



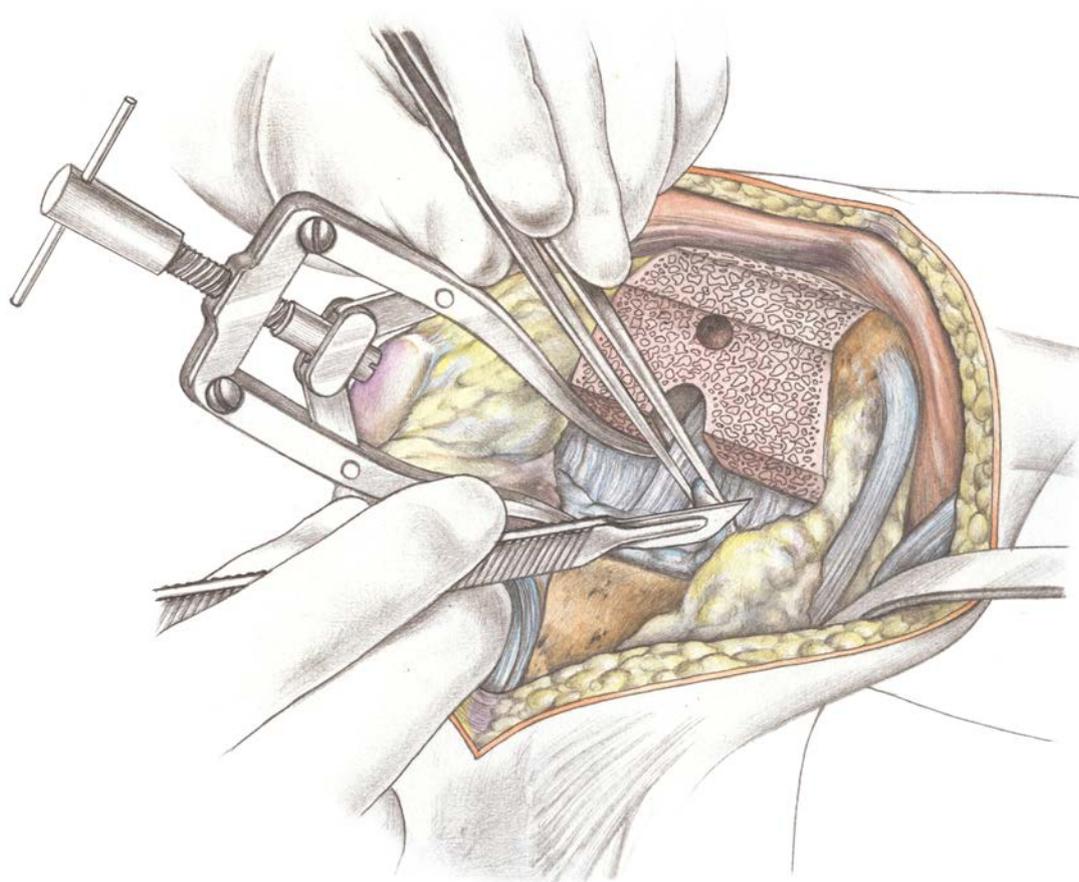
整形外科手術 イラストレイテッド

膝関節の手術

専門編集●黒坂昌弘

総編集●戸山芳昭

編集委員●井樋栄二／黒坂昌弘／高橋和久



中山書店

Illustrated Handbook of Orthopaedic Surgery

刊行にあたって

わが国は世界一の長寿国であるが、この高齢社会においては「健康寿命延伸」がより強く求められている。そのためには癌や心臓病、脳血管障害など生命に直接かわる疾患群への対策とともに、運動器疾患への取り組みが急務である。厚生労働省による国民生活基礎調査からも明らかなように、国民の自覚症状の上位を腰痛や肩こり、関節痛などの運動器障害が占め、要支援・要介護の原因にも大きく関与している。これらの運動器疾患は高齢化とともに増加の一途を辿ることは間違いなく、整形外科医の果たす役割、責任は極めて大きい。

一方、近年とくに医療界では国民への安全・安心な医療の提供が医療側に強く求められている。とくに外科系医師にとっては、安全・安心な医療の提供とは「手術手技・技術」そのものと言っても過言ではなく、患者さんから信頼され、より安全、確実な手術を提供するためには自らの努力と良き指導者、そして豊富な経験と向上心が必要である。これに加えて、必ず手元に置くべきものは解剖書と実践に役立つ手術書である。とくに運動器を扱う整形外科の手術は、脊髄・末梢神経疾患では腫瘍の摘出や除圧、神経の移植手技など繊細で高度の手術技術が、骨・関節疾患では個々の症例に応じた各種機能再建術や人工関節手術手技が、また脊椎疾患では除圧術や変形の矯正・固定術、さらにインストゥルメンテーション手術手技などが求められ、その進入法や手術法も多岐にわたる。

そこで今回、運動器の各分野で多くの手術経験を有し、現在も第一線で活躍中のわが国トップレベルの整形外科医に執筆を依頼し、整形外科手術の基本から部位別に各種手術法をすべて網羅した《整形外科手術イラストレイテッド》(全10冊)を刊行することとなった。本書は整形外科手術の教科書としてバイブル的存在に成りうる内容を有しており、実際に手術室に持ち込んで、本書を傍らに置いて参考にしながらナビゲーションしてくれる整形外科手術書となっている。本書には、使用する手術機器の使い方から手術体位、そして手技のコツや留意すべき点、落とし穴などが鮮明なイラストを用いて分かりやすく丁寧に説明されている。整形外科の専門医や認定医、指導医、そして整形外科を目指している研修医や専修医、また、手術室の看護スタッフや臨床助手の方々にも大いに役立つ手術書である。

本書が安全・安心、確実な整形外科手術への一助となり、整形外科を志す若手医師の教育と手術手技向上に繋がれば幸いである。

2010年8月

総編集 戸山芳昭

慶應義塾常任理事
慶應義塾大学医学部整形外科教授

序

この度、膝関節の手術法、手術術式を総括的にまとめた、《整形外科手術イラストレイテッド》シリーズの『膝関節の手術』が刊行されることになった。整形外科における数ある手術治療のなかでも、膝関節に対する治療は、その頻度も非常に高く、研修医から膝関節治療を専門とする整形外科医まで、必須の研修項目が多く含まれている。しかし、実際の手術治療を、詳細かつ具体的に学べる書物は数多くない。

本書は、整形外科専門医として経験が求められる手術手技の実践書として、精緻なカラーイラストを満載し、読者に、術中の一連の流れに沿って、図版を追っていただだけでも手術の内容がわかる構成に仕上がっている。イラストに添えた「ポイント」では手技のコツや留意点を的確に解説し、また、簡潔な箇条書きの記述により、手術の手順をわかりやすく解説している。さらに代表的な手術では、手術の様子や実際の動きが理解できるよう DVD ビデオで動画を提供し、読者の理解がさらに深まるように編集されている。執筆陣は、日本を代表する第一線の臨床家であり、お忙しい先生方に貴重な時間を割いていただき、本書の執筆を担当していただいたことに深謝申しあげたい。

最近の膝関節の手術の傾向が低侵襲の流れであることを考慮に入れて、関節鏡を用いた低侵襲の手術にも重点がおかれているが、『膝関節の手術』では、解剖や関節の展開法を含めて、ほぼすべての領域が網羅されており、総括的な膝関節手術書に仕上がっている。膝関節の手術を学ぼうとされている研修医、さらには膝関節手術を専門にされている整形外科医にも必読の書であることを確信し、多くの読者の診療の一助になることを願いたい。

2011 年 8 月

専門編集 黒坂昌弘

神戸大学大学院医学研究科
外科系講座整形外科学教授

膝関節の手術

CONTENTS

I 進入法

膝関節への直視下アプローチ

前内方アプローチ 	廣瀬 隼, 水田博志	2
①手術体位 ②皮切 ③浅層の展開 ④深層の展開 ⑤関節内の展開		
前外方アプローチ	廣瀬 隼, 水田博志	9
①手術体位 ②皮切 ③浅層の展開 ④深層の展開 ⑤関節内の展開		
後内方アプローチ	中村英一, 水田博志	15
側方からのアプローチ		16
①手術体位 ②皮切 ③浅層の展開 ④深層の展開 ⑤関節内の展開		
後内方からのアプローチ		19
①皮切 ②浅層の展開 ③深層の展開 ④関節内の展開		
後外方アプローチ	中村英一, 水田博志	22
①手術体位 ②皮切 ③浅層の展開 ④深層の展開 ⑤関節内の展開		

膝関節への関節鏡視下アプローチ

- ①外側膝蓋下ポータル ②内側膝蓋下ポータル ③外側膝蓋上ポータル ④内側膝蓋上ポータル ⑤外側前方ポータル ⑥内側前方ポータル ⑦内側後方ポータル ⑧外側後方ポータル ⑨ accessory medial portal (far medial portal) ⑩ accessory lateral portal (far lateral portal) ⑪ central portal (transtendinous portal)

II 手術法

半月損傷の手術

半月部分切除術	遠山晴一, 安田和則	36
①麻酔 ②鏡視下器具 ③半月板損傷を観察する ④内側半月板縦断裂 ⑤半月板混合型断裂		
外側円板状半月切除術と形成術	松末吉隆	42
①手術器具 ②手術の体位と皮切 ③外側半月後節部を切離する ④外側半月前節部を切離する ⑤外側半月中節部から後方を切離する ⑥前角を切離し, 切除半月を摘出する ⑦遺残半月の切除形成		
半月縫合術	木村雅史	49
①麻酔 ②手術体位(肢位) ③ポータル作製部位 ④皮切 ⑤鏡視下半月縫合術を行う		
inside-out 法による縫合		52
Fast-Fix による縫合		55
outside-in 法による縫合		57

前十字靭帯損傷の手術

前十字靭帯脛骨付着部剥離骨折修復固定術	内尾祐司	59
①手術体位 ②皮切 ③関節鏡視 ④骨折部を郭清する ⑤骨片を整復する ⑥仮固定する ⑦スクリューで固定する ⑧プルアウト法による固定 ⑨関節切開法による固定		
膝蓋腱を用いた解剖学的長方形骨孔前十字靭帯再建術 	史野根生, 中川滋人, 平松久仁彦	67
①手術体位 ②皮切, 骨片付き移植腱を採取, 成形する ③関節鏡用ポータルを作製する ④大腿骨側の骨孔を作製する ⑤脛骨側の骨孔を作製する ⑥移植腱を誘導, 固定する ⑦移植腱採取部へ骨移植する		
屈筋腱を用いた解剖学的二重束前十字靭帯再建術 	近藤英司, 安田和則	73
①手術体位 ②皮切 ③ポータルを作製する ④脛骨骨孔を作製する ⑤大腿骨骨孔を作製する ⑥膝屈筋腱ハイブリッド代用材料の作製方法 ⑦移植材料を固定する		

前十字靭帯補強術 出家正隆, 越智光夫 80

- ①手術体位
- ②関節鏡用ポータルを作製する
- ③遺残 ACL を確認する
- ④半腱様筋腱を採取する
- ⑤脛骨骨孔作製部位を展開する
- ⑥脛骨骨孔を作製する
- ⑦大腿骨骨孔を作製する
- ⑧移植腱を作製する
- ⑨移植腱を誘導する
- ⑩移植腱を固定する

三次元透視画像をもとにしたナビゲーションを用いた前十字靭帯再建術  中川 匠, 武富修治 87

- ①手術体位
- ②大腿骨ヘリファレンスフレームを取り付ける
- ③大腿骨遠位の3D-CT 画像を取得する
- ④ナビゲーションモニター上で3D-CT 画像を加工する
- ⑤移植腱採取および関節鏡視下に遺残靭帯を郭清する
- ⑥トラッカーを装着したドリルガイドを認識させる
- ⑦ナビゲーションを用い、大腿骨用ガイドワイヤーを解剖学的位置へ刺入する
- ⑧大腿骨骨孔をドリリングする
- ⑨脛骨骨孔を作製する
- ⑩移植腱を挿入し、固定する

前十字靭帯再再建術 宗田 大 94

- ①手術体位と皮切
- ②特別な装置
- ③手術側の対側から半腱様筋腱を採取する
- ④関節鏡検査と合併損傷に対する処置を行う
- ⑤遺残組織を見極め、切除する
- ⑥脛骨付着部を見極め、骨孔位置を決定する
- ⑦大腿骨付着部を見極め、骨孔位置を決定する
- ⑧経脛骨骨孔アプローチや far anteromedial アプローチにより大腿骨骨孔を形成する
- ⑨移植腱を作製し、脛骨側骨孔内に長めに挿入されるよう工夫する
- ⑩移植腱を固定する

後十字靭帯損傷の手術

後十字靭帯付着部剥離骨折修復術 濱田雅之 102

関節切開で施行する場合 103

- ①手術体位
- ②皮切
- ③骨折部を展開する
- ④骨片を整復する
- ⑤固定する

関節鏡視下に施行する場合 105

- ①手術体位
- ②ポータル作製
- ③骨折部を評価する
- ④ガイドワイヤーを刺入して骨片を整復する
- ⑤固定する

後十字靭帯再建術  栗林 聰, 福林 徹 108

- ①手術体位と皮切
- ②移植腱を作製する
- ③遺残 PCL の処置を行う
- ④脛骨骨孔を作製する
- ⑤大腿骨骨孔を作製する
- ⑥移植腱の挿入
- ⑦移植腱の最終固定

内側側副靭帯損傷の手術

内側側副靭帯新鮮損傷に対する修復術 米谷泰一, 堀部秀二 116

- ①手術体位, 皮切 ②損傷部位の確認・評価を行う ③修復術を行う

内側側副靭帯再建術 吉矢晋一, 中山 寛 121

- ①手術体位 ②皮切 ③移植腱を採取する ④鷲足深層の脛骨側付着部を展開する ⑤大腿骨内側上顆後上方の付着部を展開する ⑥移植腱の長さ変化に基づいて付着部（骨孔作製）位置を決定する ⑦脛骨・大腿骨側骨孔を作製する ⑧移植腱の脛骨側の固定を行う ⑨移植腱を MCL の走行に沿って導入する ⑩大腿骨側の固定を行う

後外側支持機構損傷の手術

後外側支持機構新鮮損傷に対する修復術 二木康夫, 須田康文 127

- ①術前準備と手術体位 ②腓骨頭を展開し, LCL, 腓骨神経を同定する ③大腿骨外側上顆を展開し, 膝窩筋腱を同定する ④ LCL, 膝窩筋腱の固定

後外側支持機構再建術 土屋明弘 133

- ①再建に用いる移植腱 ②手術体位と皮切 ③腓骨神経を同定する ④外側側副靭帯を展開する ⑤膝窩筋腱を展開する ⑥外側側副靭帯大腿骨側の骨孔を作製する ⑦外側側副靭帯腓骨頭側と PFL 腓骨頭側の骨孔を作製する ⑧外側側副靭帯再建用移植腱を骨孔に通す ⑨ PFL 再建用移植腱を膝窩筋腱へ縫着し, 骨孔内に通す ⑩再建靭帯を固定する ⑪術後 X 線像, MRI

複合靭帯損傷の手術

前十字靭帯・後十字靭帯の同時再建術 鳥塚之嘉 140

- ①麻酔下徒手不安定性検査 ②体位 ③皮切 ④移植腱を採取する ⑤移植腱を作製する ⑥ポータルを作製する ⑦関節内を評価する ⑧靭帯を郭清する ⑨ガイドピンを刺入する ⑩大腿骨骨孔を作製する ⑪脛骨骨孔を作製する ⑫ PCL の PM 束, AL 束, ACL の順で移植腱を挿入する ⑬移植腱を固定する ⑭患肢を固定する

十字靭帯と側副靭帯の同時再建術 黒田良祐, 松下雄彦 151

MCL 再建 153

- ①手術体位 ②皮切 ③骨孔位置を決定する ④固定法

LCL/PLC 再建 155

- ①手術体位 ②皮切 ③骨孔位置を決定し, 骨孔を作製する ④固定法

膝蓋腱断裂の手術

膝蓋腱断裂修復術と再建術	本庄宏司	158
新鮮例に対する修復補強術		158
①皮切と膝蓋腱の展開 ②断裂した膝蓋腱に ETHIBOND® 糸を結紮し、膝蓋骨に骨孔を作製する ③膝蓋腱と膝蓋骨を固定する ④断裂した支帯の縫合とパラテノンの修復をする ⑤補強術を加える ⑥皮下組織、皮膚を縫合する ⑦シリンダーギプス固定をする		
新鮮例に対する一次再建術— BT upside-down graft 法		163
①断裂側から骨付き膝蓋腱 (BT) を採取する ②膝蓋骨に骨溝と骨孔を作製する ③膝蓋骨に採取した BT を上下反転して移植する ④内外側の膝蓋腱に ETHIBOND® 糸を結紮し、膝蓋腱と膝蓋骨を固定する ⑤補強術を加える		
陳旧例に対する再建術— BTB upside-down graft 法		167
①健側から両端骨付き膝蓋腱 (BTB) を採取する ②断裂側の膝蓋骨と脛骨粗面に骨溝と骨孔を作製する ③ BTB を上下反転し、それぞれの骨溝に移植する ④内外側の支帯や軟部組織を縫合する		
陳旧例に対する再建術— BQT graft 法		170
①断裂側から骨付き大腿四頭筋腱 (BQT) を採取する ②脛骨粗面に骨溝を作製し、BQT を移植する ③ BQT の腱を膝蓋骨と大腿四頭筋腱に縫合する ④内外側の支帯や軟部組織を縫合する		

関節軟骨損傷の手術

marrow stimulation technique 	秋月 章, 松永大吾	175
①手術体位 ②病巣部を評価する ③病巣部を処理する ④ marrow stimulation technique を用いて関節面を修復する ⑤出血を確認する		
骨軟骨柱移植	中川泰彰, 向井章悟	183
①手術体位と皮切 ②膝関節鏡を行う ③病巣部を展開する ④ abrasion arthroplasty を行う ⑤チューブハーベスターを使って病巣部をくり抜く ⑥ドナーからプラグを採取し、病巣部へ打ち込む ⑦関節面を形成する ⑧ドナーへ自家骨などを充填し、ドレーンを留置する ⑨内側支帯などを縫合する		
培養軟骨細胞移植術	安達伸生, 越智光夫	189
①手術体位と皮切 ②膝非荷重部軟骨あるいは関節内遊離体を鏡視下に採取する ③軟骨片を酵素処理して軟骨細胞を単離する ④アテロコラーゲンゲルへ包埋、培養して軟骨様組織を作製する ⑤病変部を展開し、軟骨損傷部を郭清する ⑥病変部への移植を準備する ⑦下腿から骨膜を採取する ⑧骨膜を軟骨欠損部に半周縫合、軟骨様組織を移植する ⑨残りの半周の骨膜を縫合し、創閉鎖する		

膝蓋骨脱臼の手術

脛骨粗面移行術津田英一, 石橋恭之 195

- ①膝蓋大腿関節安定性を評価する
- ②手術体位
- ③関節鏡を用いて膝蓋大腿関節の適合性を評価する
- ④皮切を加え, 皮下を展開する
- ⑤外側膝蓋支帯を切離する
- ⑥脛骨粗面を骨切りする
- ⑦脛骨粗面を前内方へ移行する
- ⑧骨移植, スクリュー固定を行い, 閉創する

内側膝蓋大腿靭帯再建術前 達雄, 中田 研 202

- ①手術体位と皮切
- ②内側広筋を剥離し, 遺残 MPFL を同定する
- ③大腿骨側の MPFL 附着部を同定する
- ④膝蓋骨側の MPFL 附着部を同定する
- ⑤膝蓋骨の外側へアプローチする
- ⑥ガイドピンを挿入し, オーバードリルする
- ⑦移植腱 (半腱様筋腱) を採取, 作製する
- ⑧移植腱を骨孔内に通す
- ⑨移植腱を固定する

変形性関節症, リウマチ膝の手術

滑膜切除術鈴木秀彦, 丸毛啓史 210

鏡視下滑膜切除術 212

- ①術前準備
- ②手術体位, ポータルの作製
- ③関節内を鏡視する
- ④膝蓋上囊, 谷部の増生滑膜を切除する
- ⑤関節包の増生滑膜を切除する
- ⑥顆間部ほかの増生滑膜を切除する
- ⑦関節後方の増生滑膜を切除する
- ⑧止血・閉創する
- ⑨合併症

直視下滑膜切除術 215

- ①手術体位と皮切
- ②関節を展開し, 増生滑膜を切除する
- ③止血・閉創する
- ④合併症

高位脛骨骨切り術齋藤知行, 熊谷 研 217

- ①手術体位
- ②皮切
- ③関節支帯を切離する

closed wedge 法 220

- ④骨切り部を骨膜下剥離する
- ⑤骨切りする
- ⑥整復し, 内固定する

opening wedge 法 222

- ④骨切り部を骨膜下剥離する
- ⑤骨切りする
- ⑥整復し, 内固定する
- ⑦閉創する

人工膝単顆置換術 王寺享弘 225

- ①術前準備
- ②皮切および術野の展開
- ③大腿骨遠位の骨切り
- ④脛骨の骨切り
- ⑤大腿骨後顆の骨切り
- ⑥脛骨のサイジングとペグホール作製
- ⑦トリアル挿入とアライメントおよび安定性のチェック
- ⑧セメント固定および閉創

人工膝関節全置換術 松田秀一 236

- ①術前計画, 手術体位, 皮切
- ②関節内を展開する
- ③大腿骨遠位の骨切りを行う
- ④大腿骨後顆部の骨切りを行う
- ⑤脛骨の骨切りを行う——近位部指標を求める
- ⑥脛骨の骨切りを行う——骨切り高位を決定する
- ⑦脛骨の骨切りを行う——足関節中心を決定する
- ⑧骨棘を切除し, 後方の関節包を解離する
- ⑨膝蓋骨の骨切りを行う
- ⑩トライアルを設置, 必要な場合は軟部組織を解離する
- ⑪コンポーネントを固定~閉創する

最小侵襲全人工膝関節置換術 松本秀男, 東 宏一郎, 岩本 潤 244

- ①手術体位と皮切
- ②大腿四頭筋を処置し, 関節を展開する
- ③大腿骨遠位および脛骨近位を骨切りする
- ④大腿骨サイジングと四面骨切りを行う
- ⑤脛骨サイジングを行い, トライアルを挿入する
- ⑥インプラントを挿入する

image free ナビゲーションを用いた全人工膝関節置換術 久保晴司, 黒田良祐, 黒坂昌弘 251

- ①手術体位, CCD カメラの位置
- ②大腿骨, 脛骨のナビゲーション用トラッカーを固定する
- ③ kinematic center および anatomical landmark を入力する
- ④冠状面での軟部組織バランスを調整する
- ⑤脛骨骨切りを行う
- ⑥大腿骨遠位面, 後顆軸, 前方骨皮質のレジストレーションを行う
- ⑦伸展-屈曲ギャップの測定と軟部組織のバランスング
- ⑧大腿骨骨切り量をプランニングする
- ⑨大腿骨骨切り, 大腿骨後方骨棘の切除を行う
- ⑩トライアル, 伸展-屈曲ギャップを測定, 軟部組織バランスを最終調整する
- ⑪コンポーネントを固定, アライメントを確認する

高度の骨欠損に対する全人工膝関節置換術 高井信朗, 吉野信之 258

骨欠損への対処方法 259

- ①術前計画
- ②使用機種を選択
- ③手術体位
- ④皮切
- ⑤術野を展開する
- ⑥骨欠損への処置を行う

感染人工関節に対する手術 糸永一朗, 津村 弘 267

- ①手術体位と皮切
- ②関節を展開する
- ③関節内のデブリドマンを行う
- ④プロステシスを除去する
- ⑤骨内外の異物を除去し, 感染病巣を可能な限り除去する
- ⑥骨内および軟部組織を洗浄し, セメントスペーサーを留置する

人工膝関節再置換術 大森 豪 272

- ①術前計画によるシミュレーションを行う
- ②膝関節を展開する
- ③コンポーネントを抜去する
- ④骨欠損への対応
- ⑤コンポーネントの設置と joint line, 靱帯バランスの調整を行う

前十字靭帯損傷の手術

屈筋腱を用いた 解剖学的二重束前十字靭帯再建術

手術の概要

- 膝前十字靭帯（ACL）再建術の治療成績は、近年、大きな向上を示したが、いまだ不満な点も多く残されており、さらに改良が続けられている。
- しかし、これまで ACL を構成する 2 本の線維束である前内側および後外側線維束（AMB、PLB）を完全に解剖学的位置に再建しようという明確な意図のもとに、その方法を明示した再建術は報告されていなかった。筆者らは、基礎研究に基づいて新しい解剖学的二重束 ACL 再建術を開発した¹⁾。そして前向き比較臨床研究で良好な成績を確認し、この手技の有用性を報告してきた^{2,3)}。
- ここでは、現在行っている再建手技について概説する。

適応

- 新鮮 ACL 損傷：早期に二次外傷の発生が危惧されるスポーツ活動またはそれに準ずる生活を行っており、受傷後にその活動レベルを下げることを希望しない人。
- 陈旧性 ACL 損傷：日常活動レベルを低下させたにもかかわらず giving way（膝くずれ）などの症状が消失しない人、すでに二次外傷が発生した人、または活動レベルを低下させたことによって症状は消失したが、スポーツ活動を再開したい人。

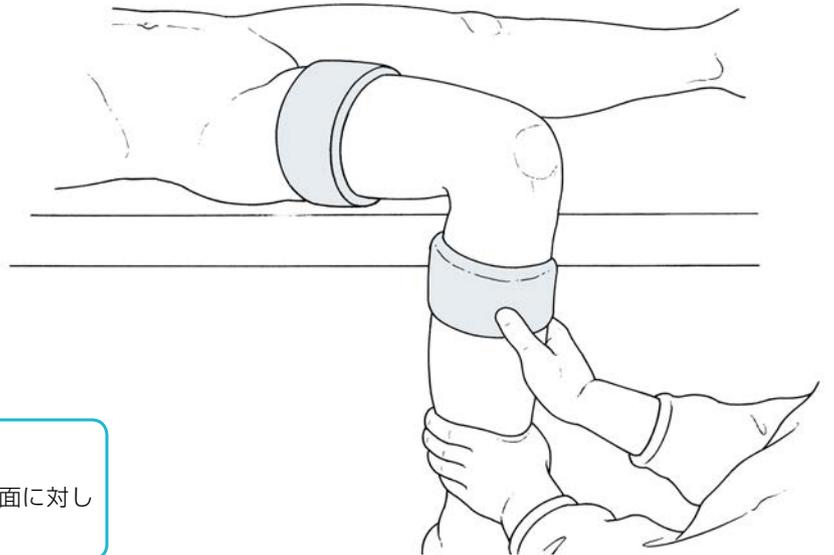
手術のポイント

- ① 体位：仰臥位とする。
- ② 皮切：鵞足上に斜皮切を加え、半腱様筋腱および薄筋腱、または半腱様筋腱のみを採取する。
- ③ 外側および内側膝蓋下ポータルを作製する。
- ④ Wire-navigator（Smith & Nephew Endoscopy）を用いて PLB および AMB 用脛骨骨孔を作製する。
- ⑤ 経脛骨手技にて AMB および PLB 用大腿骨骨孔を作製する。
- ⑥ 膝屈筋腱ハイブリッド代用材料として 2 本の移植材料を作製する。
- ⑦ 移植材料をエンドボタンおよびステープルを用いて固定する。

手術手技の実際

1…手術体位

- 体位は仰臥位とし、患肢には空気止血帯を装着する。術者は手術台の傍らに座位をとり、患肢は股関節を外転させ手術台から下垂させる。



ポイント

体位の確認ポイント

- 膝が90°屈曲位で、かつ大腿骨を地面に対し水平に保持できることを確認する。

2…皮切



[1] 屈筋腱の採取

- 患肢を figure of 4 position とし、鷲足上に約3 cmの斜皮切を加え、tendon stripperを用いて半腱様筋腱および薄筋腱、または半腱様筋腱のみを採取する [1]。

ポイント

屈筋腱採取のコツ

- 縫工筋腱膜を切開後、半腱様筋腱および薄筋腱を指先で鈍的に剥離し、それぞれの遠位付着部を温存させたまま屈筋腱を引き出し、半腱様筋腱から少なくとも2本は存在する下腿筋膜への枝を確実に同定し切離する。

3…ポータルを作製する

- 外側および内側膝蓋下ポータルを作製する。

ポイント

外側膝蓋下ポータルの作製位置

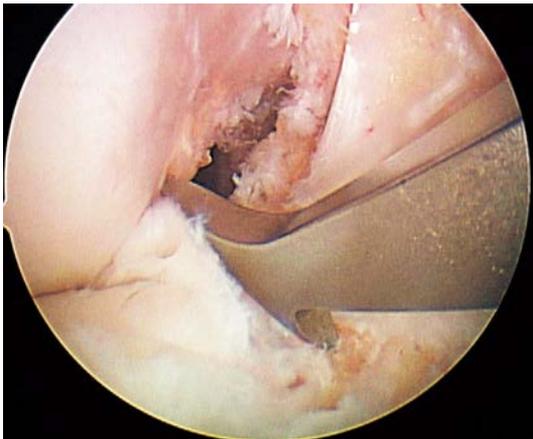
- 外側膝蓋下ポータルは、顆間窩外側面の観察を容易にするために、できるだけ近位および膝蓋腱外側縁に作製する。

4…脛骨骨孔を作製する

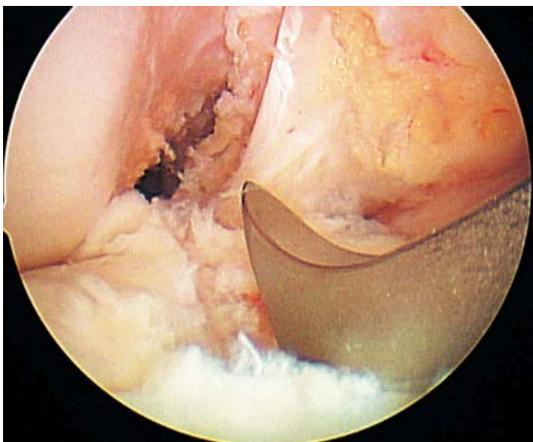


[2]Wire-navigator

〈右膝，外側膝蓋下ポータルから鏡視〉



[3]Wire-navigator を用いた PLB 用脛骨骨孔の作製



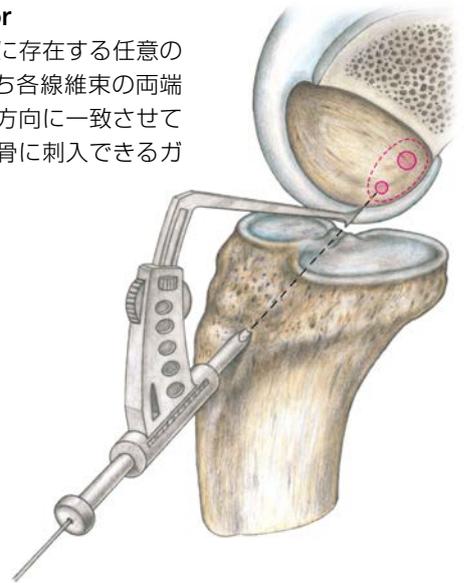
[4]Wire-navigator を用いた AMB 用脛骨骨孔の作製

- 大腿骨および脛骨の ACL 遺残組織を両端付着部を残して切除する。脛骨骨孔の作製は、鏡視下ワイヤー刺入用ガイドである Wire-navigator (Smith & Nephew Endoscopy) を用いる [2]。
- 膝 90° 屈曲位とし、Wire-navigator 先端基部を PLB 脛骨付着部 (PCL から約 6 mm 前方で顆間隆起の中央) に設置し、先端を PLB 大腿骨付着部へ向けて Wire-navigator を固定する [3]。ここでガイドワイヤーを刺入すると、正常 PLB の両端付着部を通る方向に刺入される。
- 正常 AMB の遺残組織を指標に、Wire-navigator 先端基部を AMB の脛骨付着部中心 (PLB 脛骨付着部中心から約 8 mm 前方) に設置し、先端を AMB 大腿骨付着部へ向けて Wire-navigator を固定する [4]。ここでガイドワイヤーを刺入し、刺入したワイヤーをガイドとして 5~6 mm および 6~7 mm の PLB および AMB 用脛骨骨孔を作製する。

ポイント

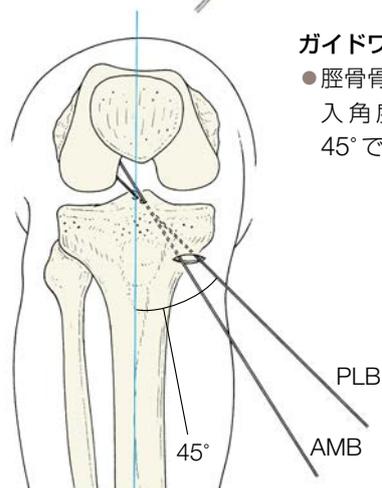
Wire-navigator

- これは関節内に存在する任意の 2 点，すなわち各線維束の両端付着部を通る方向に一致させてワイヤーを脛骨に刺入できるガイドである。

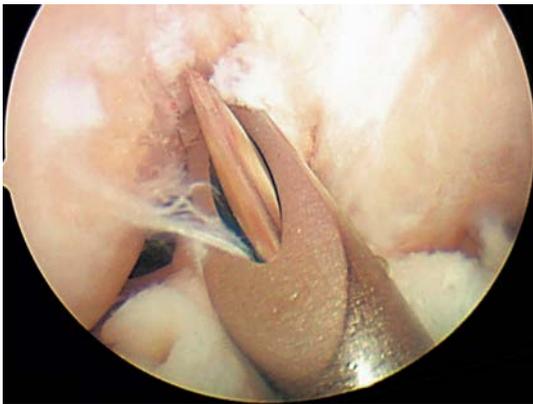


ガイドワイヤー刺入角度

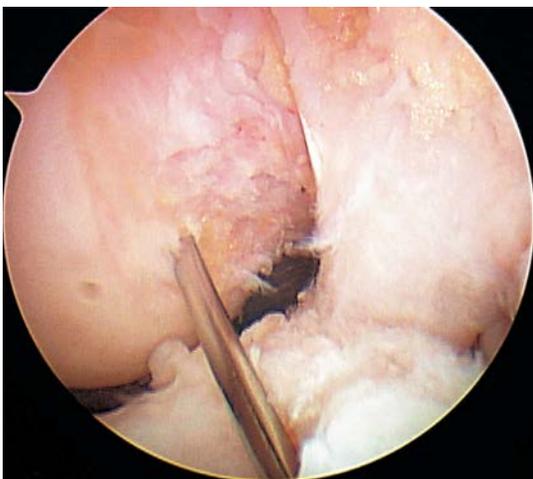
- 脛骨骨軸に対するワイヤーの刺入角度は、正面から見て約 45° である⁴⁾。



5…大腿骨骨孔を作製する



[5]AMB 大腿骨付着部中心に刺入したガイドワイヤー



[6]PLB 大腿骨付着部中心に刺入したガイドワイヤー

- このワイヤーをガイドとし、エンドボタン用ドリルを用いて大腿骨を貫通する骨孔を作製する。これらの骨孔の長さを depth gauge を用いて計測する。各大腿骨骨孔に再びワイヤーを挿入し、これをガイドとしてインサイドアウト手技用ドリルを用いて長さ約 30 mm の屈筋腱移植用ソケットを関節内から作製する。(動画参照)

- 膝関節を約 100° 屈曲位とし、AMB 用脛骨骨孔から挿入したガイドワイヤーを、offset guide を用いて AMB の大腿骨付着部中心から、大腿骨前外側面へ向けて刺入する [5]。このワイヤーをガイドとし、エンドボタン用ドリルを用いて大腿骨を貫通する骨孔を作製する。

ポイント

骨孔作製時のピットフォール

- 膝関節の屈曲角度が浅いと骨孔の blow out を起こす。

- 膝関節を 90° 屈曲位とし、内側ポータルから鏡視しつつ、PLB 用脛骨骨孔から挿入したガイドワイヤーを、PLB の大腿骨付着部中心から大腿骨前外側面へ向けて刺入する [6]。(動画参照)

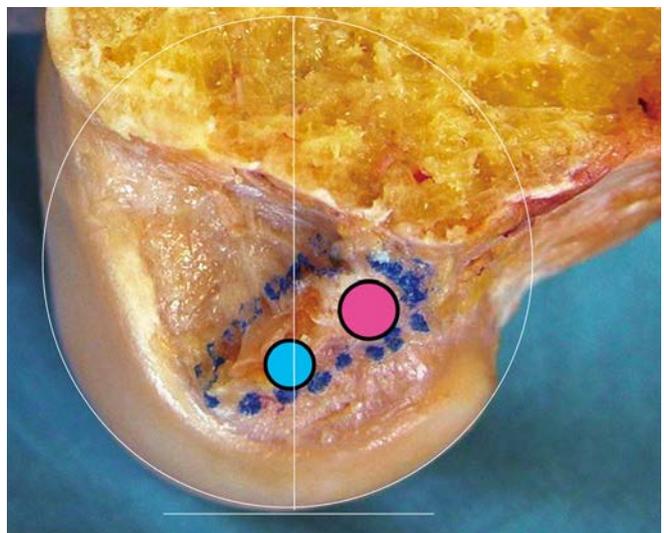
ポイント

AMB の大腿骨付着部中心

- 1時半または10時半の方向で顆間窩外側後縁から約 5 mm の点である [7]。

PLB の大腿骨付着部中心

- 大腿骨と脛骨関節面の接点を通る垂直線と卵円形を成す ACL 付着部の長軸とが交わる点である [7]。



[7]AMB と PLB の大腿骨付着部中心

- は PLB, ●は AMB.

6 膝屈筋腱ハイブリッド代替材料の作製方法



[8] 膝屈筋腱ハイブリッド移植材料
上：PLB用，下：AMB用。

- 半腱様筋腱を半切し，その1本と同長に切りそろえた薄筋腱を二重折りにする．その両端をポリエステル糸を用いて側側縫合し，AMB用移植材料とする．残りの半切した半腱様筋腱1本は，同様の方法で二重折りにしてPLB用移植材料とする．長さおよび太さが十分な半腱様筋腱の場合は，薄筋腱を採取しない [8]．

ポイント

自家腱部の長さ

- AMB用で50～60 mmに，PLB用で45～55 mmに調節する．

- 幅10 mmのポリエステル製テープ（Leeds-Keio人工靭帯：ユフ精機）を前述の腱ループに通して2つ折りとし，腱の側側縫合部分を包み込み，再度，ポリエステル糸で結紮縫合を行う．

- Endobutton-CL-BTB[®]（Smith & Nephew Endoscopy）を腱ループに通す．Endobutton-CL-BTB[®]の長さは，計測した大腿骨骨孔長を指標に自家腱部が15～20 mm骨孔内へ入るように選択する．太さはAMB用が6～7 mm，PLB用で5～6 mmの径を有する．（動画参照）

ポイント

移植材料作製のコツ

- 靭帯作製用デバイスを用いて，常に移植材料に張力を負荷しながら作製を行う．

7 移植材料を固定する

- 最初にPLB用移植材料を移植する．（動画参照）

ポイント

エンドボタンによるPLB用移植材料の固定

- PLB用移植材料のエンドボタンをフリップする際には，腸脛靭帯を穿破しないよう留意する．

- 次にAMB用移植材料を移植する．（動画参照）
- エンドボタンをフリップして移植材料をそれぞれの骨孔内に固定した後，まず90°屈曲位にて各脛骨側テープの端に靭帯再建術用張力計（メイラ社）を取り付ける．移植材料に張力を加えた後，大腿部の遠位端後面に枕を置き，膝関節を10°屈曲位とする．
- ここで各移植材料に30 Nの張力を2分間加えた後，2本のテープを1か所でまとめてステープルで固定する [9]．



[9] ステープルによる固定

- こうして、AMB と PLB が解剖学的位置に再建される [10] [11]. (動画参照)



[10]再建後の鏡視像



[11]再建後のX線像



▶ 後療法

- 全荷重歩行は術後1週から行う。可動域訓練は、術後2週から屈曲訓練を開始し、術後6週までに120°を獲得させる。屈筋腱を用いる再建術後には関節拘縮の発生は少ないため、可動域訓練を過度に急ぐ必要はない。過度に加速した後療法はむしろ有害である。

▶ まとめ

- 前向き比較臨床研究の結果、二重束再建術後の膝前方不安定性は、一重束再建法のそれよりも有意に優れていた^{2,3)}。しかしながら、治療成績は、手術の正確さと良好な移植材料の作製、および後療法に依存する。とくに経脛骨手技を用いる本術式における正確な大腿骨骨孔作製は、脛骨骨孔の作製角度に依存するため、正確な脛骨骨孔の作製が重要である。

(近藤英司, 安田和則)

■ 文献

1. Yasuda K, et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004 ; 20 : 1015-25.
2. Yasuda K, et al. Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts : Comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy* 2006 ; 22 : 240-51.
3. Kondo E, et al. Prospective clinical comparisons of anatomic double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedures in 328 consecutive patients. *Am J Sports Med* 2008 ; 36 : 1675-87.
4. Kondo E, et al. Radiologic evaluation of femoral and tibial tunnels created with the transtibial tunnel technique for anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2007 ; 23 : 869-76.
5. Kondo E, Yasuda K. Second-look arthroscopic evaluations of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction : Relation with postoperative knee stability. *Arthroscopy* 2007 ; 23 : 1198-209.

脛骨粗面移行術

手術の概要

- 膝蓋骨脱臼は複数の身体的・解剖学的素因を背景に生じることが多い。脛骨粗面の外方偏位はQ角の増大を招き、大腿四頭筋の収縮によって膝蓋骨に作用する外側ベクトルを増大させる。
- 脛骨粗面移行術では、脛骨粗面の外方偏位を矯正することによりQ角の適正化を図り、膝蓋骨の外側（亜）脱臼を制動する。
- 筆者らは、膝蓋大腿関節圧の軽減効果も期待できる脛骨粗面前内方移行術（Fulkerson法¹⁾）を行っており、本項ではその詳細について述べる。

適応

- 以下の条件を満たすものを脛骨粗面前内方移行術の適応としている。
 - ・ 膝蓋骨（亜）脱臼の既往があり、持続する膝前面痛、不安定感を有する。
 - ・ 理学検査および画像検査により膝蓋骨外方偏位および不安定性の所見を有する。
 - ・ 膝蓋骨外方偏位および不安定性に関連する身体的・解剖学的素因が存在する。
 - ・ 画像検査上、膝関節周囲の骨端線が閉鎖し骨成長が終了している。
- 術前にCT、MRI検査を行い脛骨粗面外方偏位の程度を把握し^{2,3)}、移動骨片の内方移動量を予測しておくことが重要である^{4,5)}。
- また、極端な膝蓋骨高位の例では脛骨粗面前内方移行による膝蓋骨制動効果が相対的に減弱する。そのような症例では遠位方向への移行も検討する⁶⁾。

手術のポイント

- ① 膝蓋大腿関節安定性の評価：麻酔導入後に膝蓋大腿関節適合性、内・外側支持機構の緊張を評価する。
- ② 体位：仰臥位とし、大腿遠位に小枕を挿入して皮切から閉創までは膝関節軽度屈曲位を保つ。
- ③ 外側膝蓋下ポータルから関節鏡を用いて鏡視を行い、膝蓋大腿関節適合性、関節軟骨の状態、内・外側膝蓋大腿靭帯の形態を観察する。
- ④ 皮切は伏在神経膝蓋下枝の温存および美容上の観点から原則として横皮切を用い、皮下を展開する。
- ⑤ 外側支持機構の過緊張があれば、脛骨粗面骨切り前に外側膝蓋支帯の切離を行う。
- ⑥ ガイドワイヤーを刺入し、オステオトームで脛骨粗面を骨切りする。
- ⑦ 脛骨粗面の前内方移行を手行的に行う。仮固定後に徒手検査および関節鏡視下に膝蓋大腿関節の適合性を評価する。

- ⑧皮質骨スクリュー2本で固定する。
- ⑨骨切り面の外側から海綿骨を採取し、骨切り部内側に骨移植する。
- ⑩骨切り部内側の骨膜は可能な限り縫合し、閉創する。

手術手技の実際

1 膝蓋大腿関節安定性を評価する

- lateral patellar glide test を行い膝蓋骨外側移動が膝蓋骨幅の 1/2 以上であれば内側支持機構の機能不全と診断される⁷⁾。
- medial patellar glide test で膝蓋骨内側移動が膝蓋骨幅の 1/4 以下であるか、passive patellar tilt test で膝蓋骨外縁が水平以上に持ち上がらなければ外側支持機構の過緊張と診断され⁷⁾、後述する外側膝蓋支帯切離の適応である。
- medial patellar glide test で膝蓋骨内側移動が膝蓋骨幅の 1/2 以上であれば外側支持機構の弛緩が疑われ、いわゆる hypermobile patella であり外側膝蓋支帯切離は禁忌である。(動画「麻酔導入後に膝蓋大腿関節の安定性を評価する」参照)



lateral patellar glide test



medial patellar glide test



passive patellar tilt test

2 手術体位

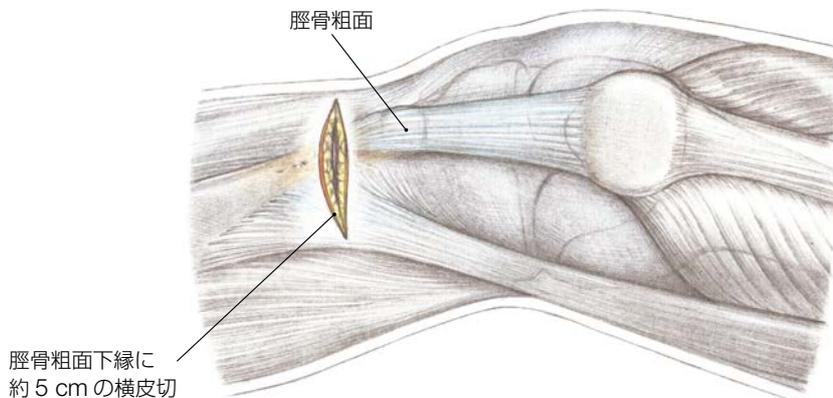
- 体位は仰臥位とし、大腿遠位に小枕を挿入して膝関節を軽度屈曲位 (20~30°) とし、関節鏡施行時以外は手術終了までこの肢位を維持する。

3 関節鏡を用いて膝蓋大腿関節の適合性を評価する

- 膝蓋大腿関節の適合性は膝関節を 0~90° の範囲で伸展・屈曲を行い評価する。
(動画「関節鏡視」参照)
- 膝蓋骨脱臼急性期にみられる骨軟骨損傷では、骨軟骨片の大きさや可動性、関節面を含む割合などを確認し、切除や骨接合の適応を判断する。
- 陳旧例でみられる広範な軟骨欠損では bone marrow stimulation (microfracture など) や骨軟骨移植術を考慮する。

4 皮切を加え、皮下を展開する

- 脛骨粗面下縁の高さで脛骨粗面を中心に約 5 cm の横皮切を加え、皮下脂肪層を同様に切開する。



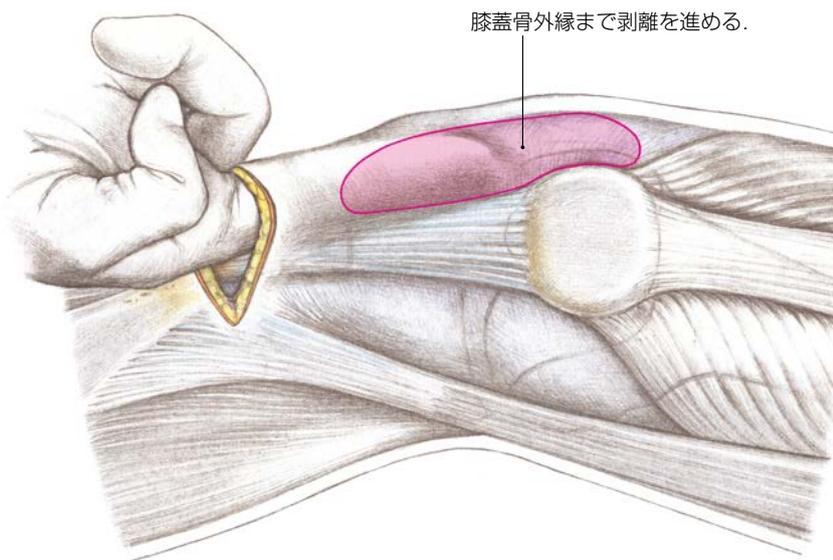
▶ポイント

皮切の高さ

- 脛骨粗面直上の皮切は kneeling pain の原因となるため、皮切の高さは脛骨粗面下縁まで下げる。

皮下脂肪層内の神経組織を温存

- 伏在神経膝蓋下枝は膝内側部で investing layer を貫通し、皮下脂肪層内を膝前内側から外側に横走する⁸⁾。皮下脂肪層を近位内側方向に剥離する際には、investing layer から皮下脂肪層に連絡する索状物は神経組織と考え、可能な限り温存するように努める。

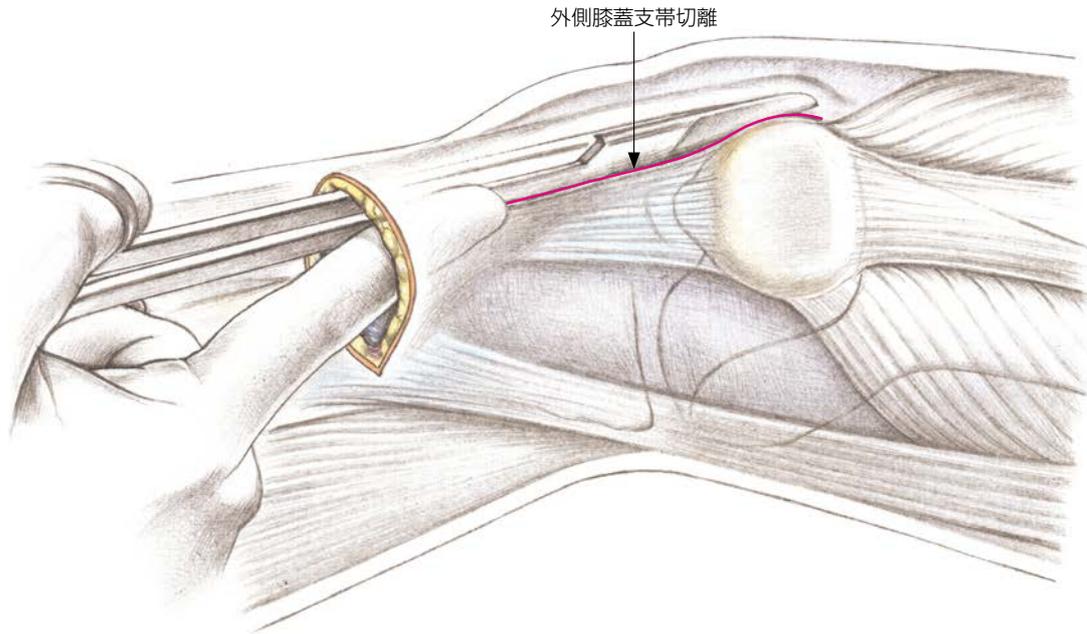


- その後の手術操作を容易にするため、皮下脂肪層と investing layer および脛骨骨膜、下腿筋膜のあいだを手動的に剥離する。
- 近位方向には膝蓋腱の脛骨付着部が十分確認できるまで、遠位方向には脛骨粗面より 6~7 cm 露出可能となるまで剥離を進める。外側膝蓋支帯切離が必要な場合には、膝蓋骨外縁に沿って膝蓋骨上縁の高さまで進める。
- 膝蓋腱付着部で内外側縁を確認し、それを遠位方向に約 6~7 cm 延長するように脛骨前縁と平行に骨膜を

縦切開する。(動画「アプローチ」参照)

- 内側の骨膜は閉創時に縫合するため、骨切り線から後方へ約 1 cm の幅で連続性を有したまま丁寧に剥離する。外側は前脛骨筋の付着部前縁を切開し、脛骨外側面が完全に露出するまで骨膜下に前脛骨筋を剥離する。

5 外側膝蓋支帯を切離する



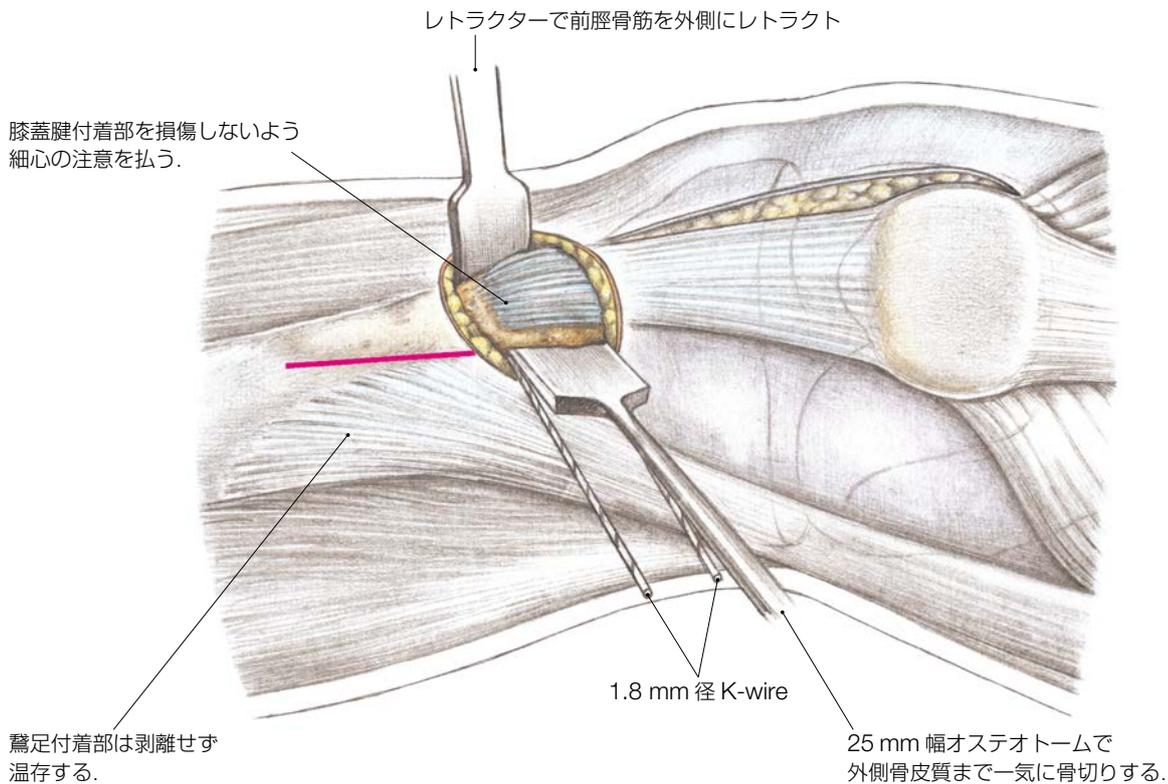
▶ ポイント

外側膝蓋支帯切離のコツ

- 横切開によるアプローチでは、外側膝蓋支帯切離はブラインドでの操作となるため、あらかじめ用手的に皮下組織を膝蓋支帯から十分に剥離しておく。
- 切り残しを防ぐためには、いったんメツェンバウムで外側膝蓋支帯を挟んだら、刃を完全に閉じることなく近位方向に押し切るように進める。
- 十分な切離が行われれば、passive patellar tilt testで膝蓋骨が垂直となるまで外側縁を持ち上げることが可能となる。

- 麻酔下の徒手検査で外側支持機構の過緊張が診断された場合には外側膝蓋支帯切離術を行う。
- まずメスを用いて膝蓋腱外縁に沿って investing layer を切開し、次いでメツェンバウムを用いて膝蓋骨外縁に沿って外側膝蓋支帯、外側膝蓋脛骨靭帯、外側膝蓋大腿靭帯、関節包を1層として切離する。(動画「外側膝蓋支帯切離」参照)

⑥ 脛骨粗面を骨切りする



▶ ポイント

脛骨粗面の骨切り, K-wire 刺入時の注意点

- 前額面に対して急峻な骨切り面で前内方移行を行うと、脛骨粗面の内側への移動距離が短くなり、手術本来の目的である脛骨粗面の内方移動効果が減弱する。
- K-wire 刺入に際しては、深腓骨神経・前脛

骨動脈の損傷予防のため、前脛骨筋を外側に十分レトラクトし脛骨外側面の視野を十分に確保する。K-wire の先端が脛骨外側骨皮質の前後中央部を貫通するのを確認する。

- 近位端の骨切りの際は膝蓋腱付着部を十分に確認し、損傷予防に努める。

- 骨切りのガイドとなる 1.8 mm 径 Kirschner 鋼線 (K-wire) を 2 本刺入する。
1 本目の K-wire は、脛骨粗面下縁の高位で脛骨前縁の傍内側から前額面に対して約 30° の角度で後外側に向けて刺入する。
- 2 本目の K-wire は 1 本目から約 2 cm 遠位に離し、骨切り面が同一平面となるように刺入する。1 本目より前方寄りとし、2 本の K-wire で形成される骨切り面の延長が、脛骨粗面より遠位 6~7 cm の位置で移動骨片の厚さが 2~3 mm 程度となるよう調節する。
- 2 本の K-wire をガイドとして、その前面に沿って 25 mm 幅オステオトームで骨切りを行う。
- 外側骨皮質を貫通したらオステオトームはそのままとし、これに向けて脛骨粗面上縁から 10~15 mm 幅オステオトームで近位端を骨切りする。
- 遠位方向へは骨切りを徐々に進め、移動骨片の厚さが 2~3 mm 程度となった時点で終了し、遠位端の前方骨皮質の連続性は残しておく。(動画「脛骨粗面骨切り」参照)