

膝窩筋を中心としたヒト posterolateral structures の臨床解剖学的検討

三浦真弘 宮本秀幸 紀 瑞成 加藤征治

大分大学医学部生体分子構造機能制御講座

緒 言

近年, MRI (magnetic resonance imaging) などの画像診断の急速な進歩に伴い整形外科領域において膝後外側複合体 (posterolateral structures, PLS) の詳細な解剖学的情報が PLS を含む複合靭帯損傷の診断と治療に必要とされてきている^{1,2)}. 本研究ではヒト PLS, 特に膝窩筋 (PM) を中心とした詳細な肉眼解剖学的な検索を行なうことでこれまで不明な点を多く残す PLS の解剖学的特徴の解明を試みた. また得られた剖出結果は, 成人膝の生体 MR 像と対比することで PLS 構成靭帯の描出能についても検討した.

材料と方法

材料には解剖実習用に通常処置された関節性変性を認めない成人遺体から 8 体 16 膝を用いた. また成人 2 体 2 膝を MRI を用いて 3 軸各断面を T2 強調像, プロトン密度強調像をスライス厚 1.0~2.5 mm で各 20~30 スライス撮像した. 膝窩深層に存在する PLS 構成靭帯系の精査には全過程実体顕微鏡を用いた.

結 果

1. 膝窩筋 (PM) の形態学的特徴 (Fig. 1)

検索全例とも附着形態の発達状況には差が見られたものの近位附着部は共通して 6 分した. ①強靭な PM 主腱は大腿骨外側顆に附着. ② PM 最表層線維は弓状膝窩靭帯 (APL) の内側線維束に合一. ③ PM 後面深層線維束は外側半月後角に附着 (半月膝窩線維束, PMF). ④膝窩トンネル構成線維の一部は関節包前方に発達した横走線維束を介して膝蓋骨側面に附着. ⑤ PM 下縁線維は後方外側関節包に附着. ⑥ PM 下縁表層線維束は膝窩腓骨靭帯 (PFL) を介して腓骨頭に附着. 一方遠位附着部は脛骨後面, 表層部は Lanz 被蓋筋膜に附着.

2. PM 以外の PLS 靭帯系の形態学的特徴

1) 斜膝窩靭帯 (OPL): 個体間で安定した扇状靭帯で, 下位線維は広域で弓状膝窩靭帯 (APL) と癒合した.

2) ファベラ-腓骨靭帯 (FFL)・ファベラ-膝窩靭帯 (FPL): 両靭帯の発達状況はファベラの出現形態と密接に関係した. 近位部は数条に分枝して膝関節後外側隅角に位置する複合靭帯線維束に放散・附着し

た. 遠位部は一部 APL と癒合しながら腓骨先端に附着した.

3) APL: 検索全例に安定して出現した. 近位部は FFL と共に膝窩弓を形成するが, 途中内側線維は独立して PM 表層腱性部に癒合した. 他の線維は後外側関節包に多くの小線維に分束したのち上部線維は OPL, また下部線維は後方関節包全域の構成線維に合一した. 遠位部は単一に集束してすべて腓骨頭に附着した.

4) PFL: 個体間で安定した索状の単一靭帯を呈した. ただし発達状況には性差が認められた. PFL は PM 下縁で筋腱移行部と腓骨頭との間を強く結合した (Fig. 1).

5) 外側側副靭帯 (LCL): 近位部は通常二分し, 遠位部は腓骨頭に附着した. 他の PLS 靭帯とは下外側膝動静脈の走行により明確に区分された.

3. PLS 靭帯系の MRI 検索 (Fig. 2)

MRI の 3 軸断面像において, PLS 構成靭帯のうち LCL, PT, APL, FFL, PFL の構造が主に T2 強調像にて同定が可能であった. ただし FFL・FPL は, APL との癒合レベルの横断面像では両靭帯の区別は困難であった.

考 察

一般に PLS の主要構成要素である PM は, 膝関節の回旋運動を含む多軸性運動に関与する特異的な単関節筋と考えられている³⁾. 本検索では PM 主腱は近位附着部が 6 分しており, 特に膝後外側隅角にて上下に MPL と PFL, そして関節包中部横走線維束が 3 方向から主腱を牽引することで PM 主腱の angulation 保持や関節安定機構に肢位の変化に対応して働くことが推測された. また, APL 遠位部は PM 最表層線維と合一することで PMF の滑車機能を助け, 近位附着部は PM 短縮に伴い外側後方関節包を下方に引き寄せて膝屈曲や回旋時の外後方関節包の巻込防止にも機能すると考えられた.

以上のことから, PLS は膝関節の軸性・無軸性運動において多様な動的・静的安定機構に密接に関わり, 特に PLS 各靭帯系がそれぞれ協調し合うことで PM 主腱の運動機能を補佐する重要な複合靭帯系であ

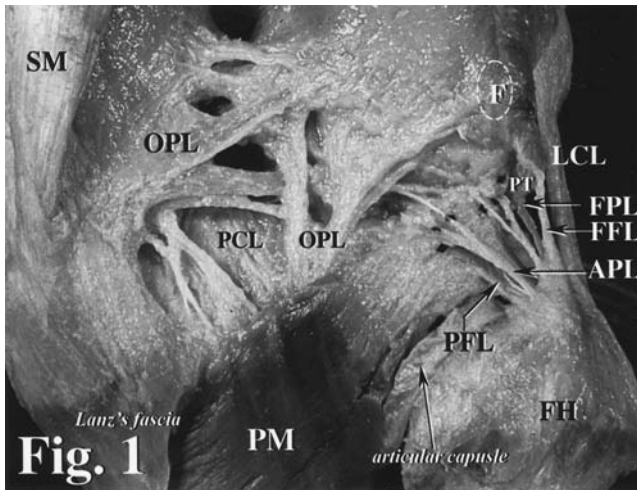


Fig. 1 Photograph of the posterior view of a right knee and the posterolateral structures

APL: arcuate popliteal lig., F: fabella, FFL: fabellofibular lig., FH: fibular head, FPL: fabellopopliteal lig., LCL: lateral collateral lig., OPL: oblique popliteal lig., PCL: posterior cruciate lig., PFL: popliteofibular lig., PM: popliteal m., PT: popliteal tendon, SM: semimembranous m.

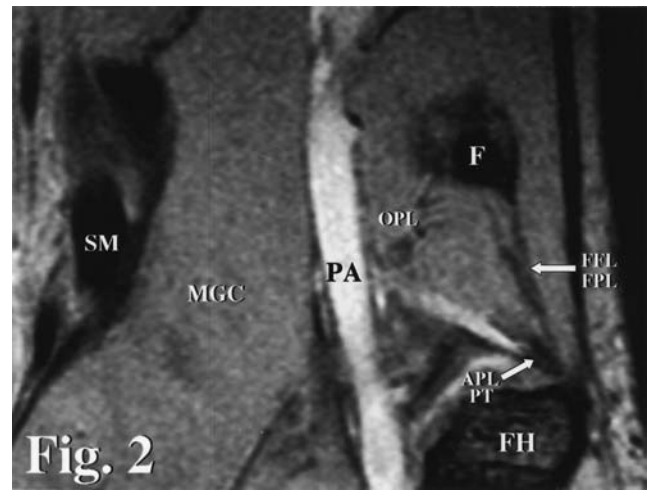


Fig. 2 Coronal MRI image (FE15fc, TR/TE 500/15, slice-thickness 2.5 mm) of a 42-year-old man. The proximal attachments of arcuate popliteal and fabellofibular ligaments are clearly identified (arrows).

MGC: medial gastrocnemius m., PA: popliteal artery

ることが示唆された。他方、近年 PLS を含む膝複合靭帯損傷の MRI 診断の有用性が論議⁴⁾されてきているが、本 MRI では T2 強調像 (Fig. 2)・プロトン密度強調像ともに剖出された正常 PLS と同等の靭帯様構造が生体膝ではほぼ同部位に描出可能であった。従って撮像条件を考慮すれば PLS の MR 画像描出もある程度可能と考えられた。

文献

1) Westrich GH, Hannafin JA, Potter HG: Isolated rupture and

- repair of the popliteus tendon. *Arthroscopy* **11**: 628-632, 1995
 2) 山口 基, 黒坂昌弘, 水野耕作, 吉矢晋一: 後外側構成体損傷. *NEW MOOK 整形外科, 膝の外科*, pp68-73, 金原出版, 東京, 1999
 3) 三浦真弘, 加藤征治, 山口鉄生, 麻生邦一: 後外側構成における膝窩筋の運動学的意義について—解剖学的検索. *九州・山口スポーツ医科学誌* **13**: 10-16, 2001
 4) Ross G, Chapman AW, Newberg AR et al: Magnetic resonance imaging for the evaluation of acute posterolateral complex injury of the knee. *Am J Sports Med* **25**: 444-448, 1997

An anatomical investigation of posterolateral structures in the human knee, with special reference to the popliteal muscle

Masahiro MIURA, Hideyuki MIYAMOTO, Rui-Cheng JI, Seiji KATO
Department of Anatomy, Biology and Medicine, Faculty of Medicine, Oita University

In clinical anatomy (orthopedic surgery), detailed knowledge of the anatomical features of the posterolateral structures (PLS) containing popliteal muscle (PM) is necessary for understanding the rotatory instability of the posterolateral and/or lateral corners of the knee. However, exact and detailed studies of the anatomical features of the human knee have not been fully described. Here we have tried to elucidate the kinematic significance through examining anatomical features of the PLS and PM, respectively. In the present study, we randomly examined 16 human knee specimens from male and female subjects, during the dissection course for medical students in Oita Medical University. Our results showed that the PM has six proximal and distal attachments: 1) the strongest tendinous part attached to the lateral aspect of the femoral condyle, 2) the most superficial layer united with the arcuate popliteal ligaments (APL), 3) the deep fiber of the PM upper margin originated mainly from posterior horn of the lateral meniscus, 4) one part of the PM tunnel connected transverse fibers of the joint capsule, 5) most of the lower fibers from the bursa of the PM were near the lower margin, 6) the middle part of the distal fibers united with popliteofibular ligament (PFL). On the other hand, the distal fibers of PM were observed to divide into two parts (*Lanz's fascia* and the posterior surface of tibia). The APL, as a reinforcement fiber, takes part in formation of the posterior joint capsule in PLS. The PFL maintains suitable angulation of the PM tendon during flexion and extension of knee joint, and subserves static function of PM. In the kinematics, the PM predominantly functions as internal rotator of the tibia, and in external rotator of the femur when the tibia is fixed. The PM also controls lateral meniscus and aids in maintaining the posterior cruciate ligament in a steady tension during flexion and rotation of the knee joint. Our anatomical data showed that PM plays an important role in stabilizing the posterolateral corner of the knee during rotation of the femur and flexion of the knee joint.

Key words: human knee joint, posterolateral structures, popliteal muscle, popliteofibular ligament, functional anatomy