライスを薄く，しかもギャップを最小限に抑えた撮像条件がまず必要であると考えられた。また，PLS の解剖学的解析は，T2*WI，脂肪抑制法 T2

*WI および PDWI の組合せが必要不可欠な撮像条件と考えられた。

文献

- 1) 遠藤英穂，新津 守，和田光功ほか：MRI による膝関節後方外側要素の検討。日本医放会誌 59: 750-753, 1999
- 2) Kim YC, Chung IH, Yoo WK et al.: Anatomy and magnetic resonance imaging of the posterolateral structures of the knee. Clin Anat 10: 397-404, 1997
- 3) 三浦真弘，宮本秀幸，紀 瑞成，加藤征治：膝窩筋を中心としたヒト posterolateral structures の臨床解剖学的検討。臨床解剖研究会記録 4: 10-11, 2003
- 4) Watanabe Y, Moriya H, Takahashi T et al.: Functional anatomy of posterolateral structures of the knee. Arthroscopy 9: 57-62, 1993

An anatomical study of the posterolateral structures in the human knee based on normal MR imaging

Hideyuki MIYAMOTO, Masahiro MIURA, Tooru KOHAMA*, Kazuyoshi TOMITA*, Jiro ONO*, Junichi INOBE*, Rui-Cheng JI, Hiroshi SHIMODA, Seiji KATO

Department of Anatomy, Biology and Medicine, Faculty of Medicine, Oita University, *Ikeikai Inobe Hospital

Visualization of ligamentous element of the posterolateral structures (PLS) with routine magnetic resonance imaging (MRI) is difficult because of the small size and their variability in the structures. The purpose of this study was to investigate the accurate structures and MRI appearance of the PLS of the human knee based on anatomical findings from minute dissection. The anatomical characteristics among the lateral collateral ligament (LCL), arcuate popliteal ligament (APL), fabello-fibular ligament (FFL), popliteo-fibular ligament (PFL) and popliteal tendon (PT) in twenty normal cadaveric knees were elucidated macroscopically before the MR demonstration by MRI technique. MR imaging was also performed in ten adult volunteer knees, the ligamentous structure of the PLS was demonstrated with MR imaging sequences used in the sagittal, coronal and axial planes. The ligamentous component was approximately found to be a homogeneous structure in a striking correspondence between anatomical and MRI findings. Meanwhile, the following sequences were better for visualization of the PLS: T2*WI, fat suppressed T2*WI and PDWI in thickness from about 1.0 to 2.5 mm. However, it was difficult to clearly identify the same ligamentous structures demonstrated between different sequences because of a shift in the relation to slice gap that occurred in cross-sectional images. Our anatomical findings of the popliteal complex provide useful evidence to confirm MR-demonstrable variability of MR imaging in the posterolateral corner of the knee. MRI findings of T2*WI, fat suppressed T2*WI and PDWI with the minimum gap (gapless condition) may suggest to enable accurate visualization of the clinical important structures of the human PLS.

Key words: human knee joint, posterolateral structures, popliteal muscle, macroscopic anatomy, magnetic resonance imaging