

内側膝蓋大腿靱帯損傷に対する再建術

横浜整形外科クリニック院長 野村栄貴

新鮮膝蓋骨脱臼および反復性膝蓋骨脱臼は、病因として外傷以外に、先天的素因あるいは解剖学的素因が大きく関与する。

膝蓋骨脱臼の原因として従来ダイナミックな因子が重要とされてきたが、近年内側膝蓋大腿靱帯(MPFL)の静的な制動機能が解明されるに至り、その治療としてMPFL再建術が中心的役割を担うようになった¹⁾。

MPFL損傷の分析

新鮮膝蓋骨脱臼の好発年齢は10～17歳で、女性に有意に多い²⁾。著者の反復性膝蓋骨脱臼70膝の手術例の分析では初回脱臼の平均年齢は 14 ± 5 歳、手術時年齢は平均 22 ± 7 歳である³⁾。新鮮膝蓋骨脱臼はスポーツ時の非接触損傷(noncontact injury)で起きることが多い。

典型的な受傷機転は膝関節軽度屈曲外反位で、足が固定された状態で大腿部が内旋し、大腿四頭筋が急に収縮する場合に起こりやすい(図1)。著者の経験では、サッカー、体操、バスケットボール、バレーボール、柔道、スキー、疾走中に発生する例が多かった。他方、日常生活動作で歩行中に後ろを振り返った瞬間や、軽くつまづいた時に脱臼する例も多い。このような日常生活動作で簡単に脱臼をきたす例では、元々の膝蓋骨異常可動性や全身関節弛緩性の強い例に多い傾向がある。

図1 典型的受傷機転

膝関節軽度屈曲外反位で、足が固定された状態で大腿部が内旋し、大腿四頭筋が急に収縮する場合に起こりやすい。

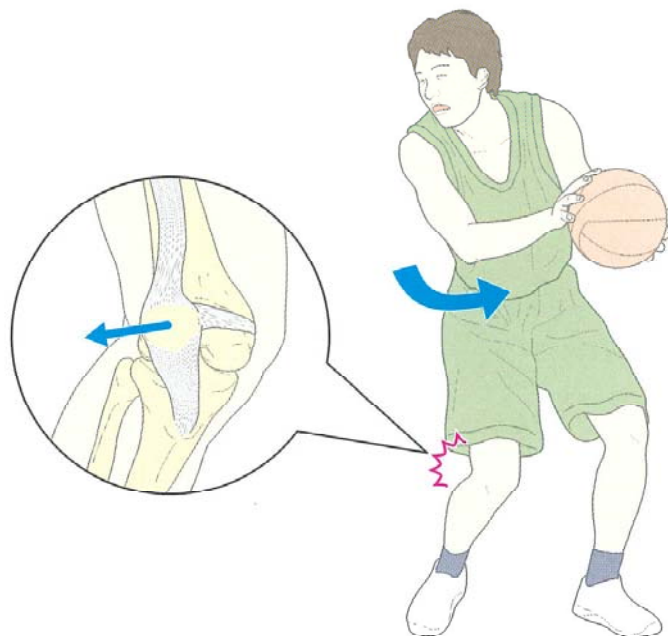
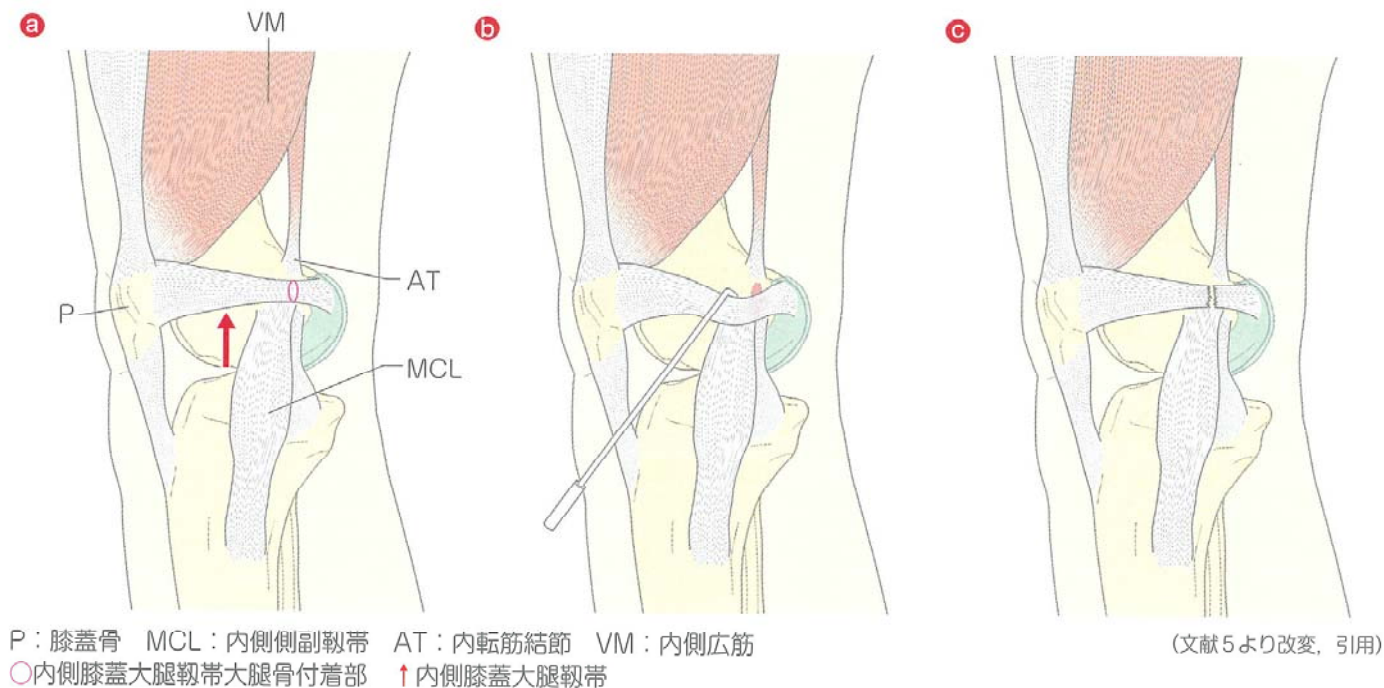


図2 内側膝蓋大腿靱帯の大腿骨付着部近傍での損傷の分類

- a: 正常解剖図
- b: 剥離損傷 (avulsion tear)
- c: 実質部損傷 (substantial tear)



新鮮膝蓋骨脱臼ではMRI所見や手術時所見の検討で初回脱臼の90～100%にMPFL損傷が起こることがわかっている^{4, 5)}。著者の術中所見の検討では全例MPFL損傷がみられ、損傷は大腿骨付着部あるいはその近傍で起きていた。大腿骨付着部でのMPFL損傷には剥離損傷 (avulsion tear) と実質部損傷 (substantial tear) の2種類がある (図2)⁵⁾。近年、MPFLの膝蓋骨付着部近傍、靱帯中央部での損傷も報告されており、MPFL全体にわたって損傷がないか注意する必要がある。

MPFL損傷の修復術

適応

保存療法か手術療法か

新鮮膝蓋骨脱臼では一般的に大きな骨軟骨骨折片があるものを除いて保存的に包帯固定、装具、ギプスなどの治療を行うことが多い。3カ月程度までは膝蓋骨外側偏位防止サポーターなどで保護し、不安定感が継続する場合に再建術の適応となる。

反復性膝蓋骨脱臼の再脱臼の急性期では、痛みの強いときはギプス固定やテーピング固定を行い、痛みが軽減するに従い、大腿四頭筋を主とする筋力訓練、膝蓋骨外方偏位防止サポーターの使用による治療に移行する。3カ月間継続し、症状が安定すれば経過をみるが、もし不安定感が続けば手術を考慮する。

スポーツや体育で著明な不安定感の出現するもの、日常生活動作でも不安定感のものであるものは手術適応となる⁶⁾。反復性膝蓋骨脱臼に対するMPFL再建術の成績はKujala Scoreで83～96点と良好な成績であるので、安心して患者に勧めてよい。

検査

視診・触診

膝蓋骨脱臼位で来院した場合は、膝蓋骨が外側に偏位して明らかに変形しているので分かるが、多くが脱臼は整復されているので外観上は膝が腫れているか、見た目はなんでもなないように見えるので注意が必要である。

徒手検査

膝蓋骨の外方異常可動性(patellar hypermobility)と、その際に伴う不安感(apprehension sign)が本疾患に特徴的であり、診断的価値が高い。膝蓋骨異常可動性は膝屈曲0°および20°でみるのが一般的である。新鮮膝蓋骨脱臼では関節血症をきたすことが多いので、膝蓋跳動が強く陽性なら、関節穿刺を行い血腫を排出する。Q角は重要な解剖学的素因であるので必ず計測する。Q角は大腿四頭筋の長軸(上前腸棘-膝蓋骨中心)と膝蓋靱帯の長軸(膝蓋骨中心と脛骨粗面)のなす角度で測定する。平均は15°で20°を超えるものは解剖学的素因ありと判断する。

画像診断

◆X線所見

初診時の検査として正側2方向に軸写像を加えた3方向のX線を常に撮る必要がある。軸写像は30°または45°の軸写が薦められる。重要な解剖学的素因はX線所見から大部分が判断できるので重要である。大腿骨膝蓋骨溝形成不全(大腿骨膝蓋骨溝角sulcus angle, 45°屈曲位: 正常 $138 \pm 6^\circ$)、膝蓋骨不適合(膝蓋骨適合角congruence angle, 45°屈曲位: 正常 $-6 \pm 11^\circ$)や外方偏位や外方傾斜、膝蓋骨高位(patellar height, Insall法: 正常 1.02 ± 0.13)や膝蓋骨低形成(Wiberg分類)を検討する。膝蓋骨高位と大腿骨滑車形成不全は、大腿骨外顆のバットレス効果が減少することにより、直接的に膝蓋骨脱臼の危険因子となりうる。膝蓋骨外方偏位や不適合は、直接的な膝蓋骨内側支持機構の機能不全を示唆する。

◆MRI所見

冠状断のMRI検査は必須である。MRI検査では伸展位または20°屈曲位で撮影するため、膝蓋骨の外方偏位がX線軸射像より大きく出る。新鮮脱臼では膝蓋骨骨軟骨損傷、膝蓋骨内側支持機構損傷、大腿骨外顆の骨挫傷(bone bruise)、MPFL損傷などがみられる⁷⁾。

膝蓋骨の骨軟骨骨折は膝蓋骨では40～76%に合併し、内側関節面から正中稜に多い⁸⁾。急性期のMPFLは90～100%にMPFL損傷が起こることがわかっている⁵⁾。しかし、反復性膝蓋骨脱臼などの慢性期ではMPFLの状態をみるのは難しい。

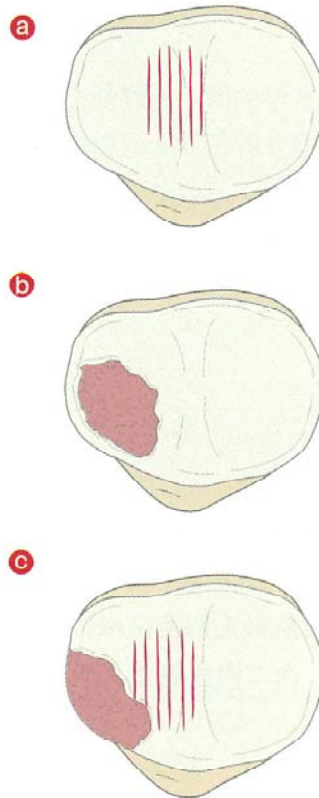
◆関節鏡所見

関節鏡検査では主に膝蓋骨や大腿骨の骨軟骨障害をみる。新鮮膝蓋骨脱臼時に合併する骨軟骨損傷は、①亀裂損傷単独 ②骨軟骨欠損単独 ③亀裂損傷を伴う骨軟骨欠損、の3つに分類される(図3)⁸⁾。大腿骨外顆部は大きな骨軟骨損傷は少ないが、約1/3に合併するのでこの部分も忘れずに観察する。

反復性膝蓋骨脱臼例の膝蓋軟骨所見は初回脱臼時の損傷に、その修復像や再三の脱臼による損傷、変性などが加わって非常に複雑な病態となる。Insallら¹⁾は膝蓋軟骨所見を、grade I: softening(軟化), grade II: fissuring(亀裂), grade III: fibrillation(粗造化), grade IV: erosion(潰瘍)に分類している。

図3 新鮮膝蓋骨脱臼に合併する膝蓋骨軟骨損傷の分類

- a: 亀裂損傷単独
- b: 骨軟骨欠損単独
- c: 亀裂損傷を伴う骨軟骨欠損



著者の反復性膝蓋骨脱臼70膝の分析³⁾では、Insallの分類を用いるとgrade Iを除いた膝蓋骨の障害は96%にも生じていた。grade IIは縦方向のfissuringが多く、正中稜に好発し、grade IIIの粗造化は内側関節面から正中稜に多い。grade IVの潰瘍は内側関節面に多かった。この軟骨の障害は経過年数が多くなるとともに、次第に悪化する傾向がみられる。軟骨障害が強いと、再建術後のanterior knee painが残存することになるので、十分に観察しておく必要がある。

手術手技

麻酔，体位

手術体位は仰臥位で、大腿近位部に空気止血帯を装着する。最初に関節鏡検査を行うが、膝蓋骨の亜脱臼の程度を観察するときは、空気止血帯は使用せず、灌流液はインとアウトを調節してできるだけ関節包が膨らまないようにする。膝蓋骨亜脱臼の程度が強い例、あるいは膝蓋骨外側支持組織の緊張の強い例には外側解離術を行う。外側解離術は膝蓋骨内側亜脱臼を生じることがあるので、軽い例に行ってはならない⁹⁾。

再建材料の選択

MPFL再建術に対する再建材料は、人工靱帯、自家腱の2つがある。著者は1990～1998年頃まで人工靱帯を中心に行い、その後は半腱様筋腱を用いた自家腱を中心に行うようになった。自家腱法では、固定材料として初期にはspiked washer法、その後はinterference screw法を行ってきた。

しかしながら、自家腱法では脱臼の程度の強い例では成績の悪い例を経験するようにな

ったこと、習慣性膝蓋骨脱臼のような高度の脱臼例では自家腱法は成績不良例が多く、人工靱帯法では安定した成績であったことから、脱臼の程度の軽い例を含めて人工靱帯法は初心者にも安全に行える方法であると考える。

もし、自家腱法を行うなら、脱臼の程度や解剖学的因子の評価を十分に行い、総合的に中程度以下の例に限るのがよい。特に反復性膝蓋骨脱臼でも自動伸展時に伸展位近くで強く亜脱臼する例では、自家腱法は著しく成績が低下するので注意する。本項では人工靱帯法の手術手技を中心に述べるが、この手技は当然自家腱法の場合でも基本は同じである。

皮切および展開

◆皮切

皮切は膝蓋骨と大腿骨内側上顆の中央部に4～5cmの縦皮切で行う(図4)。内側膝蓋支帯を展開する。

◆展開

内側膝蓋支帯の展開時、後方から膝蓋骨下方に伏在神経の膝蓋下枝が走行しており、これを確認し切離さないように注意する。内側広筋斜走部遠位縁に沿って、膝蓋骨内側縁2cmの所から後方まで内側膝蓋支帯を切離し、次に内側膝蓋支帯をMCL上部で縦に4～5cm切離し、下の層を展開する(図5)。

脂肪組織などを丁寧に剥離するとMPFLが露出する。従来は内側広筋斜走部遠位縁で内側膝蓋支帯を切離するときに、内側膝蓋支帯弁状片を作製し再建靱帯の上に被覆していたが⁹⁾、MPFL残存靱帯で被覆できる例が多いことから現在では作製していない。

図4 皮切

皮切は膝蓋骨と大腿骨内側上顆の中央部に約4～5cmの縦皮切で行う。

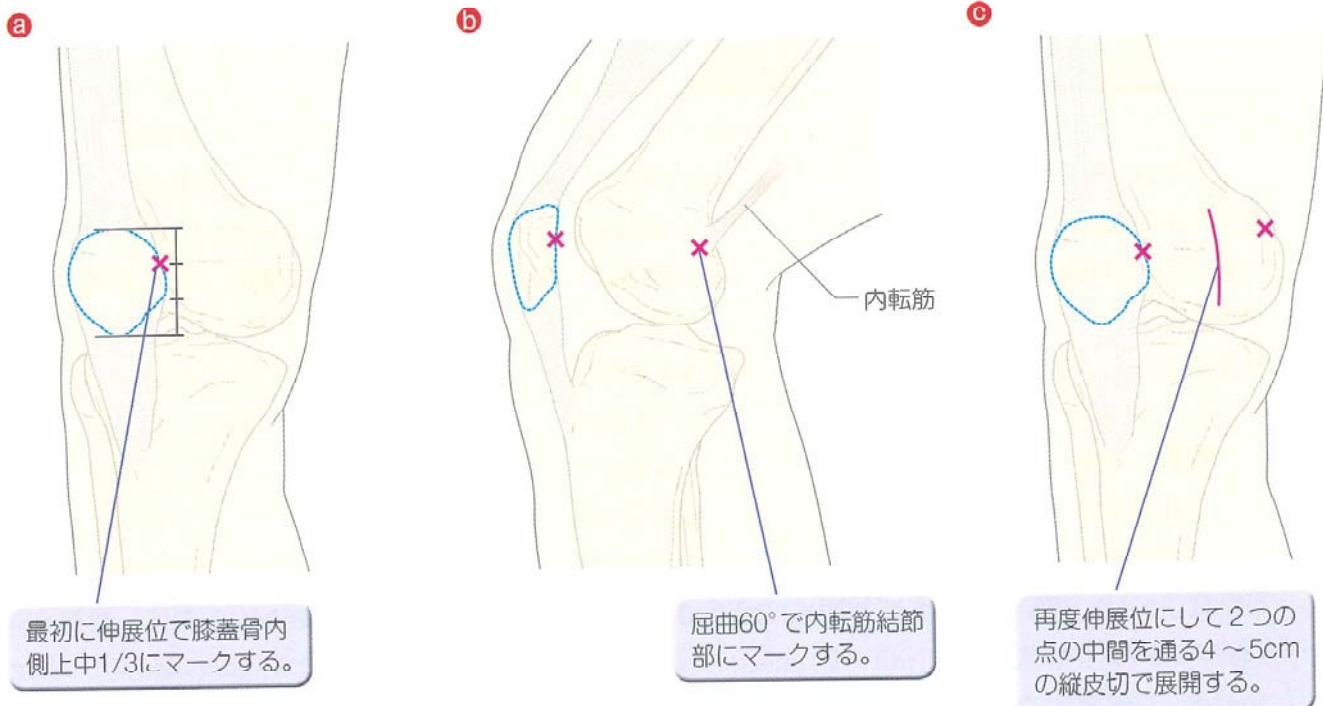


図5 内側膝蓋支帯の切開線

内側広筋斜走部遠位縁に沿って膝蓋骨内側縁2cmから後方まで内側膝蓋支帯を切離する。次に内側膝蓋支帯をMCL上部で縦に4～5cm切離する。

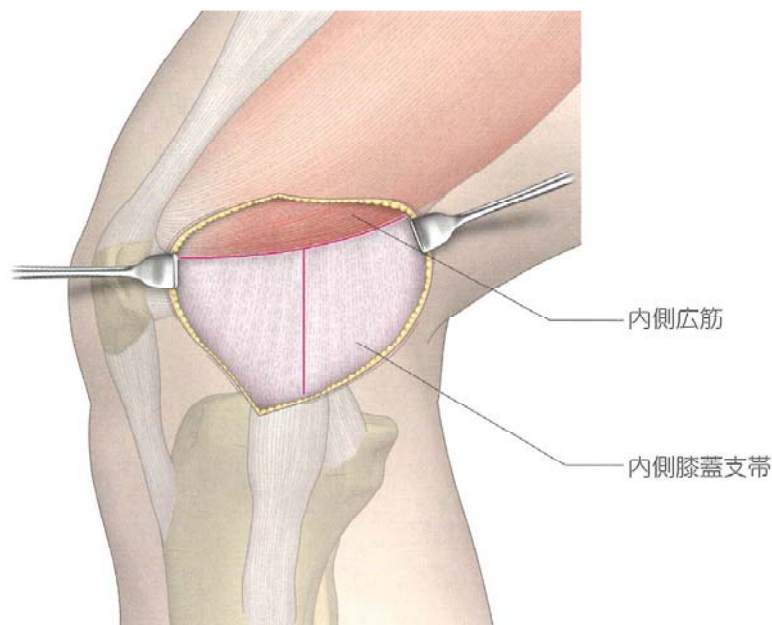
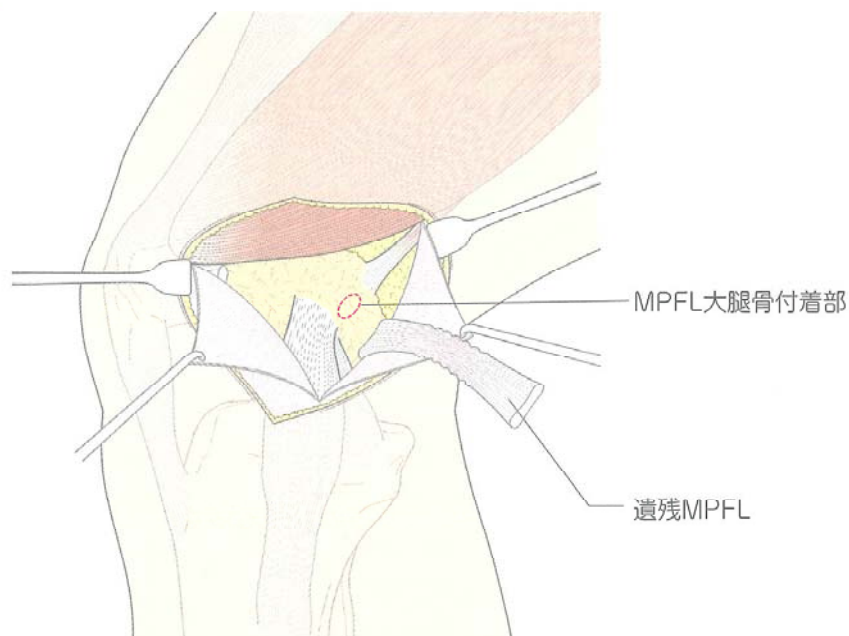


図6 MPFL遺残靱帯の切離・反転



再建手技

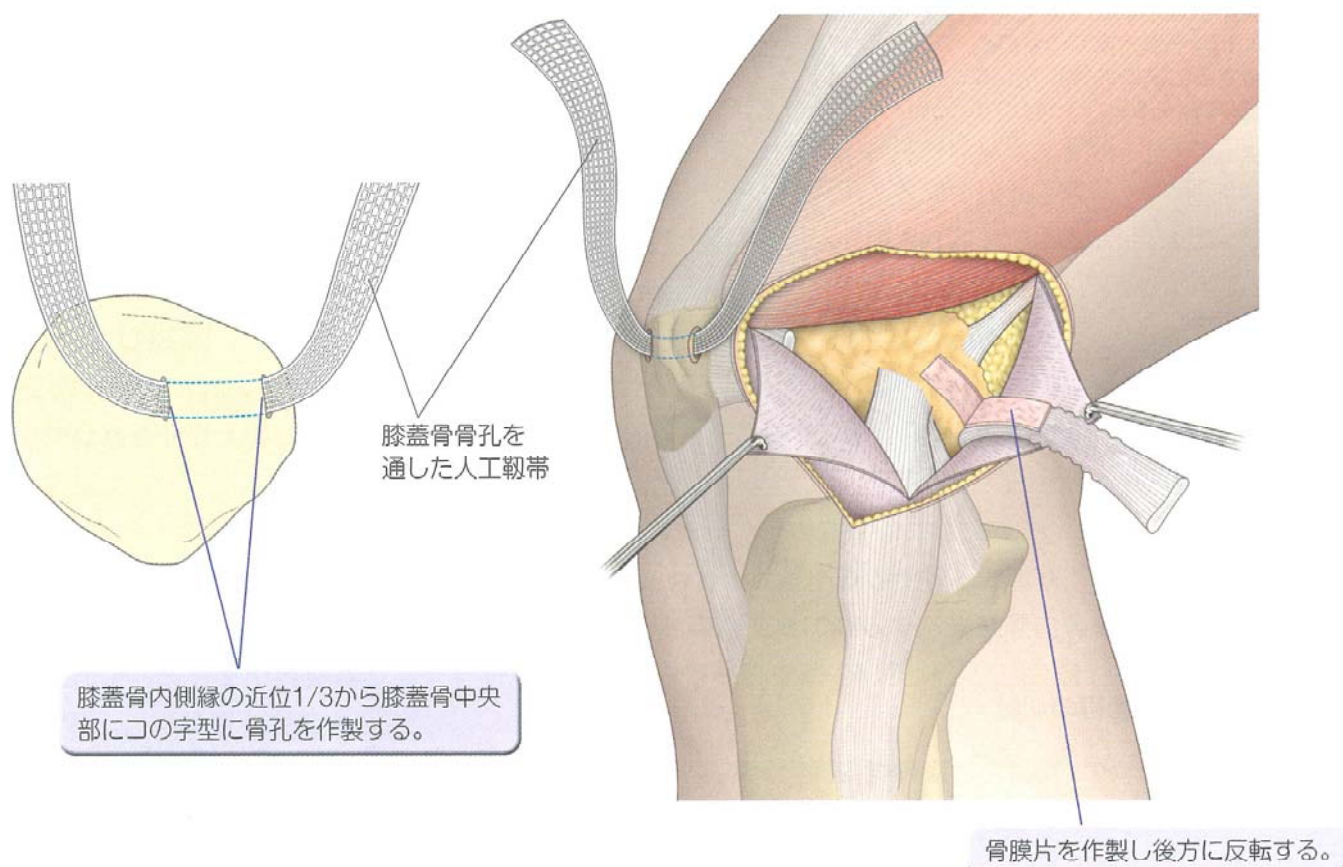
◆MPFL付着位置の同定

MPFLを展開し、MPFL遺残靱帯を膝蓋骨内縁から2cm位で切離し、後方関節包部につけたまま反転する(図6)。大内転筋の骨付着部である内転筋結節、および内側側副靱帯の大腿骨付着部である内側上顆を同定する。MPFLの表層線維は後方関節包まで連続しているが、MPFLの真の付着部である大腿骨付着部(深層線維)は内転筋結節の遠位部で、かつ内側上顆の後上部にあるため、この位置の同定が肝心となる。

◆骨膜反転

大腿骨付着部のポイントが決定したら、固定するステープルを被覆するための骨膜片(幅10mm、長さ20mm)を、2本のステープルが十分に被覆できるように作製し、後方に反転する(図7)。この骨膜反転はきわめて重要であるので必ず作製する。

図7 膝蓋骨骨孔の人工靱帯の挿入と反転骨膜の作製



◆膝蓋骨骨孔作製

膝蓋骨の骨孔は3.2mm径ドリルを用い、膝蓋骨内側縁の近位1/3から膝蓋骨中央部にコの字型に作製する。骨孔は膝蓋骨前面から約30°ほどの傾斜をつけ、膝蓋骨内縁側からの骨孔と膝蓋骨前面から骨孔のなす角度が120°程度にするのがよい。

◆人工靱帯の誘導

人工靱帯の膝蓋骨骨孔内への誘導には0.6mm径のワイヤーを2つ折りにしてカーブを付けて骨孔に通し、反対側にでたワイヤーの間に人工靱帯の端4～5cmを縦に半分に切り、その切った半分をワイヤーの間に引っ掛けると簡単に引き出せる。膝蓋骨骨孔に通した人工靱帯を2本束ねて内側膝蓋支帯のすぐ下の層を通して内側に引き出す。

◆人工靱帯の大腿骨固定

次に、人工靱帯の大腿骨の固定を行う。まず膝屈曲角度を60°にする^{9, 10)}。この靱帯固定時の角度がきわめて重要なポイントである。著者のlength patternの検討ではMPFL膝蓋骨付着部と大腿骨付着部中央の2点間距離は、膝屈曲0°と60°で最も長かった(図8)。

膝屈曲0°では大腿骨滑車部は平坦に近く、膝蓋骨の正常な位置の決定は難しい。しかし、膝屈曲60°では滑車は深く、膝蓋骨の整復位置の確認は膝蓋骨を押しつけて左右に動かすことで十分に確認できるため、著者^{9, 10)}は世界で初めて60°を推奨した。今日ではこの角度を推奨する報告が相次いでいる。

再建靱帯を固定する際に膝蓋骨が亜脱臼の状態で固定されれば、固定時にすでに再建靱帯は弛緩していることになる。従って、膝蓋骨が亜脱臼位であれば徒手的に整復位に戻す必要がある。

◆再建靱帯の固定

再建靱帯の遊びとしてTension spacer(高さ6mm程度)を靱帯下に置き、再建靱帯を軽く引っ張った状態で、まずは仮ステープルまたはステープル1本で固定する(図9)。この靱帯の遊びを作ることが重要である^{9, 10)}。Tension spacerを外し、膝関節を屈伸できる範囲で動かし、再建靱帯の緊張や膝蓋骨のトラッキングが良好であることを確認できたら、人工靱帯を折り返しステープルをもう1本固定する(double stapling法, 図10)。

図8 内側膝蓋大腿靱帯の膝蓋骨と大腿骨付着部の2点間距離の変化

MPFL膝蓋骨付着部と大腿骨付着部中央の2点間距離の変化は膝屈曲0°と60°で最も長い。

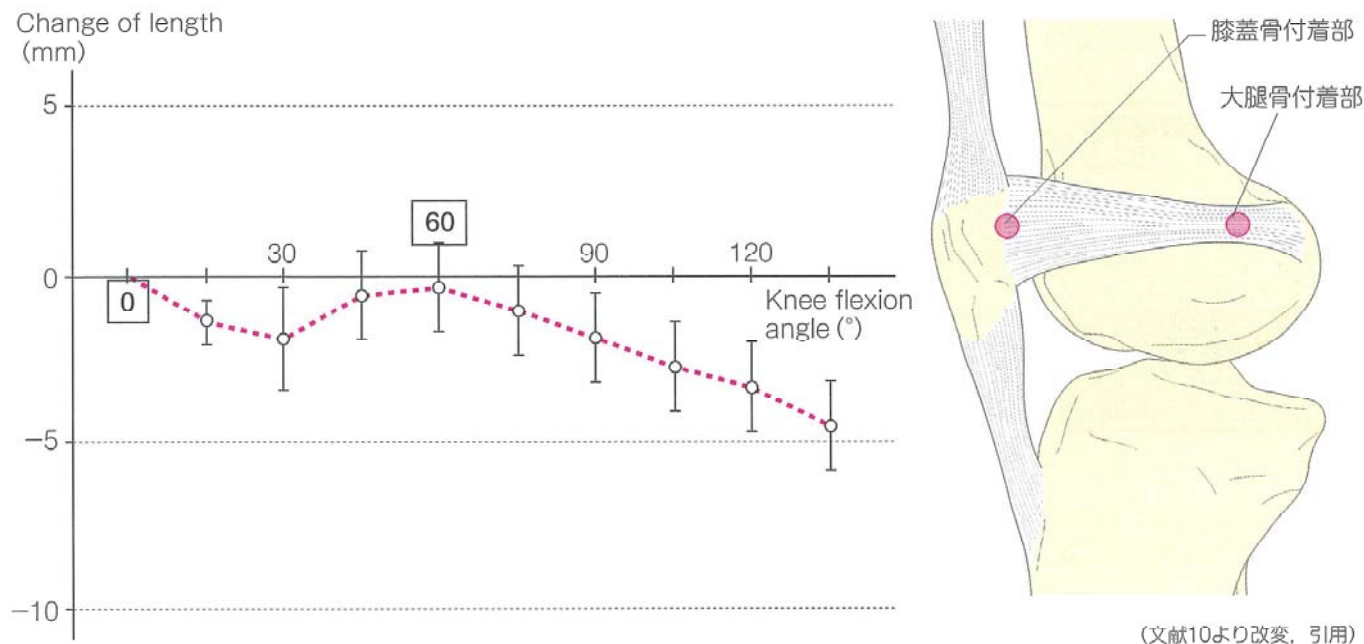


図9 再建靱帯の一時固定

再建靱帯の遊びとしてTension spacerを置き、再建靱帯を軽く引っ張った状態で仮ステープルまたはステープル1本で固定する。

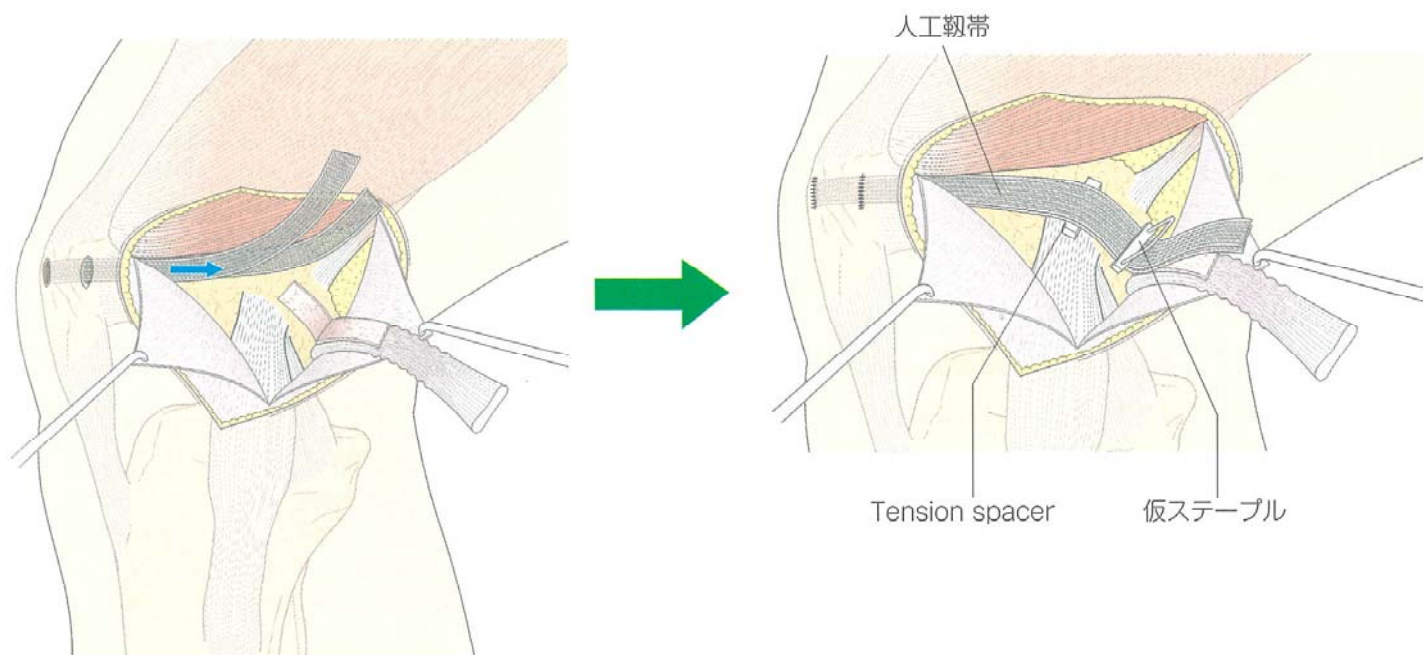


図10 double stapling法

人工靱帯を折り返し、ステープルをもう1本固定する。

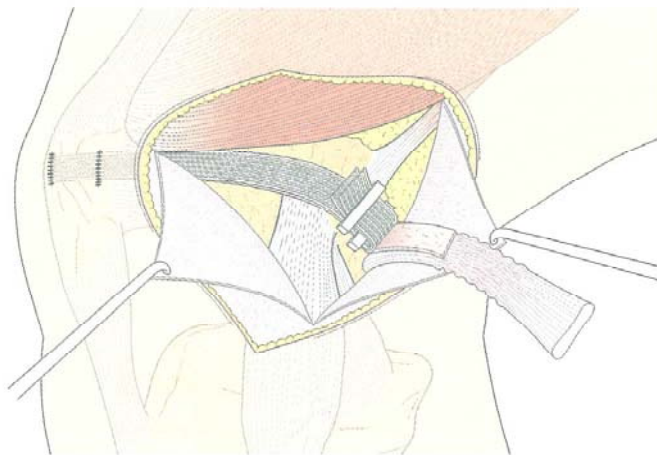
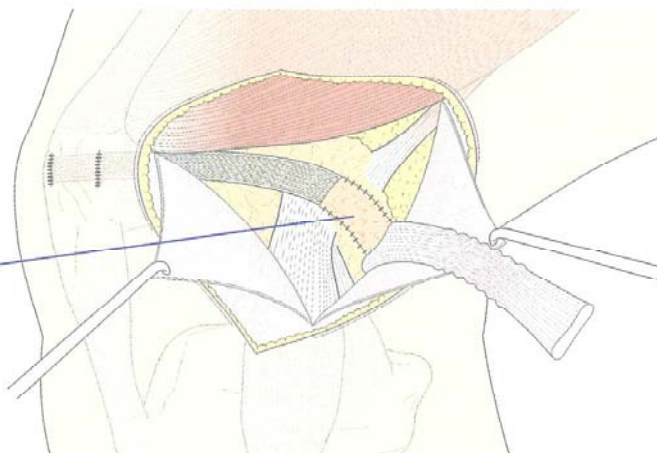


図11 反転骨膜被覆法

反転した骨膜片をステープルの上に十分に被覆するように人工靱帯に縫着する。



◆反転骨膜被覆

先に作製した骨膜片をステープルの上に十分に被覆するように、2-0バイクリルまたはサージロンで人工靱帯に縫着する(反転骨膜被覆法)(図11)^{9, 10)}。さらにMPFL遺残靱帯をステープル上の骨膜片から人工靱帯の全体を被覆するように、2-0バイクリルまたはサージロンで人工靱帯に縫着する(図12)。

内側膝蓋支帯と内側広筋斜走部遠位縁の縫合を行い、内側膝蓋支帯上にドレーンを留置する。外側解離術を行った場合は関節内と内側膝蓋支帯上の両方にドレーンが効くように設置するのがよい。

手術時間は、関節鏡検査・外側解離術を含めて約1時間で可能である。

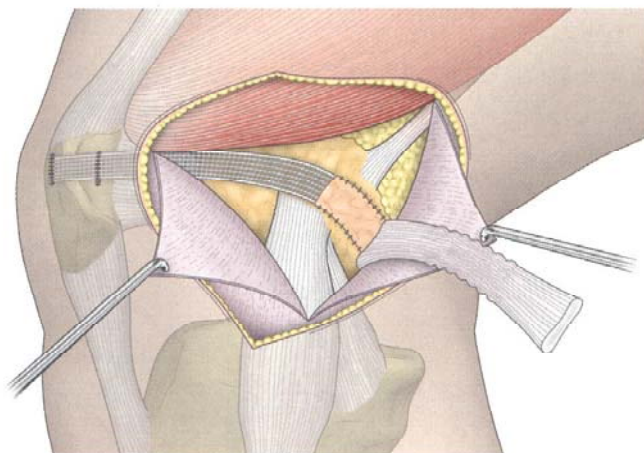
後療法

術後の外固定は膝伸展位でのknee braceなどの簡易膝固定装具で十分である。術後1日目よりSLRやセッティングなどの大腿四頭筋訓練を行う。2日目よりCPMを用いた可動域訓練を開始する。2日目から松葉杖または歩行器全荷重歩行を許可する。6日目から自信がつけば松葉杖・歩行器を外してのフリー歩行を許可する。

1週で90°以上の自動屈曲がたいてい得られ、退院できる。ジョギングや軽度のスポーツ参加は8週日から、フルスポーツは12週日から許可する^{9, 10)}。

図12 内側膝蓋大腿靱帯遺残靱帯の被覆

MPFL遺残靱帯をステープル上の骨膜片から人工靱帯の全体を被覆するように縫着する。



手術成績

今日、反復性膝蓋骨脱臼に対する手術法として、MPFL再建術が世界的に中心的な手術法となっている。報告は1993年の著者、Ellera Gomesの人工靱帯を用いた再建術が世界的な始まりである。

その後、今日までに約40個もの再建術の報告がなされている。MPFL再建術の成績については、約20個の十分なデータを有する報告では、再脱臼率は0～11%の範囲で、Kujala scoreは83～96点、Crosby-Insall評価法では83～100%と、過去の手術法に比し安定した成績が報告されている。

MPFL再建術の平均11.9年の長期報告では、再脱臼率は少なく長期的にも安定した成績であり、また遠位リアライメント法で高率にみられた長期経過後の膝蓋大腿関節の関節症変化の合併が少ないことも判明し、MPFL再建術の安全性が証明されている。

文献

- 1) Bicos J, Fukerson JP, et al : Current concepts review: the medial patellofemoral ligament. Am J Sports Med, 35 : 484-492, 2007.
- 2) Fithian DC, Paxton EW, et al : Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. Am J Sports Med, 32 : 1114-1121, 2004.
- 3) Nomura E, Inoue M : Cartilage lesions of the patella in recurrent patellar dislocation. Am J Sports Med, 32 : 498-502, 2004.
- 4) Sallay P, Poggi J, et al : Acute dislocation of the patella. A corrective pathoanatomic study. Am J Sports Med, 24 : 52-60, 1996.
- 5) Nomura E : Classification of lesions of the medial patellofemoral ligament in patellar dislocation. Int Orthop, 17 : 40-46, 1999.
- 6) Aglietti P, Buzzi R, et al : Surgery of the Knee. 3rd ed, Churchill Livingstone, 2001, p.913-1043.
- 7) Spritzer CE, Courneya DL, et al : Medial retinacular complex injury in acute patellar dislocation: MR findings and surgical implications. AJR, 168 : 117-122, 1997.
- 8) Nomura E, Inoue M, et al : Chondral and osteochondral injuries associated with acute patellar dislocation. Arthroscopy, 19 : 717-721, 2003.
- 9) Nomura E, Inoue M, et al : A mid-term follow-up of MPFL reconstruction using an artificial ligament for recurrent patellar dislocation. Knee, 7 : 211-215, 2000.
- 10) Nomura E : Surgical technique and rationale for MPFL reconstruction for recurrent patellar dislocation. Arthroscopy, 19(5), E47, 2003.

人工靱帯

Leeds-Keio 補強用メッシュⅡ

〈補綴用ファブリック〉



人工靱帯

Leeds-Keio 補強用メッシュⅡ 〈補綴用ファブリック〉

保険医療材料請求分類

靱帯・F8

LK2-40

〔シート状 40×500mm〕



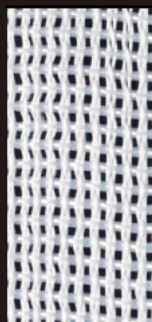
LK2-30

〔30×500mm〕



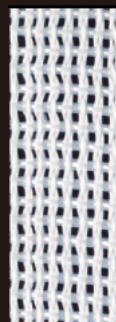
LK2-20

〔20×500mm〕



LK2-15

〔15×500mm〕



LK2-10

〔10×500mm〕



LK2-7

〔7×600mm〕



LK2-5

〔5×600mm〕



LK2-10-80

〔10×800mm〕



LK2-7-SA

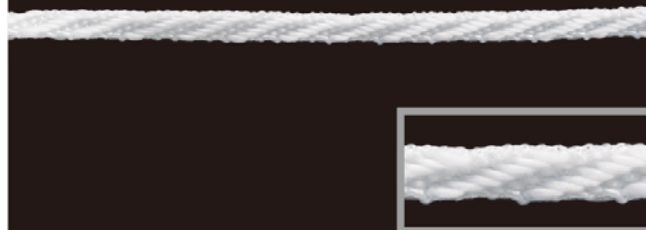
〔7×800mm〕



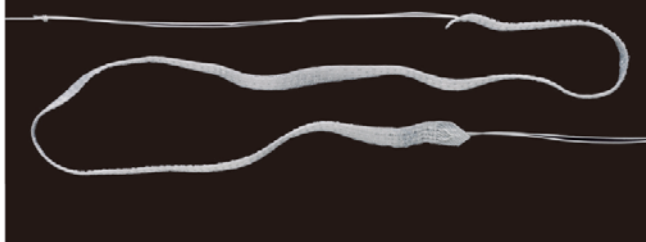
LK2-DT 〔筒状 16×600mm〕



LK2-3-D 〔タイトシート状 3×600mm〕



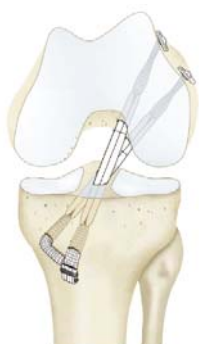
LK2-5T 〔筒状 8×500mm〕



〈承認番号 21300BZY00032000〉

“Leeds-Keio 補強用メッシュ II”の素材は、ポリエステル 100%

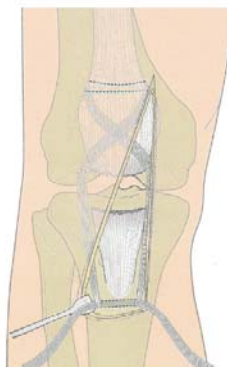
- 「筒状」、「シート状」、「タイトシート状」の三種類のタイプ
- 人工靱帯周囲に自家組織を誘導し、靱帯としての機能を再建・維持する、いわゆるscaffold typeの人工靱帯です。
- 平織りのため張力はすべて縦糸が受け持つようにできています。
- 放射線による滅菌処理を行っております。



ACL 鏡視下再建術

解剖学的2束再建ACL再建術

〈承認番号21300BZY00032000〉



書籍名：膝靱帯手術のすべて
文献タイトル：膝蓋腱断裂に対する再建術 松本秀男 先生
ページ数：P351
発行年：2013年
出版社名：株式会社メジカルビュー社

固定釘(1) 平面型

保険医療材料請求分類

固定釘・F5-a

ステープルY(チタン製ステープル)

[滅菌済]



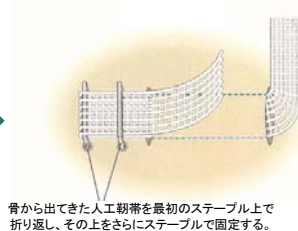
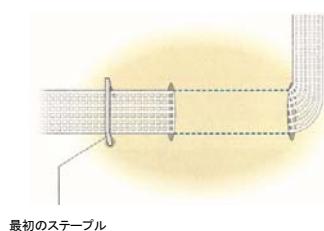
〈医療機器承認番号 30500BZX00053000〉
製造販売業者 株式会社 オーミック

チタン製スパイク付きステープル

[未滅菌]



〈医療機器承認番号 20300BZZ01257000〉
製造販売業者 高砂医科工業株式会社



書籍名：膝靱帯手術のすべて
文献タイトル：膝蓋腱断裂に対する再建術 松本秀男 先生
ページ数：P352
発行年：2013年
出版社名：株式会社メジカルビュー社



ステープル打込器



〈医療機器製造販売届出番号 13B1X00249SX0003〉 製造販売業者 ユフ精器株式会社

ステープル抜去器



〈医療機器製造販売届出番号 13B1X00249SK0001〉 製造販売業者 ユフ精器株式会社

ステープルピンデндラー



〈医療機器製造販売届出番号 13B1X00249SK0009〉 製造販売業者 ユフ精器株式会社

テンションメーター



〈医療機器製造販売届出番号 13B1X00249SX0003〉 製造販売業者 ユフ精器株式会社

LK 靱帯再建用 誘導ワイヤー



〈医療機器製造販売届出番号 13B1X00249SK0007〉

製造販売業者 ユフ精器株式会社

LK 膝蓋腱 中空ドリルセット



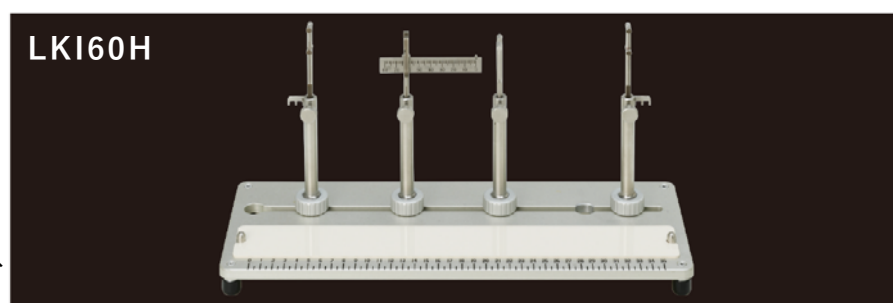
※ ガイドピンとしてキルシュナー鋼線2.0mmを使用する。

〈医療機器製造販売届出番号 13B1X00249SK0005〉
製造販売業者 ユフ精器株式会社

DENCHU グラフト作製器 ファッショナー

■ 1060-RIL

DENCHU専用 滅菌ケース



〈医療機器製造販売届出番号 13B1X00249SY0012〉

製造販売業者 ユフ精器株式会社

総販売元

Yufu ユフ精器株式会社
YUFU ITONAGA CO., LTD.
サージテック事業部
東京都文京区湯島2丁目31番20号 〒113-0034
TEL: 03-3811-3001 FAX: 03-3811-1651

注文先

埼玉商品管理センター
TEL. 048-875-1137
FAX. 048-875-8077

<http://www.yufu.co.jp/>



20260122

