

## 2. 股関節外転筋強化を中心とする運動療法

片岡晶志\*<sup>1</sup> 津村 弘\*<sup>2</sup>

**Key Words** 変形性膝関節症 (osteoarthritis of the knee)  
運動療法 (therapeutic exercise)  
股関節外転訓練 (hip abduction exercise)

変形性膝関節症(膝OA)は、高齢者のADL、QOLを低下させる大きな要因となっている。疼痛はもとより、平地歩行では歩行距離が短くなり、速度も遅くなる。また階段の使用に関して質問すると、ほとんどの患者は「手すりを使用している」か「避けている」という返事である。平成16年の厚生労働省の国民生活基礎調査において、変形性関節症は要支援となる原因では第2位の17.5%を、要介護となる原因では第5位の8.9%を占めていることが報告されている<sup>1)</sup>。

膝OAの保存的治療法の中で、初期、中期、末期のいずれの時期にも必要であり、効果が期待できるものに運動療法が挙げられる。薬物療法や装具療法で膝関節の疼痛や腫脹が消失しても筋肉の萎縮は回復しないであろうし、関節軟骨の破壊や滑膜炎の再発を予防するためにはこの萎縮した筋肉を再教育し、動的(dynamic)な安定性を強化しておくことが重要になってくる。膝OAの筋力訓練は筋力の維持・増大を目的に行われるが、その目的を遂行するためには毎日できてかつ手軽に自宅で行える必要がある。本項では日々の診療で筆者らが患者に指導している側臥位股関節外転訓練について詳述する。

### I. 下肢アライメント

日本人の一次性膝OAの多くは、内側型である。長嶺らはその解剖学的な特徴として①大腿

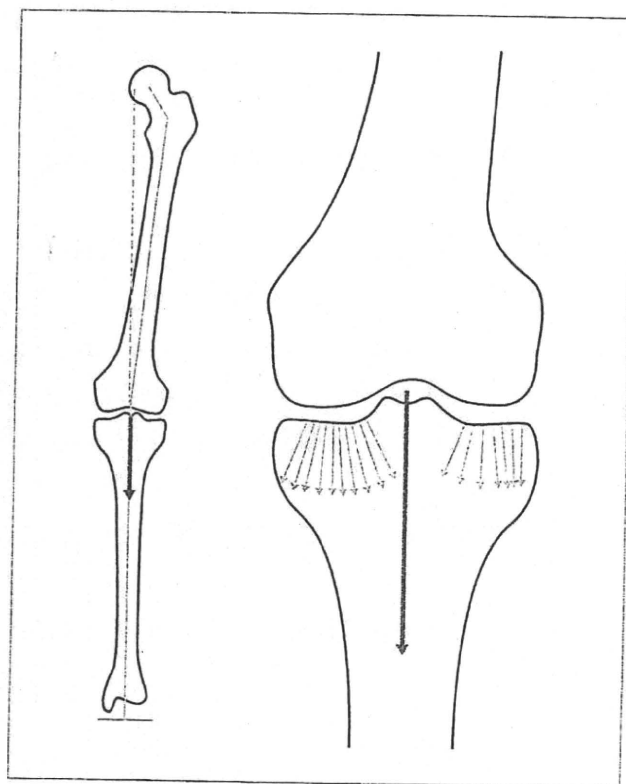


図1. FTA 174°の膝関節の接触圧分布(片脚起立時)内側により強く圧力がかかっている。

(文献6より引用)

骨骨幹部での外弯、②脛骨関節面での強い内反、③脛骨関節面中心は脛骨骨幹中心線より内側に偏位、④脛骨遠位は近位に対して内捻、を挙げている<sup>2)</sup>。すなわち欧米人に比べ脛骨関節面の内反が大きく、年齢が進むにつれて外側の支持機構が緩み不安定性が増強するとともに、大腿骨骨幹部が外弯し、膝関節を中心とした内反が増強すると説明している。

また、正常膝での両脚起立時には下肢機能軸は両膝関節のそれぞれ中央を通り内外側に均等に荷重されるが、片脚起立時には重心は体中心と股関節中心の間にあることが実感できる。これは2次元剛体バネモデルを用いたFTA 174°の膝関節における片脚起立時の接触圧分布において内外側関

\*<sup>1</sup>Masashi KATAOKA: 大分大学医学部附属病院リハビリテーション部准教授, \*<sup>2</sup>Hiroshi TSUMURA: 大分大学医学部整形外科教授

節面に圧力が分散されてはいるものの、内側により強く圧力がかかっていることでもわかる(図1)。正常な下肢アライメントでも体重は常に、膝関節に対して内反モーメントとして作用している<sup>3)~6)</sup>。

一方、大腿四頭筋は外反モーメントとして働くことが知られている。これまでの研究で以下の5点が証明されている。

- ① OA群では正常群より脛骨粗面は内方に存在。
- ② コンピュータシミュレーションでは脛骨粗面が内方にあると大腿四頭筋の外反モーメントが小さくなる。
- ③ 脛骨粗面の内方変位は正常なFTAをもつ症例でも内側型大腿脛骨関節症を引き起こす可能性がある。
- ④ 脛骨粗面の内方変位は内反変形の結果ではなく、原因である。
- ⑤ 脛骨粗面の位置は外側にあるほど大腿脛骨関

節の圧力分布は均一化するが、膝蓋骨の外側偏位力は増大する。

したがって脛骨粗面の理想的な位置が存在する<sup>7)8)</sup>。

## Ⅱ. 訓練方法

膝関節周辺の筋肉のみならず中殿筋や大殿筋、大腿筋膜張筋を強化することを目的とする。側臥位にて、①足関節を最大背屈させ、膝関節を伸展し、②脚を外転位に挙上させ、いったん静止する。このときやや前方に挙上しないことが大切である。③ゆっくりと下ろし、④全身の力を抜きリラックスする。1回の運動を4拍子のリズムにし、一定のテンポで行う。これを数回に分けてもよいので、1日100回を目標に指導している(図2)。

## Ⅲ. 大腿四頭筋への効果

『ランツ下肢臨床解剖学』によれば股関節外転時に最も働く筋は中殿筋であり、次に働く筋は大

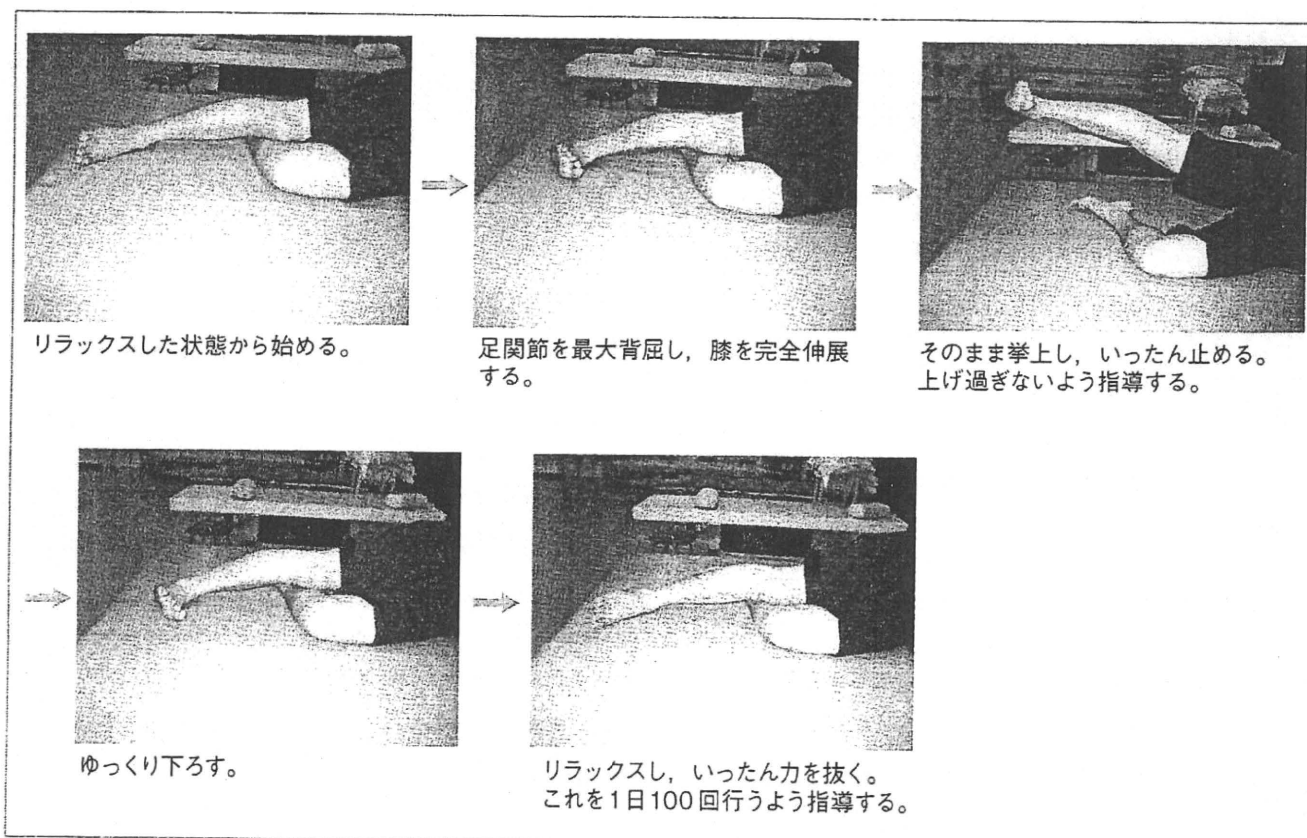


図2. 股関節外転筋訓練

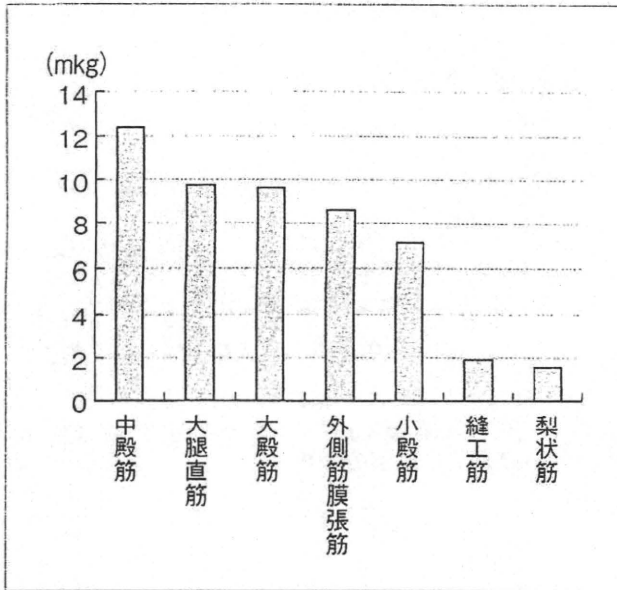


図3. 正常位から外転50°までの各筋の作業能  
(文献9より引用改変)

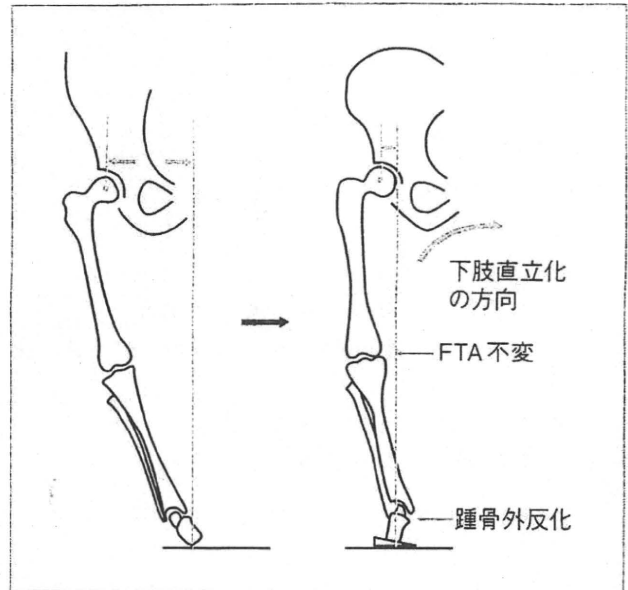


図4. 楔状足底板の使用における下肢軸の変化  
(文献10より引用)

腿直筋であると記載されている<sup>9)</sup>(図3)。健常者を対象に行った実験では、外転訓練時に足関節を背屈し、かつ膝関節をしっかり伸展させることが重要であることがわかった。膝関節を意識してしっかり伸展した場合に比べ、30°屈曲した場合には大腿四頭筋の働きが減少する。日常診療において、膝蓋骨骨折の術後にSLR (straight leg raising) ができなくても股関節外転訓練を行っていれば、いつのまにかSLRができるようになったと患者が満足している状況に遭遇することもランツ下肢解剖書のデータから理解できる。2次元剛体バネモデルを用いた実験でも、内側型膝OAに対して大腿四頭筋を作用させると、膝関節にかかる圧力は大きくなるが、接触圧分布は均一化傾向を示し、さらに外側の軟部組織の張力も減少する。これは脛骨粗面が外側に存在しQ角が存在することにより大腿四頭筋が外反力として働くためである。これが体重により発生する内反モーメントを相殺する。大腿四頭筋強化が膝OAに効果を示す根拠の1つである<sup>6)</sup>。

#### IV. 股関節外転運動のメカニズム

股関節外転訓練により骨盤が安定化し、さらに大腿四頭筋の筋力が増強する。これらはすべて膝

OAにpositiveに働く。さらに楔状足底挿板と似たメカニズムにより効果をもたらす<sup>13)</sup>。安田らは楔状足底挿板の効果のメカニズムについて、解剖学的FTAに変化はないが、機能的下肢軸が直立化し膝関節内側関節面に作用している過大な負荷を減少させることによると報告している<sup>10) 11)</sup>(図4)。つまり外側の高い足底挿板に対して足を接地させるためには、足底挿板の角度分だけ股関節を外転する必要があるが、それでは立位不可能であるため上半身を外側に傾けてバランスをとる必要がある。これにより荷重線が外側にずれて内側関節面の圧力が軽減される。一方、Todaらは、距骨下関節まで固定した足底挿板を装着するとFTAが変化し下肢機能軸が外側にシフトすることで、内側関節面に作用している過大な負荷を減少させると報告している<sup>12)</sup>。

#### V. これまでの研究

健常人において股関節外転運動を膝、足関節の肢位の違いや重錘の有無でそれぞれ中殿筋、大腿直筋、外側広筋、大腿筋膜張筋の働きを表面筋電計にて検討した。その結果、膝関節完全伸展と足関節最大背屈が最も重要であり、効率的な筋力訓練が可能となることがわかった。

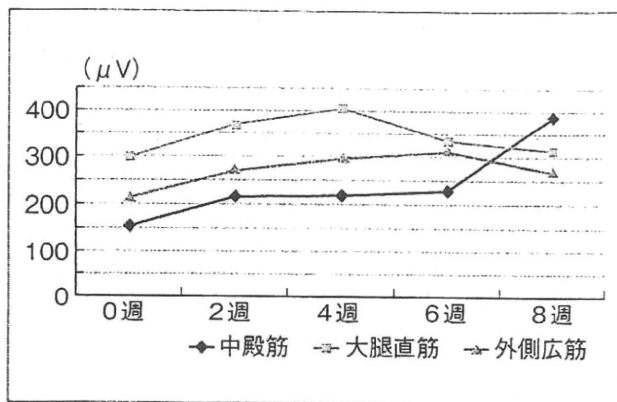


図5. 最大筋力の経時的変化(平均)  
中殿筋0～8週で有意差あり(\* $p < 0.05$ )。

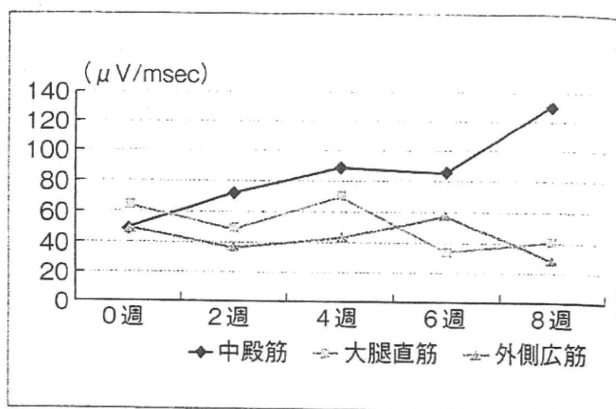


図6. 同一負荷(5kg重錘)での股関節外転運動における筋活動量の変化

さらに健常人10名を対象に1日100回、毎日右股関節外転訓練を行った。2週ごとに0.5kgの重錘を加えていき、計8週間行った。2週ごとに表面筋電計で中殿筋、大腿直筋、外側広筋の最大筋力と、5kgの同一負荷による股関節外転運動1回あたりの筋活動量を測定し、さらに足底圧測定器(foot scan)で足底圧と足圧中心を計測した<sup>14)</sup>。結果は大腿直筋、外側広筋ともに4週までは順調に筋力が增強したが、その後、低下していく傾向がみられた。一方、中殿筋は順調に筋力が增強した(図5)。また被験者に5kgの同一負荷を加え、股関節外転運動1回あたりの筋活動量を測定した結果、他の2筋に比べ中殿筋の筋活動は增強した(図6)。以上の結果より、訓練により中殿筋の筋力は増加し、筋収縮しやすくなる(使われやすくなる)ことが予測された。

足底圧測定器による検討では歩行時の左右のふらつきおよび片脚起立時の足圧中心の偏位には有意差はなかった。しかしながら歩行時の左右のふらつきに関しては確かに減少傾向であり、効果がうかがえた。また歩行時には足圧中心は左右両側とも外側に偏位する傾向がみられ、訓練側であった右側は有意に外側に偏位した。

現在、150名の膝OAの患者に対して介入研究を行っている。現在、結果待ちの状態であるが、これまででわかったことは、股関節外転訓練によって片脚起立時間が有意に延長することである。片脚立位時間が転倒・転落と有意に相関して

いることは報告されており、股関節外転訓練により骨盤・下肢が安定し転倒しにくくなると思われる。

股関節外転訓練は自分で行ってみると、結構辛い運動であることがわかる。これを100回行うよう患者に指導して、果たして自宅で行ってくれるか不安になってくる。しかし指導する医師がこの訓練が辛いことがわかっていれば、訓練のやり方や工夫、辛いときの対処方法など経験談としてアドバイスしやすい。まずは指導する医師に試していただきたい。

#### 文献

- 1) 厚生労働省：平成16年国民生活基礎調査の概況 (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa04/4-2.html>)
- 2) Nagamine R, Miura H, Bravo CV, et al : Anatomic variations should be considered in total knee arthroplasty. J Orthop Sci 5 : 232, 2000
- 3) 津村 弘, 吉田盛治, 家坂一穂ほか：バイオメカニクスよりみた片側型変形性膝関節症の成因. 関節外科 18 : 9, 1999
- 4) 津村 弘：関節のバイオメカニクス. 九州リウマチ 26 : 1, 2006
- 5) 津村 弘：膝関節と股関節のバイオメカニクス. 整形外科 57 : 1259, 2006
- 6) 池田真一, 津村 弘：変形性膝関節症に対する保存的治療に関わるバイオメカニクス. MB Orthop 20 : 95, 2007
- 7) 津村 弘, 森田秀穂, 姫野信吉ほか：大腿脛骨関節症の形態学的因子について. 膝 15 : 29, 1989
- 8) 津村 弘, 森田秀穂, 姫野信吉ほか：大腿脛骨関節症

- の形態学的因子について—第2報. 膝 16 : 98, 1990
- 9) Lang J, Wachsmuth W : ランツ下肢臨床解剖学 (山田致知, 津山直一監訳), 医学書院, 東京, p180, 1979
- 10) 安田和則, 加藤哲也, 佐々木鉄人ほか : 変形性膝関節症に対する楔状足底板の効果—その静力学的機序に関する検討. 臨床整外 14 : 677, 1979
- 11) Yasuda K, Sasaki T : The mechanics of treatment of the osteoarthritic knee with a wedged insole. Clin Orthop 215 : 162, 1987
- 12) Toda Y, Segal N, Kato A, et al : Effect of a novel insole on the subtalar joint of patients with medial compartment osteoarthritis of the knee. J Rheumatol 28 : 2705, 2001
- 13) 鳥巢岳彦, 津村 弘 : 変形性膝関節症の運動療法. 整形外科 39 : 217, 1988
- 14) 山下香美, 片岡晶志, 松本裕美ほか : 股関節外転訓練は変形性股関節症に有効か?—健常者による実験的研究. 第16回大分県リハビリテーション医学会誌 4 : 30, 2006

## 肥満の視点で考える

古賀良生, 大森 豪, 山際浩史

Key words : 膝関節症, 悪化要因, 肥満

変形性膝関節症(以下, 膝 OA)の治療にあたっては, その発生頻度, 自然経過を踏まえた悪化要因の関連を検討することが重要で, 高齢化社会の中で, 世界各地で疫学的検討が行われている。筆者は膝 OA の疫学調査を新潟県十日町市(旧東頸城郡松代町)で 28 年間にわたって行い, X 線結果と疼痛, 関節水症, 肥満をはじめ, 内反変形や筋力そして骨粗鬆症などとの関連について検討した。その結果から推察される膝 OA の進行様式について, 悪化要因としての特に肥満についての検討結果を内外の報告も加え説明する。

### I. 疫学的検討<sup>1)</sup>

#### 1. 調査対象

第 1 回の検診を 1979 年に 40~65 歳の松代町夏期住民検診対象者に対して行い, その後 2000 年まで対象年齢を 7 歳ずつ増やして行った。2007 年の第 5 回は 20 歳以上の住民に対して行った。4 回までの全検診参加者は 2,199 名に及び, 毎回 1,200 名(対象住民の 70%)以上の参加を得た。女性 452 名は 4 回全ての検診を受けていた。

#### 2. 調査方法

検診方法は膝痛や水症穿刺の既往などに関する問診, 立位の下肢アライメントや脊柱変形, 歩容, 腫脹, 圧痛の有無などの視触診, 身長, 体重, 膝関節自他動運動, 股関節内外旋角度可動域などの計測に加え全例に立位両膝正面の X 線撮影を行った。X 線は Kellgren-Lawrence 分類に準じた関節裂隙狭小化による grade 0 からの 5 段階評

価を行った。画像をデジタル化した後, FTA (femoro-tibial angle, 膝外側角)や関節裂隙幅, 骨皮質幅などをデジタイズし計測した。

#### 3. 結果

##### 1) X 線評価による膝 OA の頻度・性差

過去 5 回の調査の grade II 以上の頻度を 5 歳ごとの年齢群別に示す(図 1, 3)。男女とも 70 歳を超えて指数関数的に頻度が増加し, 女性の 80 歳以上では 70%を超えた。また, 第 1 回検診の 40~45 歳の群のみで男性の頻度が女性より高かった。このことは若年発生例に外傷性の要因が多く, これが男性に顕著であることを示す。そしてどの報告にもない 80 歳代の頻度を示し, 高齢化で膝 OA が急増する傾向を明確に示した。

##### 2) 悪化要因について

悪化要因については, 問診結果から疼痛を持つものや関節水症の既往を持つものが, 特に若年において膝 OA 進行に関連し, 炎症の強さが悪化要因であることが考えられた。生活習慣でよく問題とされる正座や喫煙習慣は進行との関連を認めなかった。内反変形(O 脚)は進行に伴って内反変形が進むことは明らかである。素因として O 脚の影響は縦断的検討で著明に進行した群と不変群に, 21 年前の内反度初めて推計学的有意差を認めた。内反膝が膝 OA の素因であることを証明できたが, その要素が明確になるには長期間の荷重状態の影響により明らかになることを示している。膝伸展筋力も悪化に伴い低下を認め, 縦断的にも筋力低下と進行に関連が示唆された。また,

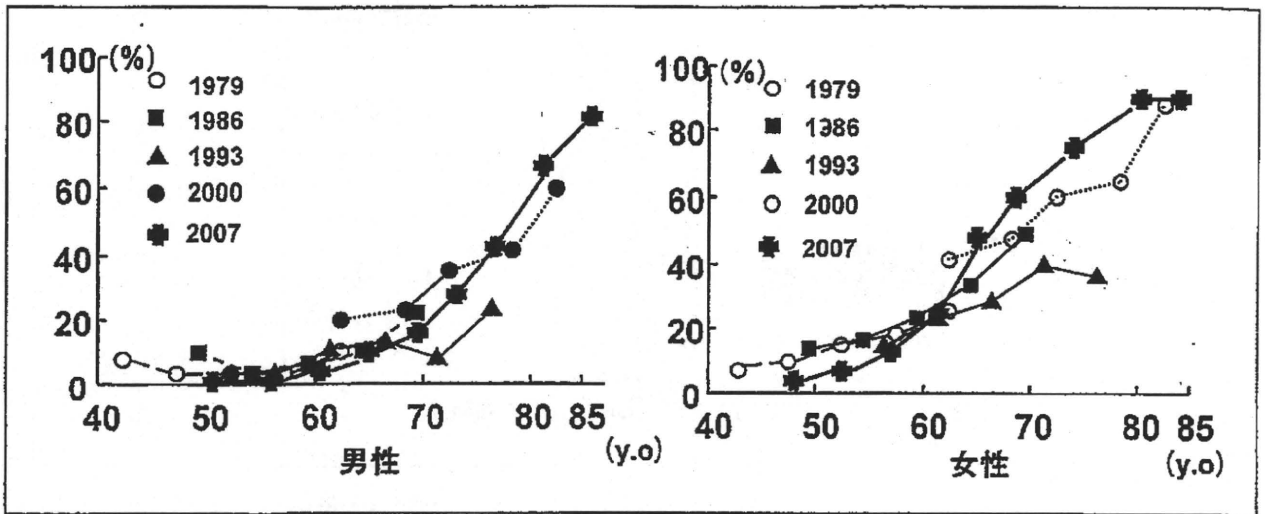


図1. 第1~5検診の5歳毎の grade II以上の発生率

歩容の観察で立脚歩行初期の膝 OA の異常歩行 lateral thrust(横ブレ)は女性に多く、進行に伴い増加する。この thrust は膝内反度や股関節内旋の制限、外旋歩行と関連していた。これら一連の測定結果は、変形性関節症の進行に伴い膝においては伸展制限や内反を生じ、歩行時では足部は外旋し、股関節では内旋の制限をきたしていたとまとめられる。また、膝の伸展筋力の低下と関連し、関節の不安定性とともに thrust を生ずる一連した加齢に伴う変化が膝 OA の進行に関与していた。骨粗鬆症との関連では、踵骨骨塩量では膝 OA とは逆に肥満のものに骨量が多い傾向を認め、年齢の要素を除外すると骨塩量と膝 OA には有意な関連は認めなかった。しかし円背の観察では膝 OA の進行とともに円背の程度も進んでいた。閉経年齢については膝 OA の進行度との関連はなかった。骨皮質幅の測定で、脛骨において女性のみ内側の骨皮質の増大が進行とともに有意に増加し、内反度との関係でも、内反が内側の骨皮質幅の増加に関連することがわかった。第1回と第4回 X 線計測値を縦断的に検討し、FTA とともに骨皮質幅と脛骨傾斜角においても同様に素因としての有意差を認めた。

これらから、膝 OA において脛骨傾斜や膝内反といった構造的素因は早期から影響を与え、骨皮

質幅の増加といった反応が生じていることを示している。古くから膝 OA の危険因子として加齢、女性、肥満、内反変形が挙げられてきた。女性に多い原因として関節の動揺性や筋力が関係し、歩行時の thrust や外旋歩行や股関節の内旋制限といった下肢全体の構造的な破綻が生じていることが、それが運動や動的な変化につながっていることが明らかとなった。

### 3) 肥満との関連

a) 横断的検討：肥満との関連を横断的に検討したところ(図2)、4回目の性別 grade 別の肥満度を body mass index (BMI) でみてその進行度との関連をみると、女性において著明に grade の進行と肥満との関連がわかる。これは過去の3回の検討でも同様の傾向であった。

これを身長と体重について年齢でみたところ(図3)、70歳以上で女性において著明な低身長化を認め、体重も減少するが有意な変化ではない。肥満度を BMI で評価することが一般的であるが、BMI が身長の係数であることから、高齢化に伴うこの低身長化の影響を考慮する必要がある。除脂肪体重などの変化からも肥満が悪化因子であることは明確(図4)であるが、BMI を高齢者において検討する際に注意が必要と考えられる。

b) 縦断的検討：肥満との関連を縦断的に検討

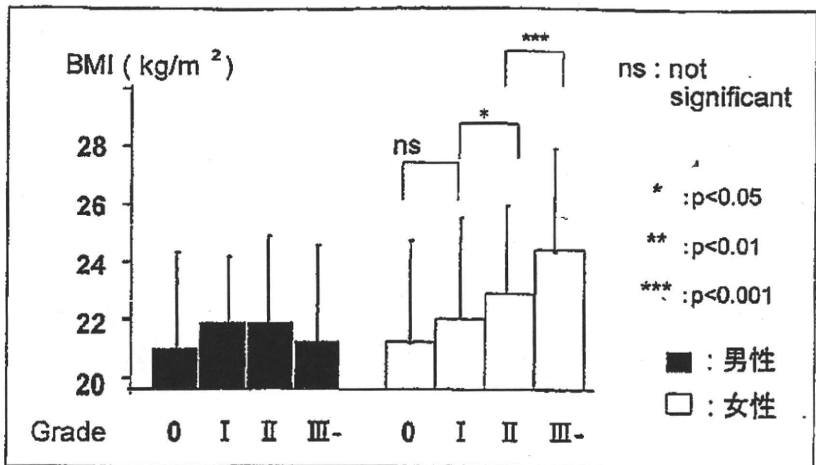


図2. 性別 grade 別肥満度 (BMI) (第4回検診)

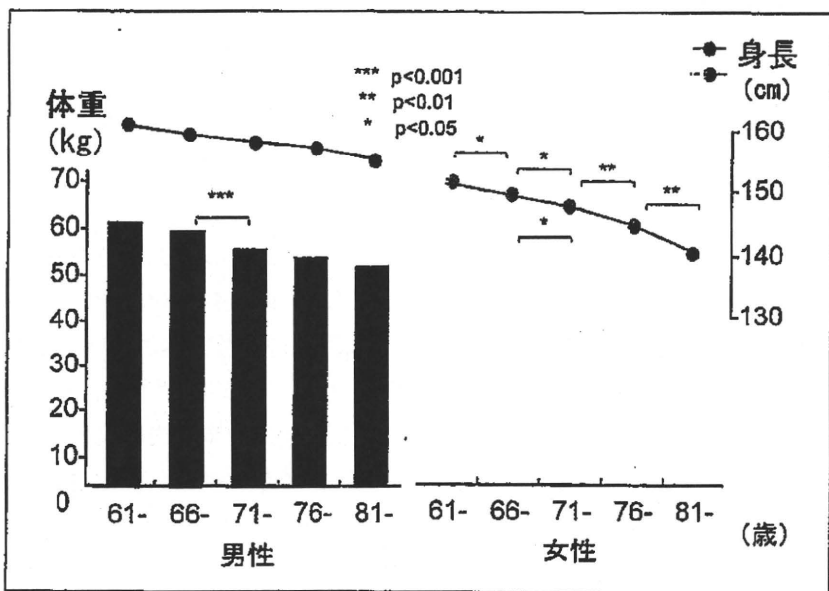


図3. 年齢別, 身長, 体重

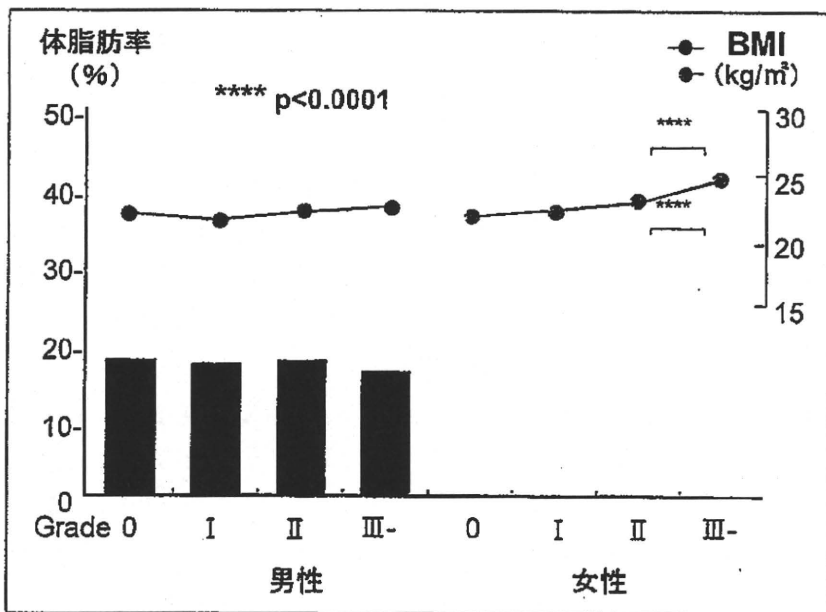


図4. Grade 別体脂肪率とBMI



初回 grade 0, I (1979年) の 21年後の悪化率と肥満度	
平均BMI (2000年)	悪化群: 23.2 不変群: 22.1 (** : P<0.01)
1979年BMIの 2000年悪化率	>22 66% <22 34% (** : P<0.01)
1979年BMI>22 の肥満者の2000年悪化率	>22 (肥満) 70% <22 (減量) 48% (* : P<0.05)

図5. 肥満について初回 grade 0, I の縦断検討結果

したところ(図5), 肥満について初回 grade 0, I の者について, 21年間に悪化した者と変化しなかった者では, 肥満であるほうが悪化すると言える。

21年前の時点で BMI 22 以上の肥満であった者, そうでない者との進行率の比較で肥満の悪化率が有意に高い。若年での肥満はその後の膝への影響を示している。

そして, 21年前の肥満であった者がその後やせた者と, 肥満のままであった者とを比較した。肥満のままの者が有意に進行している。減量の進行防止への効果を示すものである。

c) 多重ロジスティック解析による分析: 過去の報告における膝 OA の主な疫学要因として加齢, 女性, 肥満などについて検討したところ, これらの要因は多くが加齢に伴う変化であり, その影響の強さについては多変量解析などの推計学的検討が必要である。多重ロジスティック解析で, 膝 OA のオッズ比から, 加齢や性別, thrust の有無, 関節水症の既往や内反変形の順で影響が強い(表1)。

性別の要素が強いことから男女別にみると, 年齢の次に肥満までの要素として男性では関節水症の既往と thrust の有無, 女性では内反に thrust の有無の順で進行要因に性差があることがわかる(表2)。

表1. 多重ロジスティック解析による疫学要因

Grade II以上の膝 OA 性別, 年齢, 関節水症の既往, BMI, Thrust, FTA		
		オッズ比
年齢	60代に対し70代 80代	1.91 5.86
性別	男性に対し女性	2.526
Thrust	なしに対しあり	2.316
関節水症	既往なしに対しあり	2.222
BMI	中央値から低い群に対し高い群	2.039
FTA	中央値から低い群に対し高い群	1.998

表2. 多重ロジスティック解析による疫学要因・性別での検討

(膝 OA Grade II以上の出現に対し) 年齢, 関節水症の既往, BMI, Thrust, FTA			
(男性)	オッズ比	(女性)	オッズ比
年齢 70歳代	2.279	年齢 70歳代	1.701
80歳代	7.002	80歳代	5.631
関節水症	3.253	FTA	2.436
Thrust	2.237	Thrust	2.148
BMI	2.173	BMI	1.948
FTA	1.643	関節水症	1.849

## II. 膝 OA と肥満—内外の報告<sup>2)</sup>

内外の報告でも肥満と膝 OA との有意な関連を示すものは多い。英国 Lawrence の調査では, 膝 OA のうち男性で 22%, 女性で 39% に肥満が認められたとしている<sup>3)</sup>。米国 NHANES-I では肥満の程度を BMI(体重(kg)/身長(m)<sup>2</sup>)で示し, 肥満を BMI が 30 より大きいと定義した場合, 女性では 3.8 倍, 男性では 4.7 倍と男性の方が膝 OA の相対危険度が増加すると報告した<sup>4)</sup>。また, NHANES-I では, 膝 OA における膝痛の有無で BMI に差がないことから肥満は膝 OA による結果ではなく risk factor の可能性が高いこと, さらに肥満者では両側性の膝 OA が片側性に比べて有意に多いことも報告している<sup>5)6)</sup>。

同じ米国の Framingham study でも BMI と膝 OA の発生率には有意な相関を認めているが、NHANES-I と異なり、女性でより強い相関関係がみられたとしている<sup>7)</sup>。さらに若い時期の肥満が膝 OA の潜在的な危険因子であることや減量が膝 OA の進行を防ぐ因子であることも報告している<sup>8)</sup>。オランダの Zoetemeer study では、BMI が 25 以下で 1.6 倍、25 以上で 3.8 倍に危険度が増すとしている<sup>9)</sup>。英国の Chingford study では、初回調査で肥満であった女性の 47% に 6 年後に膝 OA が発生したのに対して肥満でない女性での発生率は僅か 10% であったとしている<sup>10)</sup>。

我が国においては、中条<sup>11)</sup>や末松<sup>12)</sup>らは膝 OA と肥満との間に有意な関係は認めるとは至らなかったとしているが、前述した松代膝検診<sup>13)14)</sup>や須藤<sup>15)</sup>、吉村ら<sup>16)</sup>の調査では BMI と膝 OA の有意な相関関係が報告されている。

また、肥満が膝 OA に影響するメカニズムとして、次項に述べる高脂血症、高血圧、血糖値などの代謝性疾患による作用と下肢のアライメントや関節の不安定性、筋力などとの関連で膝にかかる機械的負荷による作用の 2 つが考えられる。これまでの研究では、代謝性疾患による作用は少なく、むしろ機械的負荷による作用が大きいとする報告が多い。

### Ⅲ. 肥満と膝 OA の機械的負荷<sup>17)</sup>

疫学調査で膝 OA が膝の軟骨退行変性が、下肢全体の構築学的な変化を基に力学的要因で進行していることが判明した。その力学的な機序を検討する上で運動解析が有力な研究手段である。過去の研究で膝 OA の異常運動は screw home 運動の波綻と歩行立脚初期の lateral thrust が特徴的で、いずれも伸展域近くの波綻で荷重時の関節適合性との関連が問題とされている。膝関節 3 次元運動の解析結果について疫学要因との関連で進行過程を検討した。

#### 1. 方法—3 次元膝関節運動解析法

6 自由度電気角度計の測定値を、デジタル X 線

(FCR) による 2 方向撮影で解剖学的な座標系の変化として評価した。X 線情報はコンピューターに呼び込み、電気角度計の位置と方向、つぎに大腿骨・脛骨の座標系を設定する。これにより電気角度計の運動変化は大腿骨と脛骨の解剖学的座標系の変化として表示される。

## 2. 結果

### 1) 膝 OA の異常運動パターン

a) screw home 運動の波綻：健常膝では屈曲 30° から最終伸展まで脛骨の外旋 (screw home 運動) が確認できる。この運動は健常と grade I までの 90% 以上に認めた。膝 OA の進行に伴い内旋を呈する例が多くなる。

b) 歩容 (double knee action の消失と lateral thrust の出現)：歩行解析により、膝 OA では立脚期の膝屈曲角の減少 (double knee action の消失) と、立脚歩行初期において lateral thrust を急激な内反として認められる。

### 2) 歩行立脚初期の脛骨回旋中心

歩行の立脚初期の 2 つの屈曲位から脛骨関節面の回旋中心を推定した。回旋中心は外側にあるものが多く、外旋を生じたものは高度で増加した。

### 3) 人工関節の術前運動と軟骨欠損の位置と大きさとの関連

人工関節の手術時摘出脛骨関節面を軟骨欠損の範囲と術前運動解析の結果と比較した。術前全例が歩行時の立脚初期に thrust を認めた。その脛骨回旋中心の移動で外旋を多く認めたが、軟骨欠損面の広がりによって回旋しない例が増加していた。

### 3. 運動解析から見た膝 OA の進行過程と疫学要因との関連

運動解析で健常者を含め立脚初期は内反で、その際の脛骨関節面の回旋中心が外側であった。このことは大腿・脛骨軟骨間の剪断力が内側で大きいことを示し、内側の軟骨摩擦から内反変形を生ずる要因となると考えられる。

回旋中心が進行にともない外側を前方へ移動し外旋を生ずるものが増加した。回旋が変化するこ

とは関節面形状の変化の影響で、前方への移動は double knee action の消失で明らかのように膝 OA による歩行立脚期の膝屈曲角の減少が影響していると考えられる。

人工関節の術前のような終末像で関節面欠損の拡大にともない内反要素のみ残存し回旋要素が消失した。これらは運動破綻と適合性変化が関連して進行していることを示している。

荷重・非荷重での内反の変化は女性に大きかった。疫学調査の初期膝 OA の X 線上の内側関節裂隙の狭小化が外側関節裂隙の拡大をともなうことが示されたように、初期における関節適合性の変化が生じているため、初期膝 OA 変化における関節弛緩性と筋力の低下の関与が考えられた。その運動破綻の一つとして疫学調査で進行と関連した lateral thrust が注目され、これは内反変形で増強し軟骨破壊へ至る機序が推察される。

以上のように、これら運動解析結果は疫学要因として女性に有意であった肥満、内反変形、関節弛緩性や筋力の弱さ、lateral thrust と膝 OA の進展過程の関連を示している。軟骨破壊が運動による関節間での剪断力によるとすれば、力は加速度と質量の積とするニュートンの力学の第 2 法則による関連で理解ができる。すなわち、関節軟骨の破壊(膝 OA の進展)は異常運動(lateral thrust)と体重が大きく係わる。

## IV. 治療上の問題・減量<sup>18)</sup>

### 1. 危険因子としての肥満

肥満は膝 OA の進行における明らかな危険因子で、その最大の理由は膝への過負荷であることは疑いない。カナダにおいては、下肢人工関節置換術(TKA)を受けた患者の肥満者の比率は一般人口の 2 倍であったとされ、TKA の成績にとって、中等度の肥満は短期的には問題ないが、BMI が 30 以上である場合にマイナス要因になる<sup>19)</sup>という報告もあり、単なるリスクファクターのみならず、治療上も問題となる。

近年、肥満を生活習慣病としての観点から、膝

OA の危険因子とされている。なかでも、脂肪細胞から分泌され、食欲の抑制やエネルギー代謝の増大を介して体脂肪量の調節、飢餓への適応をつかさどるホルモンであるレプチンが、脂質代謝・肥満の観点から注目を集めている。肥満を伴う膝 OA 患者に対する食事指導による減量や、減量と運動療法の組み合わせにより、血清中のレプチンが低下しうることが示された<sup>20)</sup>。肥満症患者に減量治療を行うと、まず初めに内臓脂肪が減少し、逆に太りはじめると内臓脂肪の蓄積が初めに観察される。減量によりレプチンが低下すること、さらには身体機能と症状の改善が認められたことより、減量は単なる力学的負荷を減少させるだけでなく、膝 OA の自然経過にも影響を与える可能性もあると考えられる。

### 2. 減量の効果の検証

減量は、関節にかかる力学的負荷を軽減することができ、重要な保存的治療のひとつである。日常診療でも減量により膝痛が減少することを経験されるが、その科学的検証は難しい。中年以降の患者においては、減量は簡単ではなく、それを勧めるにはそれなりの証明がなければ難しい。戸田<sup>21)</sup>は、BMI 26.4 以上の肥満女性の膝 OA 患者を対象に各種保存療法を 8 週間行い、その治療成績を体重に対する下肢筋肉量の割合(下肢筋率)と Lequesne の重症度指数の変化で比較した。減量療法は 1 日 1 回食欲抑制剤を内服し、朝食と昼食の代わりに低カロリー高栄養価スープを摂取させた。重症度指数と下肢筋率は、筋力訓練群がコントロール群に比し、また減量訓練群が減量単独群に比し有意に改善し、減量と筋力訓練を併用した群が最もよかったと報告している。また、減量単独では、下肢筋肉量が減少して、体重に対する下肢筋力量(下肢筋率)はコントロール群とは有意な差は認めなかった。また、米国の報告(Arthritis, Diet, and Activity Program Trial: ADAPT)でも、18 か月の減量と運動療法の併用により、WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) function score が

意に改善<sup>2)</sup>したが、減量単独では有意ではなく、節裂隙の狭小化については有意差がなかったとされている。これらのことより、膝に対する単純な重負荷だけを考えるならば減量単独でも効果はるかもしれないが、周囲筋の萎縮が同時に起こるのであれば、減量による効果はマイナスとなる可能性もあり、同時に筋力訓練、特に大腿四頭筋訓練はぜひ併用することが重要である。

### 減量の効果の継続性

減量の効果がどのくらい継続するかは、難しいを含んでいる。戸田ら<sup>23)24)</sup>は、6週間の運動やホの減量療法プログラムに参加した膝 OA 患ひ 1 年後の治療継続率と症状軽快持続度について検討した。1 年後の治療継続率は全体で 60% であり、特に減量単独群では 31% にとどまっていた。また、全体でみると 30% 以上に治療前に比べて症状の悪化がみられたが、減量単独では約 5% に症状の悪化がみられた。治療継続率と症状と持続の間には統計学的に有意な相関が示されたため、治療継続が大切で、ゲーム性を持たせる、習慣の是正、連帯意識を持たせるなどが有効案している。

### 栄養指導の問題点

栄養指導について、医師が行うのは時間的制約あり、実際的ではない。外来患者に対する大腿筋訓練と合わせて効果を検討した筆者らの経緯は、医師の外来診察中の説明と指導では、減量を認めず、かえって平均体重が増加し、栄養による栄養調査と食事指導を行った例では全減量効果を認め<sup>25)</sup>、栄養士の関与が重要である重要な点として膝 OA に対する減量は、食事単独ではなく、原則として下肢筋力訓練を併ある。

状

古賀良生：疫学調査による変形性膝関節症の病態。古賀良生編。変形性膝関節症 病態と保存療法。44-68, 南江堂, 2008。

- 2) 大森 豪：変形性膝関節症の疫学要因。古賀良生編。変形性膝関節症 病態と保存療法。69-87, 南江堂, 2008。
- 3) Lawrence JS, Bremner JM, Brief F : Osteoarthritis. Prevalence in the population and relationship between symptoms and X-ray changes. *Ann Rheum Dis*, 17 : 388-396, 1958.
- 4) Davis MA, Ettinger WH, Neuhaus JM, et al : Sex differences in osteoarthritis of the knee ; The role of obesity. *Am J Epidemiol*, 127 : 1019-1030, 1988.
- 5) Davis MA, Ettinger WH, Neuhaus JM, et al : The association of knee injury and obesity with unilateral and bilateral osteoarthritis of the knee. *Am J Epidemiol*, 130 : 278-288, 1989.
- 6) Davis MA, Ettinger WH, Neuhaus JM, et al : Obesity and osteoarthritis of the knee ; evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES- I). *Semin Arthritis Rheum*, 20 : 34-41, 1990.
- 7) Felson DT, Anderson JJ, Naimark A, et al : Obesity and knee osteoarthritis ; The Framingham study. *Ann Intern Med*, 109 : 18-24, 1988.
- 8) Felson DT : The epidemiology of knee osteoarthritis ; Results from the Framingham osteoarthritis study. *Semin Arthritis Rheum*, 20 : 42-50, 1990.
- 9) Schouten JSAG, van den Ouweland FA, Valkenburg HA : A 12 year follow up study in the general population on prognostic factors of cartilage loss in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis*, 51 : 932-937, 1992.
- 10) Hart DJ, Doyle DV, Spector TD, et al : Incidence and risk factors for radiographic knee osteoarthritis middle-aged women ; the Chingford Study. *J Rheumatol*, 42 : 17-24, 1999.
- 11) 中条 仁, 遠藤博之, 小坂志朗ほか：東北地方における変形性膝関節症の疫学。東北整災誌, 10 : 23-27, 1966。
- 12) 末松典明, 小野沢敏弘, 鈴木伸治ほか：変形性膝関節症の疫学的考察—農林業従事者の集団検診結果から。整・災外, 29 : 343-346, 1986。
- 13) 古賀良生, 玉木満智雄：疫学。小林 晶編。変形性膝関節症。pp8-12, 南江堂, 第 1 版, 1992。
- 14) 大森 豪, 古賀良生, 瀬川博之ほか：変形性膝関節症に対する 21 年間の疫学的縦断調査—松代検

## Basic

# 15. 脛骨プラトー骨折 に対する手術手技とコツ

新潟大学医歯学総合研究所  
新潟大学大学院研究機構教授  
大森 豪  
新潟市立荏内病院整形外科医長  
日向野 行正

## 1 術前画像評価

本術式の特徴は、関節鏡視下に陥没部を最小限の侵襲で持ち上げて整復し、骨移植を行わずに内固定を行うことである。

この手術の良い適応は、split compression typeで関節面の粉碎が強くなく、陥没が最大15mm程度の症例であるため、術前に単純X線やMRI、CTなどを用いて骨折部の画像評価を十分に行う必要がある(図1)。また、合併する半月板・軟骨・靭帯損傷の評価にも画像検査は必須である。

## 2 手術体位・器具

体位は仰臥位とし専用のホルダーを用いて患肢を固定する(図2)。専用ホルダーの使用により下肢は下垂され、膝関節腔が開大し、またX線透視装置の設置を含めたワーキングスペースが十分に確保される。

脛骨プラトー骨折は関節内骨折のため関節内に貯留した血腫や骨からの出血が多く、良好な視野を得ることが困難な場合も多い。そのため、関節鏡専用の灌流ポンプや電動シェーバー、鏡視下用電気メス(radio frequency: RF)を準備することが望ましい。

また、陥没部は関節面後方のみならず前方部にも及んでいるため、関節鏡スコープも汎用される30°、45°の斜視鏡に加えて75°のタイプも準備したほうがよい。

## 3 膝関節内の評価と合併損傷の処置

関節鏡を挿入後、膝蓋大腿関節から始めて内側脛骨大腿関節、顆間部、外側脛骨大腿関節の順で評価を行う。骨折部(多くは外側プラトー)は明確な骨折線と段差を伴っている場合が多いが、関節軟骨表面の凹凸のみが認められる場合もあるため、プローブによる触診や術前のCT、MRI所見および術中のX線透視装置を用いて陥没部の確認を行う必要がある。

### Pitfall

#### ●骨折部の評価不足

本術式の良い適応であるsplit compression typeでは陥没部および割裂部が辺縁部に及ぶため、通常の関節面の観察では骨折部が正確に把握されないことがある。

#### ●予防と対策

プローブにて半月板の下部をめくって、脛骨関節面の辺縁部を慎重に確認する。また、この操作により半月板の辺縁部損傷の程度も正確に評価することが可能となる。

合併損傷には、半月板損傷(外側が多い)、脛骨顆間隆起(前十字靭帯脛骨附着部)骨折、前十字靭帯(ACL)断裂、関節軟骨損傷などがあり、損傷状態を慎重に評価する。

これらの合併損傷のうち、半月板損傷と脛骨顆間隆起骨折は脛骨プラトー骨折の整復操作前に処置を行うが、ACL損傷は2次的に再建術を行う<sup>1)</sup>。

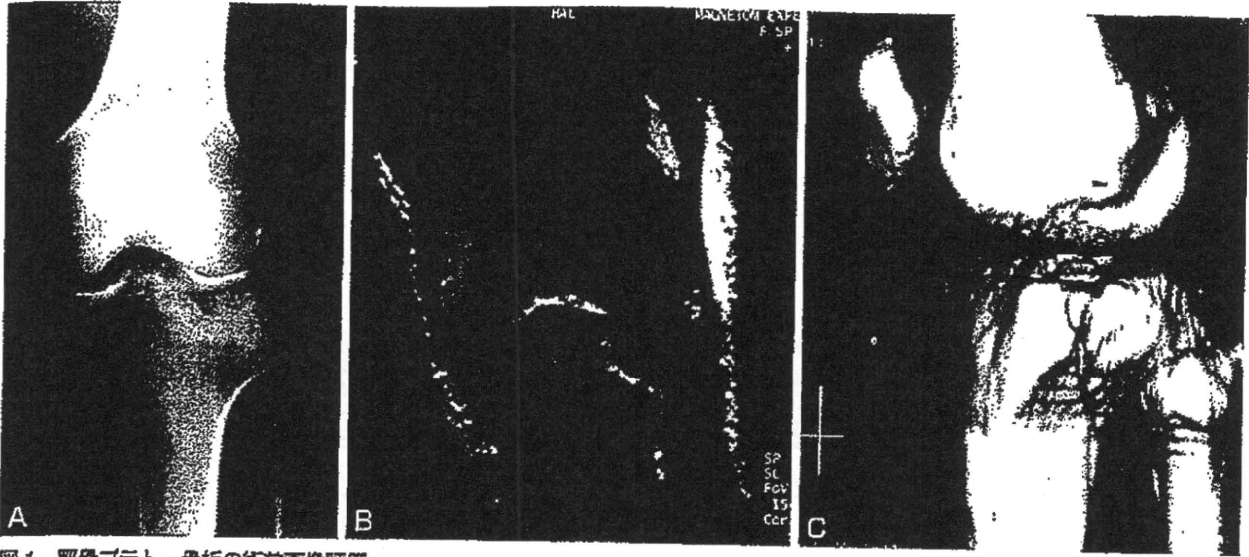


図1 脛骨プラトー骨折の術前画像評価  
A:単純X線, B:MRI, C:3D-CT



図2 手術時の体位  
A:専用のホルダーによる患肢の固定と下垂, B:X線透視装置の設置位置

### ● ACL 損傷合併例での arthrofibrosis の発生

ACL 損傷合併例では1次的に靭帯再建術を行うと術後の arthrofibrosis により関節拘縮を起こす危険性がある。

#### ◎ 予防と対策

ACL 再建術は、骨折治療後に可動域が回復した時点で関節不安定性が存在した場合に、2次的再建の適応を検討する。

## 4 骨折部の整復と固定

鏡視下に骨折部の位置と陥没の程度を評価した後、X線透視下に膝関節前方もしくは前外側(内側プラトーの場合は前内側)から4~5mm径の鋼線を刺入し、陥没部を持ち上げて整復する(図3)。

陥没部が整復されたことを鏡視下およびX線透視下に確認後、外側(内側プラトーの場合は内側)から6.5mm径のcannulated cancellous screwを2本ないしは3本で固定する(図4)。

骨移植は自家骨、人工骨を含めて一切行わない<sup>2)</sup>。

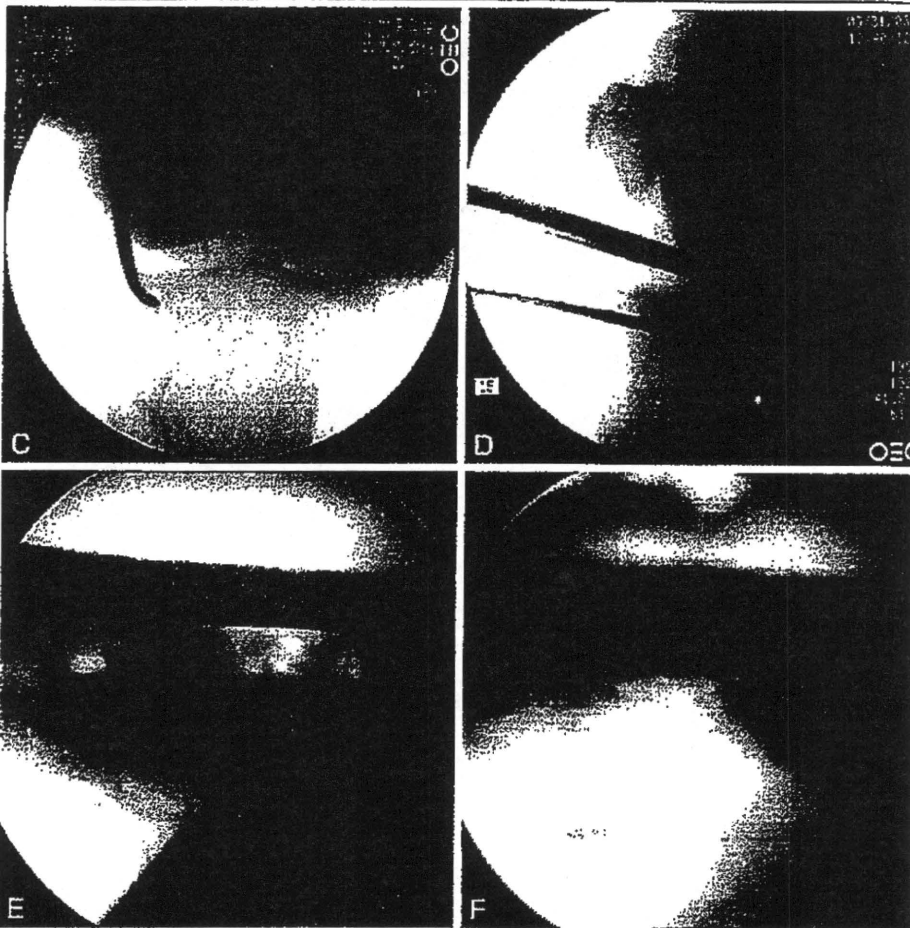
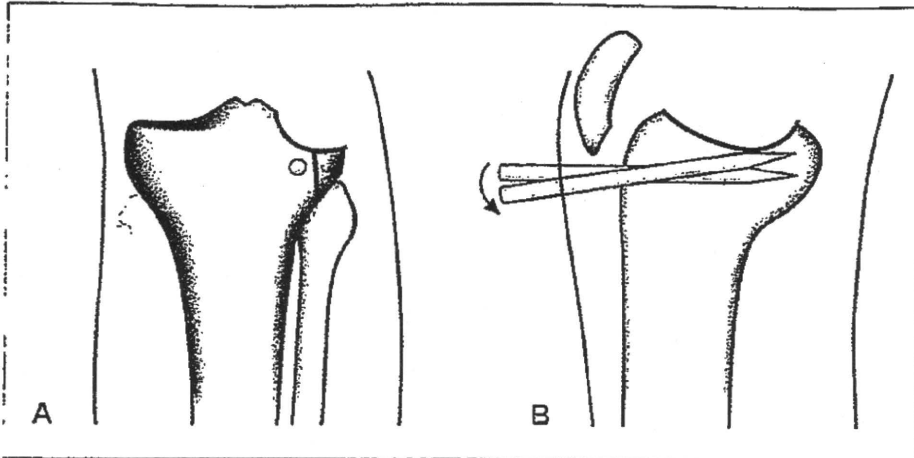


図3 陥没部の整復  
 A, B: 骨折側の前方から4~5mm径の鋼線を刺し、愛護的に陥没部を持ち上げて整復する(A: 正面像, B: 側面像).  
 C, D: X線透視装置による整復用鋼線位置の確認(C: 正面像, D: 側面像).  
 E, F: 関節鏡による陥没部整復の確認(E: 整復前, F: 整復後).

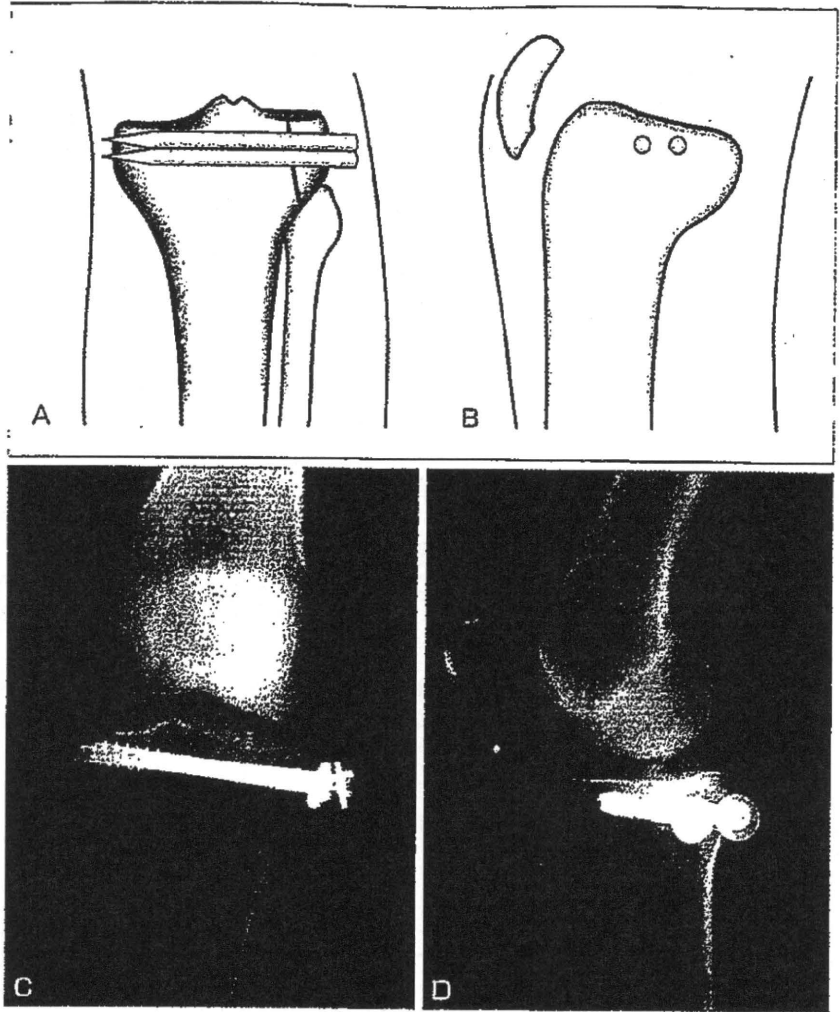
### Pitfall

#### ● 陥没部の持ち上げ不足と間隙の発生

本術式では、陥没部を持ち上げて整復する操作を慎重に行わないと整復が不十分となったり、持ち上げた部分に隙間が大きく形成される。

### 予防と対策

整復には5~6mm径の太い鋼線を用い、陥没部の中央直下に刺入する。陥没部の持ち上げは、愛護的に行い、なるべく陥没部を一塊として持ち上げることで、隙間の形成を最小にする。



14 修復後の内固定

- 1. B: 持ち上げた陥没部を維持しながら、外側から6.5mm径のcannulated cancellous screwを刺入したところ(A: 正面像, B: 側面像).
- 2. D: 固定後の単純X線.

## 5 後療法

術後は、外固定は行わず直ちに continuous passive motion (CPM) を用いた可動域訓練を開始する。荷重は術後4~6週で部分荷重を開始し、8~10週で全荷重を許可する。高齢者で抜釘を希望しない場合を除き、術後1年以降に抜釘と関節鏡による評価を予定する。

### Pitfall

#### 早期荷重による術後再陥没の発生

本手術後早期から荷重を開始すると、術後再陥没の発生リスクが非常に高くなる。

### 注意と避けるべきこと

本術式は陥没部を骨移植を行わずに修復固定する利点があるが、固定性は決して強固ではないため、術後早期からの荷重は再陥没の危険性があることを認識しなければならない。自験例では術後4週まで免荷を行うことで再陥没例は生じていない。

## 6 脛骨プラトー骨折に対する他の関節鏡視下手術法

脛骨プラトー骨折に対する関節鏡の応用は、陥没や離開した脛骨関節面の修復操作および修復状態の確認が主体であり、関節内を直接観察できることと関節切開に比べて低侵襲性であることが最大の利点である<sup>3)</sup>。



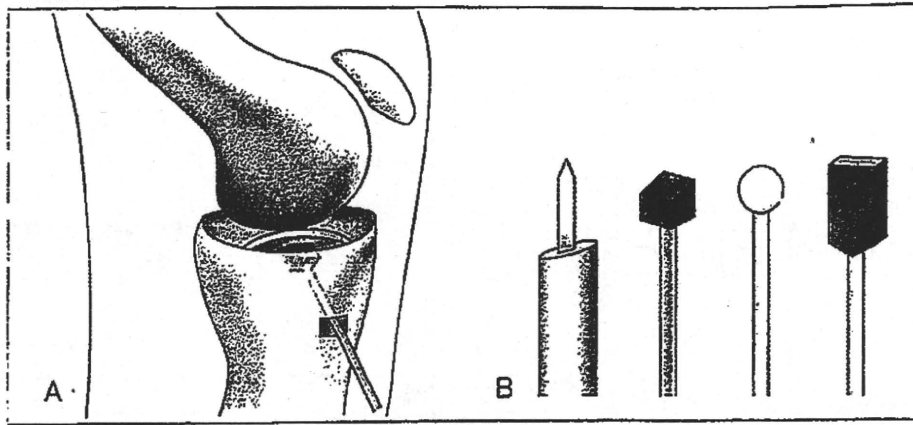


図5 他の報告による陥没部の持ち上げ操作と修復用器具  
 A：小さな開窓部より修復器具を挿入して、陥没部を持ち上げる。  
 B：種々の持ち上げ用修復器具。

そのため、本骨折手術への関節鏡の導入が進むにつれて従来脛骨前面部を book-open 法や開窓法で展開して行っていた陥没部の修復も低侵襲化し、近年、開窓部を小さくして陥没部を修復する方法や器具も考案されている<sup>4~6)</sup>(図5)。

しかし、これらの器具を用いた場合でも、陥没部を持ち上げて生じた間隙にはやはり自家骨や人工骨を用いた骨移植が必要となる。

#### 【文献】

- 1) 王寺享弘：脛骨プラトー骨折に対する関節鏡を応用した骨接合術。整・災外 51：767-774, 2008.
- 2) 大森 豪, 日向野行正ほか：脛骨プラトー骨折に対する骨移植を用いない鏡視下骨接合術。整・災外 51：775-781, 2008.
- 3) Fowble CD, Zimmer JW et al：The role of arthroscopy in the assessment and treatment of tibial plateau fractures. Arthroscopy 9：584-590, 1993.
- 4) 本庄宏司, 本田圭祐ほか：脛骨プラトー骨折に対する鏡視下修復術—cannulated impacter を用いて。関節鏡 27：53-59, 2002.
- 5) 石川大樹, 栗山節郎ほか：先端が球形の打ち込み棒を利用した脛骨高原骨折鏡視下修復固定術。関節鏡 25：245-248, 2000.
- 6) 中田 研：脛骨近位端骨折の手術治療—鏡視下法。MB Orthop 16：35-42, 2003.

# 15. 膝関節拘縮 に対する手術適応と術式

新潟大学超域研究機構教授  
大森 豪

## ▶はじめに

関節拘縮は、関節包や周囲軟部組織の柔軟性が低下し、関節可動域の減少および安定性に影響を及ぼす病態である。膝関節拘縮の原因は多岐にわたっているが、大別すると関節内、関節外および両者の混在に区別される(表1)。このうち関節内の要素に対しては、近年の関節鏡手術の進歩とともに鏡視下授動術が普及している。

関節鏡視下授動術は低侵襲の手術法として魅力的ではあるが、適応を厳密にしたうえで、安全かつ確実に行わなければ期待した効果が得られないばかりか、逆に合併症によって症状の悪化を招く危険性もある。

## I 関節鏡視下授動術の適応<sup>1)</sup>

関節鏡視下授動術で良好な結果を得るには適応を厳密にすることが不可欠であり、そのためには関節拘縮に直結する関節内病変を的確に把握する必要がある。

## ▶問診

膝関節内の病態を理解するうえで病歴の聴取は重要であり、

- 1) 関節拘縮の原因疾患
- 2) 過去の治療内容
- 3) 関節拘縮発生

からの経過期間について情報を得る。

### ①膝関節拘縮の原因疾患

膝関節拘縮の原因となる疾患は、骨・軟骨骨折や十字靭帯損傷、半月板損傷といった関節内の外傷が

表1 膝関節拘縮の原因

1. 先天性拘縮
1) 多発性関節拘縮
2) 先天性大腿四頭筋拘縮症
3) 強皮症
4) Ineloreostosis
2. 後天性拘縮
1) 皮膚性：火傷や外傷による皮膚の癒痕化
2) 筋性：外傷や炎症による筋の線維化、短縮、伸展性低下
3) 関節性：膝関節内に主原因が存在するもの
①変性：変形性膝関節症による軟骨や半月板の変性による適合性低下やロッキングなど
②外傷性：骨折や靭帯損傷など膝関節内外傷による出血に伴う線維化や癒痕化によるもの
③炎症性：関節リウマチ、化膿性膝関節炎、結核性関節炎、血友病、色素性絨毛結節性滑膜炎、多発性滑膜軟骨腫症などによる繰り返す関節内出血や滑膜炎によるもの
④神経性：ポリオ、脳性麻痺、脳血管障害による弛緩性または痙攣性麻痺によるもの
⑤医原性：再建靭帯や人工関節の設置位置不良など手術で生ずる可動域制限や長期間の関節固定などによるもの
⑥心因性：ヒステリー、うつ病、統合失調症
⑦その他：外傷や種々の原因によって生ずるRSD*やCRPS**によるもの

\*RSD：reflex sympathetic dystrophy(反射性交換性ジストロフィ)

\*\*CRPS：complex regional pain syndrome(複合性局所疼痛症候群)

最も多い。また、化膿性膝関節炎や結核性関節炎などの感染性疾患では、関節内の高度の癒着と線維化を生じ関節拘縮をきたす。

注意すべき病態として、膝蓋下脂肪体の癒痕線維化による膝蓋骨低位が関節拘縮の原因である場合、鏡視下に癒痕化した脂肪体を除去しても膝蓋骨低位は変化せず、関節鏡視下授動術の適応とはならない。さらに、中高年者の変形性膝関節症や慢性関節リウマチの患者では、もともと軽度から中等度の可動域制限があり、加えて疼痛に対する閾値が低い場

合が多いため、軽微な外傷をきっかけとして関節拘縮が生ずる場合があり、注意を要する。

## ②過去の治療内容

膝関節への治療が関節拘縮の原因となる場合として、外傷後や手術後の長期膝関節固定と膝関節手術がある。手術によるものでは、前十字靭帯再建術と人工膝関節置換術(TKA)が多い。

前十字靭帯再建術では、新鮮例での早期手術、再建靭帯の設置位置異常、過度の初期張力、顆間窩でのインピンジメントなどが関節拘縮の原因とされている。

一方、TKA後の関節拘縮の原因としては、コンポーネント設置位置異常(内・外反アライメント異常やコンポーネントのoverhangによる軟部組織とのfriction)、joint lineの変化による軟部組織過緊張、膝蓋大腿関節異常(patellar clunk syndromeや膝蓋骨tracking異常など)、後十字靭帯過緊張による大腿骨roll back制限、術後関節内出血による線維化、反射性交感性ジストロフィー(RSD)などがある。

膝関節手術後に発生した関節拘縮では、再建靭帯の過緊張やコンポーネントの設置位置異常など単なる線維化や癒着以外の根本的原因が関節内に存在する場合には、鏡視下授動術は対処療法の1つにすぎず積極的適応ではない点に注意しなければならない。

## ③関節拘縮発生からの経過期間

基本的には、拘縮発生からの経過期間が長くなるほど授動術自体の効果は低下するため、早期の実施がすすめられる。現実的には、まず理学療法を行い、リハビリテーションでの可動域獲得が限界に達した段階で本術式の適応を考えるのが望ましい。

## ▶理学所見

膝関節の診察では、可動域制限の状態と膝蓋骨の可動性が重要である。膝の屈曲拘縮には顆間部とその前方部の線維化が関与し、伸展拘縮は膝蓋上方や

下方を中心とした膝伸展機構のexcursionが大きく影響し、内外側谷部の癒着はこれを増強する因子といわれている。膝蓋骨の可動性には、伸展拘縮と同様に膝伸展機構および内外側膝蓋支帯を含めた大腿骨谷部の癒着や線維化が影響している<sup>2)</sup>。

関節可動域については、125°以下の屈曲角、10°以上の伸展制限で手術的治療の必要性があるといわれるが、それより軽度の障害でも患者本人の希望と意欲があれば適応となる。

## ▶画像診断

単純X線では、変形症性変化や骨萎縮の程度、異所性骨化や膝蓋骨低位の有無について検討する。膝関節手術後の場合には、骨折手術後の関節面の回復状態、前十字靭帯再建後の骨孔位置、人工膝関節置換術後のコンポーネント設置位置やjoint lineなどを評価する。

MRIでは線維性組織の局在や関節腔閉鎖の有無、さらに関節液の貯留具合などが観察できる。

## ▶関節鏡視下授動術の適応で注意すべき事項

- 1) 拘縮に至るまでの経過について当該治療の担当医より十分な説明がなされているか、患者自身がその内容に納得しているか、または不満を持っているかなどを十分に把握する必要がある。特に、初期治療が他医で行われている場合には、前医での治療内容の確認も含めた慎重な対応が必要となる。
- 2) 既述した諸検査から拘縮の原因となる膝関節内病変を正確に把握した後、関節外および全身性の要因を評価する。そのうえで、関節鏡視下授動術によりどの程度の改善が見込まれるかについて、後述する術後リハビリテーションの内容や合併症の影響も含めて十分なinformed consentを行い患者の理解を求める必要がある。
- 3) 関節拘縮の原因としてヒステリーや鬱状態などの精神疾患やRSDが関与している場合は、手術操作によりさらに悪化する危険性が高く

本術式の適応は少ない。

## One Point ワンポイントアドバイス

関節拘縮に対する授動術は、拘縮の原因となる外科的侵襲を用いて可動域を得ようとする矛盾を含んでいることを忘れてはならない。したがって、適応を厳密に行い、低侵襲である関節鏡を含めた的確な手術手技で対処することが重要である。

## 2 手術の実際

### ▶ 麻酔および手術体位

麻酔は術直後からの可動域訓練を考え持続硬膜外麻酔の併用が望ましい。

手術体位は、仰臥位とし靭帯再建などに用いる下肢用のホルダーを用いる。これにより患肢が下垂され重力の作用により関節腔が開大し関節内操作が容易となる(図1)。

### ▶ 関節鏡の挿入

最初に膝蓋上嚢より生理的食塩水を注入するが、注入可能な量が40cc以下の場合には固有関節腔が著しく狭小化しており、関節鏡の挿入が困難であることが多い。その場合には、まずエレブトリュームを膝蓋大腿関節に挿入し、盲目的ではあるが慎重に膝蓋大腿関節内の癒着を手動的に剥離し、さらに膝屈曲70°位までの愛護的な徒手整備を試みることにより、関節鏡挿入が可能な空間を確保する(図2)。

### ▶ 膝関節内の観察とデブリドマン

関節鏡が挿入された後、膝蓋上嚢、膝蓋大腿関節、大腿骨内・外側谷部、内側大腿脛骨関節、顆間窩、外側大腿脛骨関節の順に病態の確認と線維癆痕化した組織や癒着の剥離を行う(図3,4)。関節後方部は後内側および後外側ポータルより関節鏡を挿入して行すが、視野が得られにくく十分な剥離は困難なことが多い。TKA後の症例では、膝蓋大腿関節、大腿骨内・外側谷部および顆間窩にバンド状の線維化や癒着を生ずることが多いため、これらの部

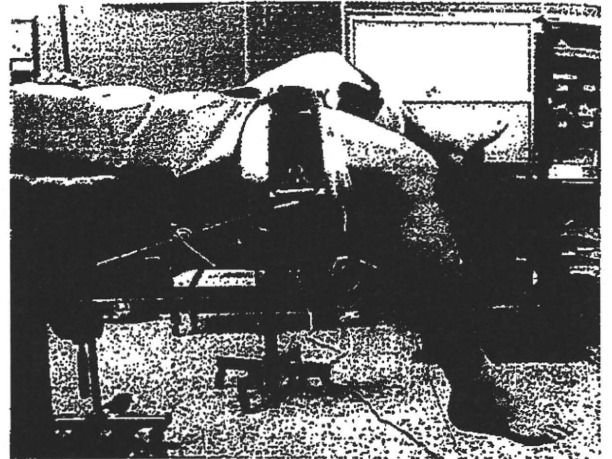


図1 手術体位  
専用のホルダーを用いて固定し下肢を下垂させることにより膝関節腔を開大させる。

分を中心に作業を行う。

剥離に使用する器具には従来ハサミやパンチが使われていたが、近年電動シェーバーの性能が向上し、さらに鏡視下用電気メスや蒸散システム、Holmiumレーザーなども使用され、癒着剥離と止血が同時に可能となっている。

また、拘縮膝では灌流液の流れが障害されやすく、良好な視野を得られにくいことが多かったが、灌流液の流量と速度を調節できる関節鏡用のポンプや生理的な関節液の組成に近い大容量の関節鏡用灌流液の登場により、クリアな視野が得られるようになっている(図5)。

### ▶ 関節内操作の終了と徒手矯正

術前の検査で予想された関節内の拘縮の原因に対する処置および関節鏡視時に認められた関節内の線維化や癒着剥離操作が終了した時点で徒手矯正を行う。徒手矯正は努めて愛護的に行い、抵抗が強い場合には再度関節内を調べ剥離を追加する。暴力的な徒手矯正は、軟骨損傷や膝蓋腱損傷、骨折などの危険性があるため決して行ってはならない。

以上の操作を繰り返して行っても可動域の改善が得られない場合には、関節外を含めた他の原因を考え、関節鏡視下による操作は終了し、後述する関節切開による授動術に移行する。