

1-3 臨床パラメータと歩行解析パラメータの関係

以上から下肢荷重軸および歩行時膝内反モーメントが変形性膝関節症の重症度を反映するパラメータとして有用であると考えら得るため、全ての症例の上記パラメータについてその相関 (Pearson 相関係数) を検討した。(表2、表3)

表2 臨床パラメータの相関

	HSS	ROM
ROM	0.268	
FTA	-0.286	-0.08

表3 臨床パラメータと歩行解析パラメータの相関

	膝屈曲角度	膝伸展 モーメント	膝屈曲 モーメント	膝内反 モーメント
HSS	0.584	-0.394	0.034	0.069
ROM	0.432	-0.175	0.311	0.153
FTA	-0.270	0.265	0.065	0.427

上記パラメータの組み合わせのうち、有意な相関 ($R=0.4$ 以上) を示したものは、歩行時屈曲角度 (HSSおよびROM) と歩行時内反モーメント (FTA) であった。

2. 変形性膝関節症の重症度とADL動作解析

1と同様にX線学的重症度、臨床的パラメータ (HSS, ROM) と床からの立ち上がり動作の際の最大屈曲角度、膝屈曲モーメントの関係を検討した。その際、疾患重症度はKL分類2度を中度変形 ($N=17$)、KL分類3度および4度を高度変形 ($N=21$) とし、下肢に異常を有さないコントロールと比較した (表1)。統計学的検討にはt検定を用いた。

2-1 X線重症度とADL動作中パラメータの関係

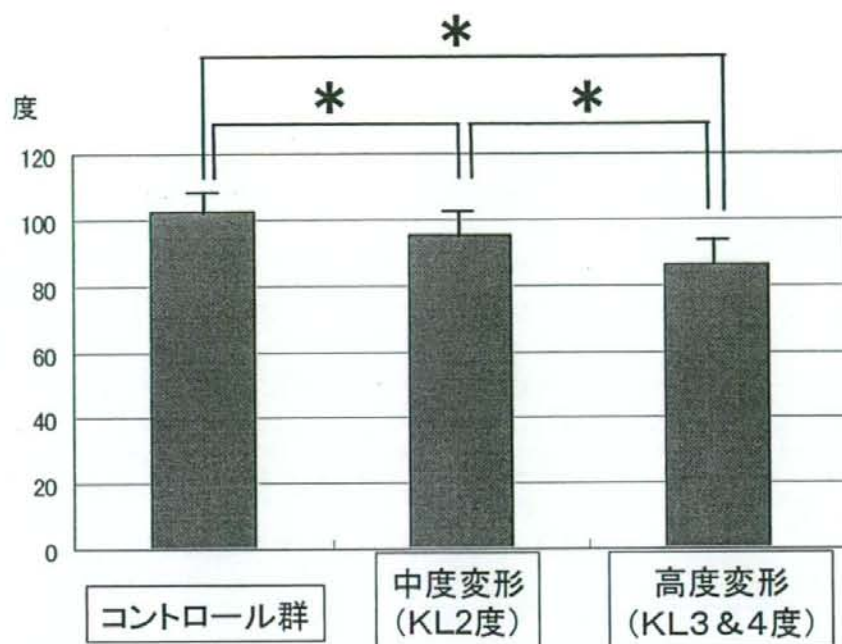


図 11 立ち上がり最大屈曲角度の比較 (* p<0.05)

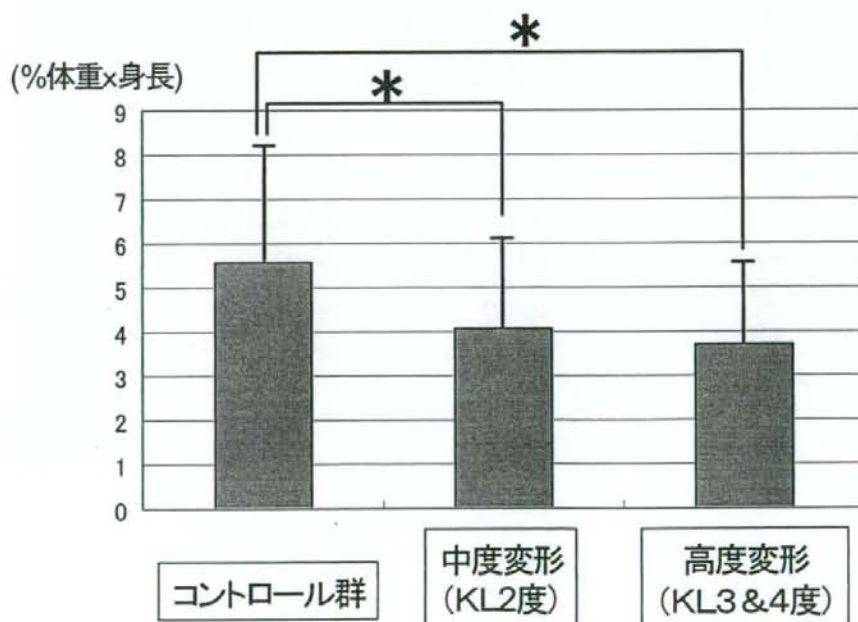


図 12 立ち上がり時膝屈曲モーメントの比較 (* p<0.05)

2-2 臨床パラメータとADL動作中パラメータの相関

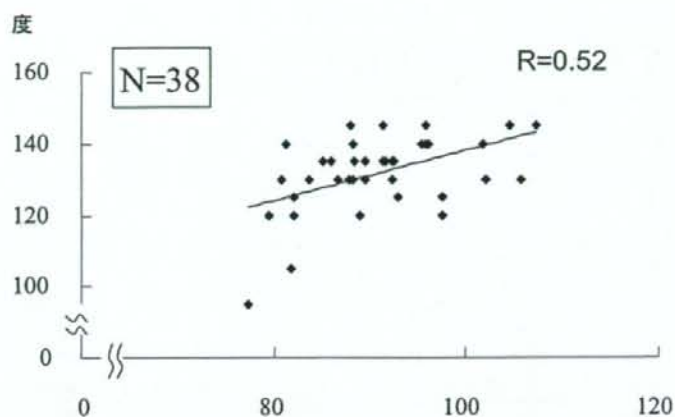


図13 ROM(縦)と立ち上がり最大屈曲角度(横)の相関

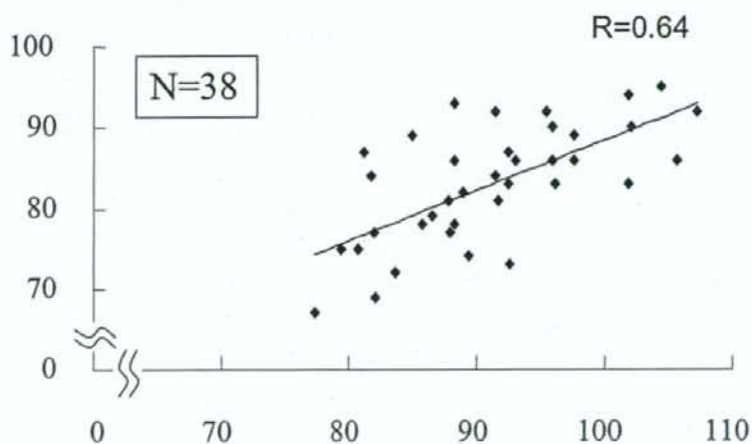


図14 HSSスコア(縦)と立ち上がり最大屈曲角度の相関

関節可動域 (ROM) およびHSSスコアと立ち上がり最大屈曲角度はいずれも正の相関を認めたが、特にHSSスコアと強い相関を認めた ($R=0.64$)

3、治療装具（足底板）の治療効果判定（文献 x、x x）

治療装具の評価パラメータとして、歩行時膝内反モーメントを検討した。

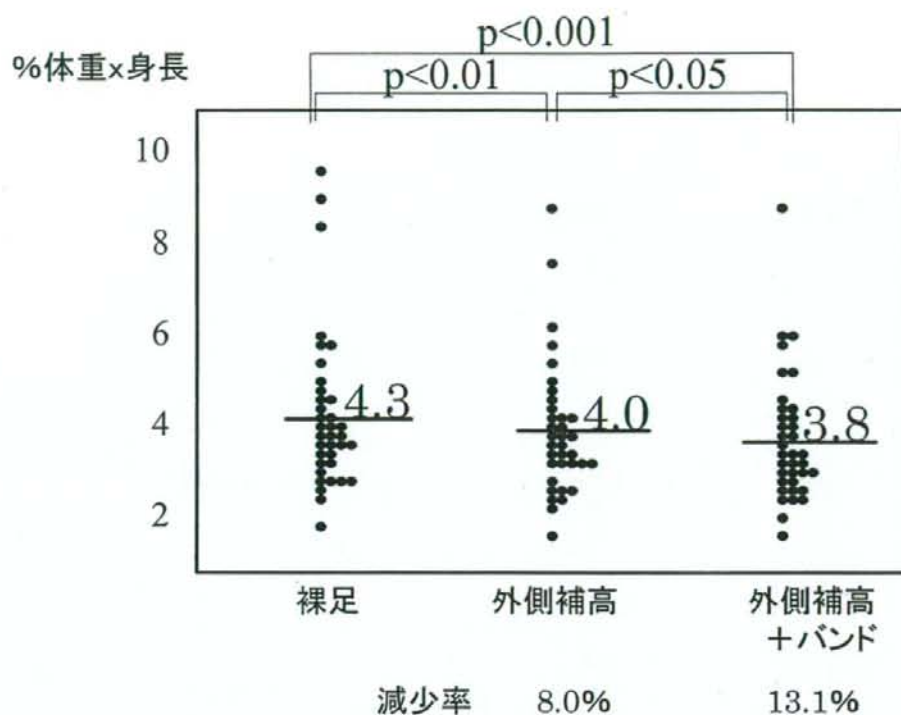


図 15 治療装具装着による歩行時膝内反モーメントの変化

治療装具の装着により、膝内側への力学的負荷の指標である膝内反モーメントの有意な減少を認めた。外側補高では、裸足に比べ平均 8 %、外側補高+足関節固定バンドでは裸足に比べ平均 13 %、膝内反モーメントが減少した。

D. 考察

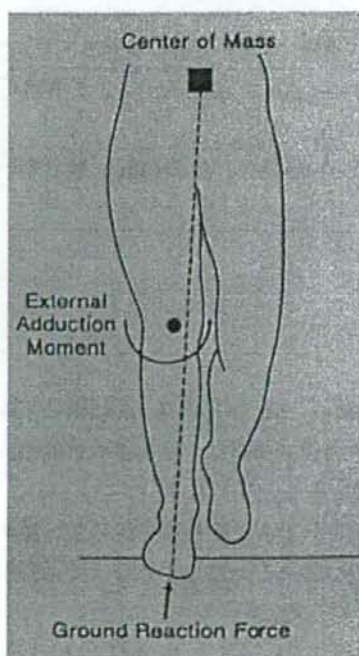
変形性膝関節症の診断・重症度判定は通常X線を用いて行われる。特に欧米ではKellgren-Lawrence による分類（K-L分類）が汎用されているが、臨床の現場ではこのX線による重症度分類と実際の病態や疾患病勢が必ずしも一致しないこと経験する。これは、X線が患者を静止させて行う検査であり、患者の動的な因子を含んでいないために生じる現象と考えられる。そこで本研究では、変形性膝関節症患者（55膝）について、X線による重症度、臨床パラメータおよび動的因子である歩行解析パラメータの関係を検討した。

1-1 X線学的重症度と臨床パラメータ（図4-図6）

臨床的に繁用されるパラメータである、臨床スコア（HSSスコア）、関節可動域（ROM）および下肢荷重軸（FTA）との関連を見ると、前2者はX線学的重症度が増加してもこれらの指標が減少または増加する傾向を認めなかった。一方、下肢荷重軸については重症度が増すほど増加していた。下肢荷重軸の増加は下肢の内反変形を意味する。すなわち、変形性膝関節症では、内反変形が重症となるほど、X線学的重症度が増すことがわかった。

1-2 X線学的重症度と歩行解析パラメータ（図7-図9）

歩行のパラメータのうち、重症度と明らかな相関がみられたのは膝内反モーメントであった。



膝内反モーメント(External Knee Adduction Moment)は、荷重により膝が内反（O脚変形）する方向に加わるトルクである（左図、Andriacchi TP, Orthop Clin North Am 25:395-403, 1994）。

これまで変形性膝関節症と膝内反モーメントの関係については、数多くの研究がありいずれも重症度や下肢荷重軸（FTA）と膝内反モーメントの間に強い相関が見られることを示している。（表4）。本研究でも、重症度との相関が認められこれらの報告と一致する結果となった。

表4 変形性膝関節症（OA）と膝内反モーメントに関するエビデンス

発表者	雑誌、(年)	要旨
Andriacchi TP	Clin North Am (1994)	片脚起立時、前額面において膝を内反するモーメント（トルク）内側コンパートメントにかかる負荷の指標。
Sharma L et al,	Arthritis&Rheuma (1998)	内反 OA では重症度（K-L分類）と高い相関(R=0.6-0.68)。血清 HA とは相関せず
Baluinas AJ, et al.	Osteoarthritis&Cartilage (2002)	K-L分類 2-3度のOAにおいて健常者よりモーメント大きい
Hurwitz DE et al,	J Orthop Res (2002)	重症度（K-L分類）、痛みと相関あり、FTAと最も相関(R=0.74)
Miyazaki T, et al,	Ann Rheum Dis (2002)	モーメントの大きいものは6年後にOAが進行。OA悪化の予測因子となる。
Prodromos C, et al,	J Bone Joint Surg Am (1985)	HTO術前・術後で比較（平均follow up 3.2年）術後は有意に減少。術前モーメントの大きい症例ではHTO術後成績不良
Kakihara W, et al,	Arch Phys Med Rehab (2005)	足底板により膝内反モーメント減少、距骨下外反モーメント増加。ただし症例によっては逆の効果もあり。
Shimada S, et al.	Arch Phys Med Rehab (2006)	足底板によりK-L分類1度、2度でモーメント有意に減少
Kuroyanagi Y et al.	Osteoarthritis & Cartilage (2007)	足底板によりモーメントが減少。足関節固定型で効果が大きい(13%減少)。

1-3 臨床パラメータと歩行解析パラメータの相関（表2 表3）

それぞれの相関係数から、歩行時の膝屈曲角度とHSS（0.584）およびROM（0.432）、下肢荷重軸と膝内反モーメント（0.427）の相関が高かった。歩行時膝屈曲角度は、膝拘縮の有無が大きく影響を与えるため、HSSやROMと相関することは妥当であると思われる。

一方、動的な因子であるモーメントでは膝内反モーメントのみFTAとの相関を認めた。膝内反モーメントが内反変形および重症度と相関があることは過去の研究と一致しており、変形性膝関節症の病態を表す動的因子としての重要性が示された結果となった。

2、変形性膝関節症の重症度と日常生活動作

日常生活動作のうち、膝関節角度と力学的負荷が大きいと考えられる床からの片脚起立動作の計測を行った。その結果、立ち上がり可能な最大屈曲角度と変形性膝関節症の重症度には負の相関が認められた。さらに立ち上がり可能な最大屈曲角度は、関節可動域 (ROM) と臨床スコア (HSS) と正の相関を認めていた。すなわち、日常生活動作で使用している関節可動域は、変形性膝関節症の病態や重症度を強く反映していると考えられる。

過去の我々の検証でも、床からの片脚起立動作では約 120-130 度の屈曲角度が必要であり、またその際大腿四頭筋に加わる力学的負荷 (屈曲モーメント) は、階段昇降の際必要とされるモーメントとほぼ同等であった (表5)。

変形性膝関節症患者が、適切な日常活動性を維持するためには、120-130 度の膝関節可動域や階段の上り下りが可能な程度の大腿四頭筋筋力が必要であるといえる。このため、適切なりハビリテーションや運動訓練により、これらの身体的要素を維持していくことが重要と思われた。

表5 日常生活動作における膝関節角度、モーメントの比較

Knee kinematics and kinetics in sagittal plane (mean, SD)

Activity	ROM (degrees)	Net flexion moment (%BW × Ht)	Net posterior force (%BW)	Net inferior force (%BW)
Double leg rise	150.4 (7.2)	13.5 (2.2)	62.8 (9.9)	50.7 (9.7)
Double leg descend	148.3 (6.7)	11.4 (2.1)	58.4 (9.1)	47.3 (7.5)
Single leg rise	129.3 (6.8)	6.9 (2.1)	58.3 (9.4)	93.6 (5.0)
Single leg descend	122.1 (6.2)	8.0 (1.7)	67.8 (10.1)	90.4 (7.8)
Walking	65.4 (5.7)	4.0 (1.8)	38.8 (6.0)	112.3 (8.3)
Stair climbing	86.5 (5.6)	7.5 (1.4)	47.1 (8.0)	102.9 (5.9)

ROM = range of motion, %BW × Ht = percent body weight times height, %BW = percent body weight.

(Nagura T, et al, J Orthop Res, 2002)

3、治療装具の治療効果判定

2 種類の足底板の使用により、歩行時の膝内反モーメントは有意に減少した。特に足関節固定を行うとその効果が大きかった。膝内反モーメントは下肢荷重軸および膝関節内側負荷の指標であるため、モーメントの減少は足底板の生体力学的効果を証明している。実際、臨床における足関節固定型足底板の有用性については過去に多くの報告がある (Toda Y, et al J Rheumatol 2001, Arthritis Rheum 2002, Arch Phys Med Rehabil 2004, Osteoarthritis Cartilage 2005, Osteoarthritis Cartilage 2006)。

足関節固定による効果については、外側補高による踵骨の傾斜は距骨下関節が反対に傾斜することでキャンセルされ下腿骨の傾斜を多く変化させないが、足関節を固定するとこの距骨下関節による代償がなくなり、下肢荷重軸を有効に変化させるものと考察される (図 16)。

膝内反モーメントの計測により、変形性膝関節症に対する保存治療の有効性を定量的に評価可能である。したがって、膝内反モーメントは臨床的に有用な計測パラメータであることが示された。

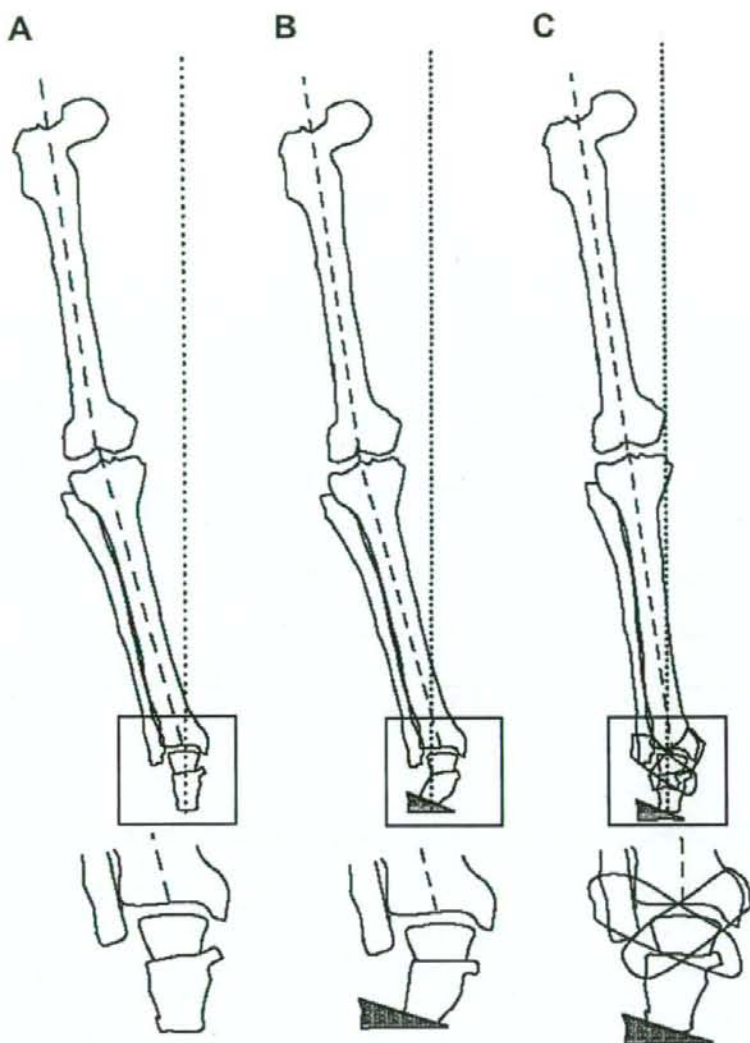


図 16 足関節固定型足底板の効果 (Kuroyanagi et al, Osteoarthritis & Cartilage 2007)

E. 結論

変形性膝関節症の病態および重症度を反映する歩行解析・動作解析パラメータを検討した。その結果、歩行時および立ち上がり動作における屈曲可動域、歩行時膝内反モーメントが重症度および臨床的パラメータと最も相関があった。特に膝内反モーメントは重症度、下肢荷重軸と相関が高く、足底板の治療効果を反映し、疾患の評価に最も有用なパラメータであると考えられた。

F. 業績 (平成 20 年度)

1. 論文発表

- (1) Harato K, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Toyama Y. A gait analysis of simulated knee flexion contracture to elucidate knee-spine syndrome. *Gait Posture*, 28: 687-692, 2008.
- (2) Harato K, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Toyama Y. Knee flexion contracture will lead to mechanical overload in both limbs – A simulation study using gait analysis – *Knee*, 15: 467-472, 2008.
- (3) Kuroyanagi Y, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Toyama Y. Weight bearing flexion angle significantly correlates disease severity of knee osteoarthritis. Submitted to *Knee*, 2008.
- (4) Sakai K, Kiriyama Y, Kimura H, Nakamichi N, Ikegami H, Matsumoto H, Toyama Y, Nagura T. Computer Simulation of the humeral shaft fracture in throwing. Submitted to *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 2008.
- (5) 三島紅平、桐山善守、美馬雄一郎、中嶋一晶、豊田敬、松本秀男、戸山芳昭、名倉武雄。Osgood-Schlatter 病の 3D FEM モデル解析。日本臨床バイオメカニクス学会誌 29 : 235-240, 2008.
- (6) 桐山善守、松本秀男、今西宣晶、相磯貞和、中村俊康、戸山芳昭、名倉武雄。縫合糸用超小型計測センサを用いた膝関節屈曲時の縫合糸張力の計測。日本臨床バイオメカニクス学会誌 29 : 267-272, 2008.
- (7) 名倉武雄、桐山善守。Point Cluster 法による膝関節運動解析。特集 関節外科における動作解析とその応用 関節外科 27(9) : 100-104, 2008.

2. 学会発表

- (1) Kaneko Y, Takaishi H, Matsumoto M, Nagura T, Kiriyama Y, Nishiwaki Y, Momoshita S, Toyama Y, Chiba K. Morphometric Analysis of the Intervertebral Foramen in Degenerative Lumbar Scoliosis by Multidetector-row Computed Tomography. No1314, 54th Annual Meeting of Orthopedic Research Society. March, 2008 (USA).
- (2) Takeda K, Hasegawa T, Otani T, Kiriyama Y, Matsumoto H, Nagura T. ACL deficiency leads abnormal tibial rotation either in affected and non-affected limb. No. 1229, 54th Annual Meeting of Orthopedic Research Society. March, 2008 (USA).
- (3) Hasegawa T, Otani T, Kiriyama Y, Takeda K, Nakamura T, Matsumoto H, Toyama Y, Nagura T. Prospective analysis of post-operative change in 3D knee kinematics following the anterior cruciate ligament reconstruction. No. 1249, 54th Annual Meeting of Orthopedic Research Society. March, 2008 (USA).
- (4) Mima Y, Kiriyama Y, Mishima K, Toyoda T, Matsumoto H, Toyama Y, Nagura T. 3D finite element model analysis of Osgood-Schlatter's Disease. No. 1210, 54th Annual Meeting of Orthopedic Research Society. March, 2008 (USA).
- (5) Nagura T, Matsumoto H, Niki Y, Otani T, Suda Y, Toyama Y. Gait analysis of MIS TKA indicates early functional recovery of the patients. No. 1979, 54th Annual Meeting of

- Orthopedic Research Society. March, 2008 (USA).
- (6) Mishima K, Kiriyaama Y, Mima Y, Toyoda T, Matsumoto H, Toyama Y, Nagura T. Mechanical property of the apophyseal cartilage significantly effects the stress distribution at the tibial tuberosity. 16th Annual Symposium on Computational Methods in Orthopedics Biomechanics. March, 2008 (USA).
 - (7) Kiriyaama Y, Matsumoto H, Imanishi N, Aiso S, Nakamura T, Toyama Y, Nagura T. Development of a miniature tension sensor to monitor suture tension during the joint motion. 16th Congress of the European Society of Biomechanics. July, 2008 (Swiss).
 - (8) Nagura T, Hasegawa Y, Otani T, Matsumoto H, Kiriyaama Y, Takeda K, Suda Y. Changes in tibiofemoral rotation pattern following ACL reconstruction. 16th Congress of the European Society of Biomechanics. July, 2008 (Swiss).
 - (9) Tanikawa H, Matsumoto H, Kiriyaama Y, Otani T, Komiyama I, Toyama Y, Nagura T. Analysis of the knee valgus moment during selected rehabilitation tasks. 9th Korea-Japan Joint Meeting of Orthopedic Sports Medicine. September, 2008 (Korea).
 - (10) Harato K, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Toyama Y. Asymmetry of the weight bearing condition in both limbs after unilateral total knee arthroplasty. No. 190, 55th Annual Meeting of Orthopedic Research Society. February, 2009 (USA).
 - (11) Tanikawa H, Matsumoto H, Kiriyaama Y, Komiyama I, Enomoto H, Toyama Y, Nagura T. Analysis of 3D knee moments during selected rehabilitation tasks for knee ligament injuries. No. 261, 55th Annual Meeting of Orthopedic Research Society. February, 2009 (USA).
 - (12) Takimoto Y, Nakamura T, Hirano Y, Kiriyaama Y, Matsumoto H, Toyama Y, Nagura T. 3-D Finite element model analysis of mallet finger. No. 1851, 55th Annual Meeting of Orthopedic Research Society. February, 2009 (USA).
 - (13) 長谷川貴之、大谷俊郎、武田健太郎、桐山善守、須田康文、松本秀男、戸山芳昭、名倉武雄。ACL 再建術後の大腿骨-脛骨回旋運動の経時的変化について。第 81 回日本整形外科学会学術総会、2008 年 5 月。
 - (14) 谷川英徳、松本秀男、桐山善守、小宮山一樹、戸山芳昭、名倉武雄。膝靭帯損傷後のリハビリ動作中にかかる膝外反ストレスの検討。第 23 回日本整形外科学会基礎学術集会、2008 年 10 月。
 - (15) 武田健太郎、名倉武雄、長谷川貴之、桐山善守、大谷俊郎、松本秀男、戸山芳昭。膝前十字靭帯損傷における代償動作と筋力低下の関係について。第 23 回日本整形外科学会基礎学術集会、2008 年 10 月。
 - (16) 谷川英徳、松本秀男、桐山善守、小宮山一樹、戸山芳昭、名倉武雄。リハビリ動作中の膝関節外反・内旋モーメントの検討。第 35 回日本臨床バイオメカニクス学会、2008 年 11 月。
 - (17) 平野泰大、中村俊康、瀧本洋一、桐山善守、松本秀男、戸山芳昭、名倉武雄。Mallet Finger の 3D FEM モデル解析、第 35 回日本臨床バイオメカニクス学会、2008 年 11 月。
 - (18) 名倉武雄。表面マーカーによるスポーツ時の膝関節運動解析-ACL 損傷を中心に。第 35 回日本臨床バイオメカニクス学会、シンポジウム 3「新しい可視化技法による病態

の動的解析」、第 35 回日本臨床バイオメカニクス学会、2008 年 11 月。

3. 出版書籍

脊椎・脊髄疾患診療のポイント 1 解剖、名倉武雄、整形外科専門医になるための診療スタンダード 1 脊椎・脊髄、戸山芳昭 大谷俊郎（監修）、p12-15、羊土社、東京都、2008

G. 知的財産権の出願・登録状況

（予定を含む。）

1. 特許取得

特になし

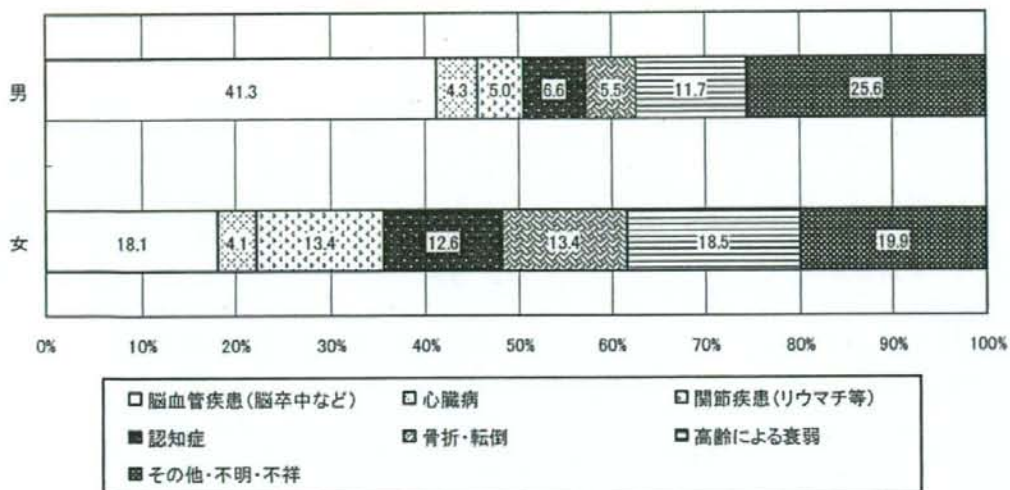
2. 実用新案登録

特になし

3. その他

(添付資料1) 要介護者等の性別にみた介護が必要となった主な原因

「国民生活基礎調査」(厚生労働省、平成16年)



男女を合わせると、要支援となる原因疾患として関節症(17.5%)が最も多く、次いで脳卒中(11.8%)、骨折・転倒(10.5%)、心臓病(6.5%)と続く。

(添付資料2) 変形性膝関節症の診断・病態・治療に関する原著・著書(松本秀男)

出典リスト

1. 松本秀男。変形性膝関節症。二ノ宮節夫編、今日の整形外科治療指針、医学書院、2004年。
2. 松本秀男。膝関節拘縮の治療。岩本幸英 監修、黒坂昌弘 編集、整形外科 Knack & Pitfalls 膝関節外科の要点と盲点、文光堂、2005。
3. 松本秀男。膝の痛み。越智隆弘、菊地臣一編、NEW MOOK 整形外科 リハビリテーション 20、金原出版株式会社、2007年。
4. 松本秀男。変形性関節症。越智隆弘編、最新整形外科学大系 19 関節リウマチと類縁疾患、中山書店、2007年。
5. 大谷俊郎、松本秀男、須田康文、豊田敬、磐田振一郎、前野晋一。変形性膝関節症。臨床スポーツ医学 19、pg. 230-235, 2002。
6. 松本秀男。変形性膝関節症の診断と治療。東京都医師会雑誌 58(6)、pg. 18-25, 2005。
7. 中島一品、名倉武雄、北原大翔、桐山善守、武田健太郎、豊田敬、松本秀男、戸山芳昭。MRI から構成した三次元 FEM モデルによる膝軟部組織の応力解析—半月板損傷のメカニズム解明に向けて—。日本臨床バイオメカニクス学会誌 27、pg. 131-133, 2006。
8. 戸山芳昭、中村耕三、越智光夫、黒坂昌弘、津村弘、松本秀男、安田和則。変形性膝関節症に対する手術療法:過去 10 年における手術法選択の推移—日本整形外科学会認定研修施設を対象とした全国アンケート集計結果—。日本整形外科学会雑誌 81、pg. 585-589, 2007。

脱臼を生じる。

②膝くずれ、ひっかかり感：半月板損傷および前十字靭帯損傷と鑑別が必要である。

③関節血腫：骨軟骨骨折がある場合には脂肪滴を含んだ血腫が吸引される。

④膝蓋骨脱臼か亜脱臼かを明らかにし、膝蓋骨脱臼では外傷などを誘因として脱臼を繰り返す反復性脱臼か、ある角度で常に脱臼を生じる習慣性脱臼かを鑑別する。

治療方針

①膝蓋骨関節面の圧痛、不安定性などがあるかどうか診ることが重要である。

②膝蓋大腿関節の不適合、あるいは反復性膝蓋骨脱臼でも活動性が低く、ごく稀に脱臼を生じるような症例ではまず保存的治療を試みる。

③膝蓋大腿関節の不適合あるいは反復性脱臼・亜脱臼があり、活動性が高く仕事やスポーツ活動に支障がある、反復性脱臼でしばしば脱臼を生じるというような場合には観血的治療の適応となる。

④習慣性脱臼では観血的治療を第1選択とする。

保存療法

大腿四頭筋、ハムストリング、腸脛靭帯あるいは外側支帯の過緊張があればストレッチングを行う。また、大腿四頭筋のセッティング、自動下肢伸展拳上訓練、軽度屈曲位でのスクワットなど筋力訓練を行う。疼痛が主症状であれば消炎鎮痛剤を処方し、症状に応じヒアルロン酸ナトリウム製剤の関節内注入を試みる。疼痛および不安定感に対し、膝蓋骨装具の装着も有効である。

手術療法

保存的治療に抵抗する場合、関節鏡を行い他の関節構成体の異常について調べる。膝蓋大腿関節の不適合がなく、外側支帯に過緊張を認める症例では鏡視下に外側支帯解離を行う。膝蓋大腿関節の不適合あるいは膝蓋骨の脱臼・亜脱臼を認める場合、Q角の増大がなければ内側膝蓋大腿靭帯の再建を行う。Q角が増大している場合には、Elmslie-Trillat法などのdistal realignmentを追加する。

参考文献

- 1) Insall J, Falvo KA, Wise DW: Chondromalacia patellae. J Bone Joint Surg 58-A: 1-8, 1976
- 2) Outerbridge RE, Dunlop JAY: The problem of chondromalacia patellae. Clin Orthop 110: 177-196, 1975

変形性膝関節症

Osteoarthritis of the knee joint

松本秀男 慶應義塾大学・助教授

〔疾患概念〕 関節軟骨を中心とした膝関節の構成体が徐々に退行性変性を来し、疼痛、腫脹、変形などが生じる疾患である。明らかな原因がなく加齢に伴って徐々に進行する一次性変形性膝関節症と、以前に受けた外傷や膝関節の炎症性疾患などに引き続いて発生する二次性変形性膝関節症に分けられる。一次性変形性膝関節症は女性に多く、日本人の場合には内側を中心に変性が進みO脚を呈する内側型のものが圧倒的に多い。

〔臨床症状〕

一次性変形性膝関節症の初期は膝関節の疼痛、特に歩行時や歩行後の疼痛が主症状であるが、通常は安静により軽快する。また内側型のものが圧倒的に多いため、疼痛も膝関節の内側部に訴えることが多い。主病変が膝蓋大腿関節にある場合には、階段の昇降や立ち上がり動作など屈曲位で荷重する際に疼痛を訴えることが多い。病期が進むと疼痛も増悪し、炎症症状が強くなると関節水腫も出現する。さらに進行して骨や軟骨の変形が進むと、内反変形(O脚)、可動域制限などの形態変化も明らかになる。二次性変形性膝関節症では元疾患により症状はさまざまであるが、原疾患の病変部位を中心に変形が進むことが多い。

■ 問診で聞くべきこと

①一次性及び二次性の鑑別のため、過去の外傷や膝関節疾患の既往の有無。

②関節リウマチとの鑑別のため膝以外の関節症状、大腿骨顆部骨壊死との鑑別のため夜間痛の有無など。

③重症度の指標として歩行能力(何分ぐらい持続して歩けるかなど)、階段昇降能力(膝蓋大腿関節の症状の参考にもなる)。さらに歩行時の杖の使用、階段昇降時の手すりの必要性など。

④治療法選択の参考として年齢、職業、今後の生活の希望など。また高齢者が中心であるため高血圧、糖尿病などの合併症、現在服用中の薬剤など。

■ 必要な検査

(1)単純X線写真：通常は正面、側面、膝蓋骨軸射像の3方向を撮影する(図27-29)。荷重時の下肢全体の形態を観察するための両下肢荷重位正面、軽度屈曲位での関節裂隙の観察を行うRosenberg撮影なども必要により追加する。

(2)CT：複雑な骨変形を伴う場合の病態の把握、手

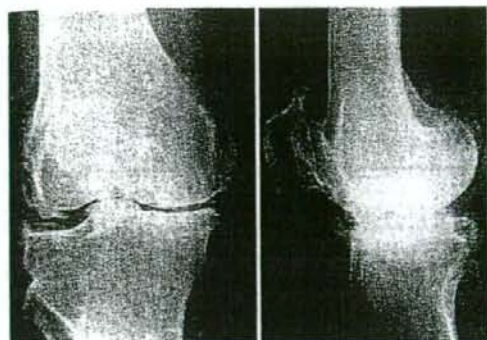


図 27-29 変形性膝関節症の単純 X 線所見

術療法を行う場合の骨切りなどのプランニングに用いられる。

(3)MRI:半月板や靭帯など軟部組織の病態の把握、滑膜炎の程度の判定などに用いられる。

(4)関節鏡検査:関節内の病態の正確な把握に有用であるが、最近では関節鏡検査のみが行われることは少ない。半月板や関節軟骨の機械的因子を主症状とする変形性関節症では、必要により関節鏡検査に引き続いて鏡視下手術(半月板切除術、滑膜切除術など)が行われることもある。

■鑑別診断で想起すべき疾患

(1)関節リウマチ:膝以外の関節症状の有無、朝のこわばり、血液検査によるリウマチ反応や炎症所見の把握、X線所見の特徴などから鑑別する。

(2)大腿骨顆部骨壊死:夜間痛、膝関節内側部の限局した疼痛、X線所見の骨壊死像などから鑑別する。疑わしい場合にはMRIが有用である。

(3)神経性関節症:X線所見で骨破壊がひどく、著しい関節水腫などを伴うわりに疼痛が少ないのが特徴である。神経学的検索、血液検査などによる原疾患の検索を要する。

■診断のポイント

①年齢、性別などを確認し、主訴が歩行時や運動時の疼痛であり、関節リウマチなど他の関節疾患が除外できそうであれば、まず本症を疑って検索を進める。

②膝関節の腫脹、O脚変形、伸展や屈曲制限、その際の疼痛など臨床所見を把握する。

③単純 X 線検査で、関節裂隙の狭小化、骨棘形成、軟骨下骨の硬化像、関節面の平坦化や陥凹、嚢胞形成などの所見から診断を下す。

④関節裂隙の狭小化のわりに骨棘形成が少ない、びまん性の骨萎縮があるなど、関節リウマチなどの他疾患が疑われる場合には血液検査などで鑑別する。

治療方針

①本症の病態が加齢による変化であり、治療により改善できる部分とできない部分があることを患者に十分に説明し、協力して治療にあたる。

②急激に進行する疾患ではないので、保存療法を十分に行って、これに抵抗する症例で、患者の希望がある場合のみ手術療法を選択する。

保存療法

①生活指導、筋力訓練

臨床症状が軽く、X線所見でも変形が強くない場合には、病態を説明し、膝関節の負荷を軽減する目的で大腿四頭筋訓練などを行いながら、経過を観察する。また肥満は本症の発生や症状増悪の大きな因子であり、肥満を伴う症例では食事指導、運動療法なども指示する。

②投薬、湿布、塗り薬の処方

臨床症状が比較的軽度ではあるが、炎症所見を認める場合には、炎症を抑える目的で湿布、塗り薬の処方や消炎鎮痛剤の投与を行う。

③関節穿刺および関節内注射

著しい関節水腫を伴う場合は穿刺して除去する。また、ヒアルロン酸ナトリウム製剤の関節内注入も有効な方法である。ステロイドの関節内注入は骨壊死や感染の危険が常にあるので、できるだけ避ける。

④装具、足底板

内外反の不安定性が強い症例では両側に支柱付き膝装具で歩行時の不安定性を予防する。内反変形の強い症例では外反ウェッジの足底板で荷重軸を矯正する。

手術療法

①関節鏡視下デブリドマン

半月板の変性や損傷に伴うロッキング、関節軟骨の磨耗や損傷によるキャッチングなど機械的因子を主症状とするものでは関節鏡視下に嵌頓した半月板の切除、軟骨のシェービング、増殖した滑膜の切除などを行う。侵襲も小さく後療法も早く行えるが、その効果には限界がある。

②高位脛骨骨切り術

内反変形の著しい症例では脛骨の中枢部で骨切りを行い、外反位に矯正する高位脛骨骨切り術を行う。比較的若年者で外側部や膝蓋大腿関節部の変化が軽く、可動域制限もあまりない症例で適応となる。骨癒合に時間を要し後療法に手間がかかるが、自らの骨を用いて治せることが有利な点である。

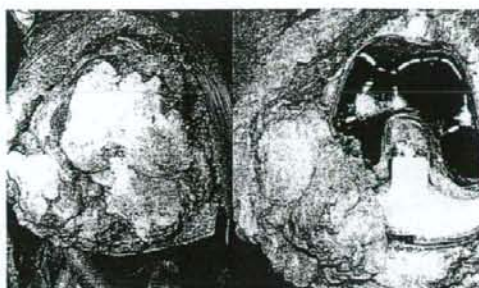


図 27-30 変形性膝関節症に対する人工膝関節置換術

③ 人工膝関節置換術 (図 27-30)

関節全体の変形が著しい症例で適応になる。軟部組織は、温し関節の表面だけを入れ替える表面置換型と、関節の安定性も人工関節に依存する制御型があり、関節の状態により使い分ける。社会復帰が早く、除痛効果は大きい。術後の感染や緩みなどの合併症に注意を要する。最近では片側のみ破壊が強い場合には、単顆置換術が利用されることが増えている。

■ 患者説明のポイント

①膝関節の加齢的変化であり、完治することがないことを理解してもらう。

②症状や変形の程度により保存療法から手術療法までさまざまな治療法があり、患者の希望によって選択しうることを説明する。

■ 看護ケアとリハビリ上の注意

①外来：肥満のある患者に対しては生活・栄養指導などを行う。投薬は高齢者で合併症のある症例が多いため、副作用ばかりでなく、現在服用中の他の薬剤との併用の可否についても注意させる。関節内注射は関節軟骨が感染にきわめて弱い組織であるので、無菌操作に十分注意を払うよう指示する。

②入院：手術療法は高齢者には大きな負担になるため、心肺機能、腎機能など全身管理に十分注意させる必要がある。また、術後の深部静脈血栓症とそれに伴う肺梗塞の予防にも注意させる。

膝関節特発性骨壊死

Idiopathic osteonecrosis of the knee joint

酒井宏哉 埼玉医科大学・教授 (総合医療センター)

(疾患概念) 局所的な軟骨下骨の骨壊死で、大腿骨顆部に生じることが多い。

(分類)

原因が特定できないもの (狭義の特発性、自然発生

型 (spontaneous osteonecrosis) が大部分であるが、他の疾患に伴って発生する二次性 (secondary) のものもある。二次性の骨壊死の中では膠原病などの治療のためにステロイド剤の大量・長期投与を受けた後に発症するステロイド性 (steroid-induced osteonecrosis) が多い。

(病態)

自然発生型の骨壊死は 50 歳以上の中・高齢者に強い疼痛をもって発症することが多い。ほとんどが大腿骨内顆に発生し、軟骨下骨の骨粗鬆化に伴う微小骨折が原因であるとされている。一方、ステロイド性の骨壊死はステロイド剤投与に伴う脂質代謝の変化がその発生に関与するとされており、より若年者に多く、大腿骨内顆ばかりでなく大腿骨外顆にも多く発生し、しばしば病変は胫骨顆部なども含めて多数部位に、しかもより大きな範囲で発生する傾向がある。とくに誘因なく膝痛が徐々に発生してくる場合も多い。

■ 問診で聞かすべきこと

①疼痛の発生状況：突然痛くなったか、徐々に痛くなったか。膝のどこ (内側あるいは外側) が痛いかを聞く。

②既往歴：とくにステロイド剤の使用歴。ステロイド性の骨壊死はステロイド剤の全身投与ばかりでなく、変形性関節症などに対するステロイド剤の関節内注射に続発することもあるので注意を要する。

■ 必要な検査

(1)X線撮影：典型的な自然発生型の骨壊死では、X線前後像で大腿骨内顆中央部に周囲を硬化像 (sclerotic halo) によって囲まれた直径 1.0~1.5 cm 程度の骨吸収像がみられ、関節面側には板状の硬化陰影 (石灰化板 calcified plate) がみられる。ステロイド性の骨壊死では病変がより広く、顆部関節面のほとんど全体に及ぶ場合もある (図 27-31)。

(2)MRI：初期の病変はなんら X 線像上異常は認められず、MRI でのみ画像診断がつく場合がある。

(3)骨シンチグラフィ：ステロイド性の場合には、患側膝以外にも反対側の膝や大腿骨頭などにも骨壊死が同様に発生することがしばしばある。このような多発性の病変のスクリーニングには骨シンチグラフィが優れている。

(4)関節鏡：本症の初期に関節面の状態を把握するのに有用ではあるが、その侵襲性からして単なる診断目的で行うべきではない。

■ 診断のポイント

①通常は典型的な X 線像で診断が可能である。

②ステロイド剤の使用歴があり、臨床症状が骨壊死を強く示唆するにもかかわらず X 線像で異常が見ら

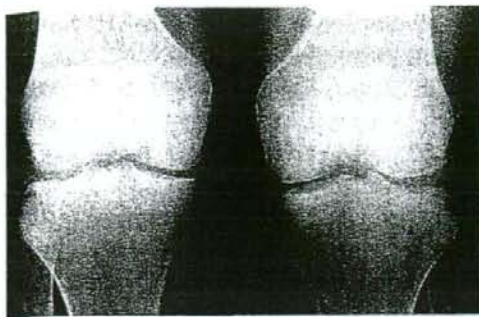


図 27-31 両大腿骨外顆骨壊死

29歳，女性。SLEにてステロイド剤の使用歴あり。両大腿骨外顆の広い範囲に骨吸収像がみられる。

れない場合にはMRIを撮像する。

③ステロイド性の骨壊死ではしばしば両側性であったり，大腿骨頭などの骨壊死を合併する可能性があることを念頭に置く必要がある。

治療方針

①病変部の陥没が生じる前の早期に診断がついた場合には，局所の免荷による保存療法を行う。

②局所の免荷に加えて関節鏡視下での multiple drilling も試みてよい。

③より病変が進んだ大腿骨内顆の病巣に対しては，高位胫骨骨切り術が疼痛の消失と病変の進行の防止に対して有効である。

④これらの方法を行っても症状が持続する場合には，高齢者においては人工関節置換術の適応となる。

ステロイド性の骨壊死は，若年者に多く，病変が大きくまた多発性の場合が多く治療には難渋する。自家骨軟骨移植や自家骨軟骨細胞移植が有効である場合もある。

患者説明のポイント

ステロイド性の骨壊死では他の部位にも病変が存在する可能性があること，また将来生じてくる可能性があることを話す。

半月[板]石灰化症・骨化症

Calcification or ossification of the meniscus

酒井宏哉 埼玉医科大学・教授（総合医療センター）

〔疾患概念〕 半月板に石灰化や骨化が生じる病態である。

〔発生頻度〕 加齢に伴いピロリン酸カルシウム沈着

症として半月板の石灰化が生じることは決して珍しいことではなく，高齢者の1/4～1/3には生じるとされている。一方，半月板骨化症は非常に稀で，比較的若年の男性の内側半月後角に多い。

〔病態〕

半月板の石灰化そのものは無症状であることがほとんどである。ただし，ピロリン酸カルシウム結晶による結晶性滑膜炎として偽痛風発作が生じる場合があり，X線像での半月板の石灰化陰影は膝関節における偽痛風の診断基準の1つである。半月板の骨化は疼痛や嵌頓症状を呈することも稀にはあるが，ほとんどが無症状である。ただし骨化病変が存在すると外傷を受けた際に半月板損傷を来しやすい。

〔診断のポイント〕

半月板の石灰化は，X線像にて半月板の存在部位に一致して石灰病変が認められればわかる。骨化もX線像で診断可能である。ただし関節内遊離体との鑑別は必要で，X線透視下に関節運動に伴う骨化病変の動きを観察することは有用である。

治療方針

①X線像で半月板の石灰化がみられても，それ自体は病的なものとはいいがたく，一般的には治療の必要はない。従って疼痛などの症状がみられた場合には何らかの別な原因をさぐるべきである。

②骨化病変も無症状の場合は治療不要で，愁訴があった場合にもまずは保存的に経過を観察する。

③症状がとれなければ関節鏡視下に骨化病変の切除を行う。

化膿性膝関節炎

Pyogenic arthritis of the knee

酒井宏哉 埼玉医科大学・教授（総合医療センター）

〔疾患概念〕 膝関節の化膿性細菌感染であり，関節周囲の感染巣から関節内に感染が波及する場合と，血行性に感染が生じる場合以外に，手術や開放創あるいは関節内注射などによる直接的な細菌の関節内への侵入が原因となる。膝関節は治療目的に関節内注射が特に頻繁に行われるが，清潔操作を怠ると汚染による化膿性関節炎が生じやすい。本症の起炎菌は黄色ブドウ球菌が多い。

〔臨床症状〕

関節の腫脹，発赤，熱感，疼痛，可動域減少をみる。体温は上昇する。

5 膝関節拘縮の治療

慶應義塾大学整形外科助教授 松本秀男

1. 手術適応

術前に、病歴、臨床所見、単純X線所見、およびMRI所見などから上述した膝関節拘縮の病態をよく検討し、手術適応および手術法を決定する。特に病歴は拘縮の病態を把握するうえで重要な情報を多く含んでいるので詳細に検討する必要がある。拘縮の原因が複数であったり、拘縮が長期間続くと単一の病態だけではなく、拘縮の病態が複雑なほど、術後可動域の改善が得られにくいので、手術適応および方法を慎重に決定する必要がある。また、すでに再三にわたり手術を受けた症例では、膝関節周囲、特に伸側の皮膚が著しく線維化していることがあり、このような場合には、手術侵襲が皮膚の循環障害を起し、術後壊死に陥る危険があるので皮切などにも十分注意を払う必要がある。

高度の膝関節拘縮はADL上も機能障害が強く、患者の希望と意欲があれば手術療法の適応になるが、手術侵襲も大きく、後療法にも長期を要するため、それぞれの症例の病態をよく検討し、さらに、関節可動域が改善したために膝関節痛が出現したり、増強したりする可能性がないかどうか考慮したうえで、可動域の改善のみにとらわれず、膝関節全体の機能の十分な改善が見込まれる場合に手術療法に踏み切るべきである。

2. 膝関節授動術

前項で述べたごとく、関節拘縮の病態は複雑で、それぞれの症例の病態に適した手術法を選択する必要がある。これまでさまざまな関節授

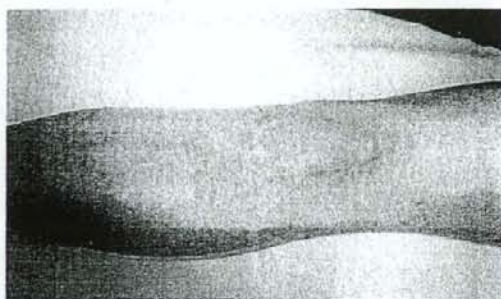


図1 頻回の手術に伴う皮膚線維化が著しい場合には皮膚の循環障害をきたす可能性があり、注意を要する。

動術が開発されているが¹⁻⁴⁾、大多数の手術法は関節内の癒着剥離と同時に伸展機構のexcursionの獲得を目指すものである。関節内の癒着剥離については、いずれの手術法もその手技に大きな違いはないが、伸展機構の処置にはさまざまな特徴がある。

(1) 皮膚切開

拘縮の病態によって手術法が異なるので進入法もそれに合わせる必要がある。関節内の広範囲な展開を要する場合には内側傍膝蓋皮切が有用であるが、再手術例が多く、特に頻回の手術のために伸側の皮膚が著しく線維化している場合(図1)は創閉鎖が困難になったり、関節可動域が改善するとともに皮膚の循環障害をきたす危険があるので、皮切はできるだけ前回のものを利用する。

(2) 関節内の剥離

半月板、十字靭帯などの関節構成体を可及的に温存しながら膝蓋大腿関節、大腿内、外側谷部、および顆間窩部の癒着を剥離する。前項で述べたごとく、関節内の癒着は損傷部位や手術

操作を受けた部位を中心に存在するので、術前に癒着が存在し得る部位を十分に検討しておくことにより、不必要な剥離操作を避けることができる。膝蓋大腿関節は膝蓋骨の可動性が十分に得られるまで剥離を行うが、癒着が強いと軟骨が剥がれやすく、剥離に際し関節軟骨面をできるだけ損傷しないような愛護的操作が必要である。膝蓋大腿関節の可動性が得られたら、膝蓋骨を翻転し、大腿脛骨関節の剥離を進める。大腿内、外側谷部の剥離は十分に大腿骨顆部後方まで行う必要があるが、内側谷部の剥離に際しては、内側側副靭帯を損傷しないように十分注意を要する。顆間部は前、後十字靭帯をできるだけ温存しながら剥離を進める。ときどき膝関節の屈曲を行い、癒着が残存する部位を確認しながら、剥離を進める。膝蓋骨を翻転した状態で関節内の剥離を十分に行えば、通常は目標とする可動域が得られる。その後、膝蓋骨を整復しても、同様の可動域が得られれば、ここで手術を終了するが、膝蓋骨の整復により可動域が著しく減少する場合には、supra-patellar factorまたはinfra-patellar factorに対する手術操作を要する。

(3)鏡視下授動術

術前の検討により、関節内操作のみで十分な可動域が得られる可能性がある場合には、関節鏡視下授動術が適応となる。鏡視下授動術では、外側膝蓋下ポータルより鏡視し、内側膝蓋下ポータルより剥離をすすめるのが一般的であるが、癒着剥離を要する部位により、内外側ポータルを逆にしたり、別に膝蓋上ポータルを製作するなど、症例に合わせた対処が必要となる。また、関節内の癒着が著しい場合には、関節鏡を挿入しても鏡視野が全く得られない場合がある。その際には解剖学的位置関係を参考にして、ある程度鋭的に線維組織を切除しながら視野を確保する。膝蓋大腿関節、膝蓋上囊、内外側谷部の順に剥離を進める。通常、鏡視下にエレバトリウムを用いて鈍的に線維化を剥離するが、線維化の強い部分ではハサミなどにより鋭的に切離を進める。その際も不必要な切離による関節内出血をできるだけ避けることが術後の可動域獲得に大切である。顆間部は前、後十



図2 富士川のinfra-patellar factorに対する手術法
脛骨粗面を膝蓋腱とともに一度切離し、膝蓋脛骨付着部を中枢側へ移行することにより、膝蓋骨を解剖学的位置に整復し、伸展機構のexcursionを確保する。

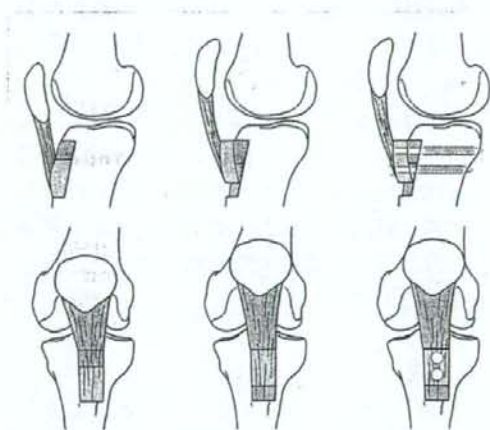


図3 富士川のinfra-patellar factorに対する手術法のシエーマ

字靭帯をできるだけ温存しながら、シェーバーなどを用いて剥離を進める。ときどき、膝関節の屈曲を行い、癒着部位を確かめながら、剥離を進める。

(4)伸展機構の処置

関節内剥離を行った後、大腿直筋と内側広筋間および大腿直筋と外側広筋間を中枢方向に向かって切離していく。線維化した中間広筋は切除する。膝関節の可動域が得られたら、切離した内、外側広筋は膝関節屈曲位で大腿直筋に再縫合する。大腿直筋の線維化が著しい場合にはこれを延長する変法も行われているが、大腿直筋に手術操作を加えると術後extension lagを残すことが多いので現在ではほとんど行われな。また、中間広筋の切除は技術的には容易で

◎循環障害をきたす危険があるので、皮切はできるだけ前回のものを利用する。

◎術前に癒着部位を十分に検討しておく、不必要な剝離操作を回避できる。

◎著しい膝蓋骨低位を呈している場合には、膝蓋腱胫骨付着部を中枢側に移行する。

なく、またこれを行わなくても大腿骨と中間広筋間を十分に剝離し、大体直筋と内、外側広筋間の切離を十分中枢まで行えば良好なexcursionが得られることが多い。

(5) 膝蓋骨低位に対する処置

膝蓋腱の短縮のために著しい膝蓋骨低位を呈している場合には、胫骨粗面を膝蓋腱とともに一度切離し、膝蓋腱胫骨付着部を中枢側へ移行することにより、膝蓋骨をできるだけ正常の位置に整復する(図2, 3)。その際、膝蓋腱の菲薄化を招くような場合には人工靭帯などを用いて補強し、早期の後療法を可能にする(図4)。この手術は膝蓋腱の短縮による拘縮に対して大腿四頭筋の延長を行い、伸展機構の絶対長を確保する従来の方法に対し、膝蓋腱の胫骨付着部を中枢側に移行することにより膝蓋骨を解剖学的な位置に戻し、膝蓋大腿関節の適合性の回復を目指したものである。

(6) 後療法

CPM装置により手術当日または翌日より関節運動域訓練を開始する。訓練時の徐痛をはかるために、手術は硬膜外麻酔で行い、硬膜外チューブを術後1, 2日間留置すると患者の負担も軽減する。CPMの運動角度は疼痛および後出血の程度や局所所見(特に皮膚の状態)をみながら徐々に増加する。疼痛や腫脹が強い時期に急激に運動角度を増加すると、剝離部位の異所性骨化を生じ(図5)、かえって関節可動域の減少を招くことがあるので、暴力的操作は禁忌である。また、経時的にX線撮影を行い、異所性骨化がみられたら後療法プログラムを変更する。さらに、多数回の手術を受けている症例では、術後関節可動域が増加すると、瘢痕化した伸側の皮膚の緊張が増加するので血行障害を起こしやすく、術後しばらくの間は頻りに手術創の観察を行い、血行障害が疑われるような場合には、可動域訓練の屈曲角度を制限するなど、症例に応じた後療法プログラムを組む必要があ

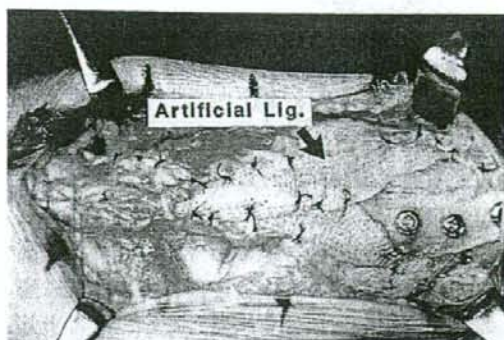


図4 膝蓋腱の菲薄化を招く場合には、人工靭帯で補強する。

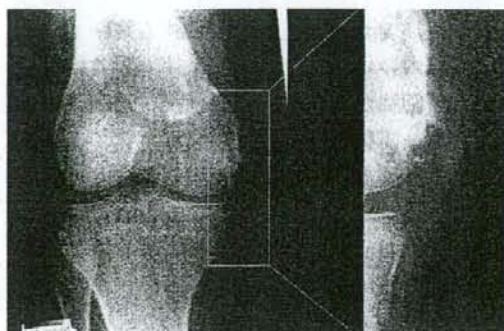


図5 内側側副靭帯の異所性骨化
腫脹の強い時期に急激に運動角度を増加すると異所性骨化のために、かえって可動域の減少を招く。

る。大腿四頭筋訓練は手術翌日より行う。通常、手術侵襲が軽減する術後1~2週から荷重歩行を許可する。また、一度獲得した可動域も術後数ヶ月の間は減少することがあり、術後長期間、関節可動域訓練と大腿四頭筋訓練を継続し、十分な経過観察が必要である。

文献

- 1) Thompson, TC: Quadriceps-plasty to improve knee function. J Bone Joint Surg 26: 366-379, 1944
- 2) 弓削大郎: 膝関節硬着に対するR. Judetの関節授動術. 関節外科 1: 327-334, 1982
- 3) 富士川恭輔ほか: Infrapatellar Extensor ApparatusのAntero-proximal Advancementによる膝関節授動術について. 臨整外 18: 19-28, 1983
- 4) 須田康文ほか: 膝関節拘縮に対する鏡視下授動術. MB Orthop 15: 23-28, 2002