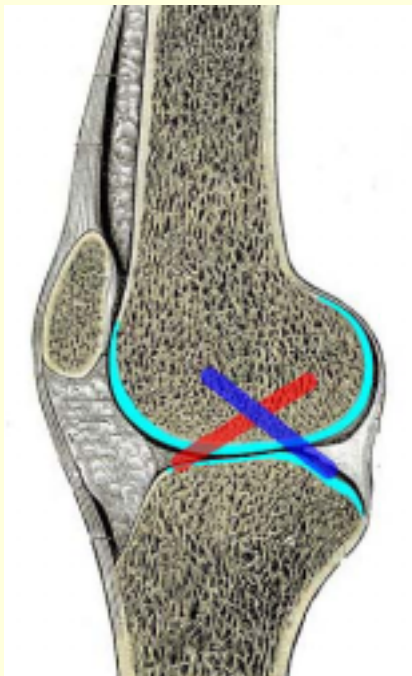
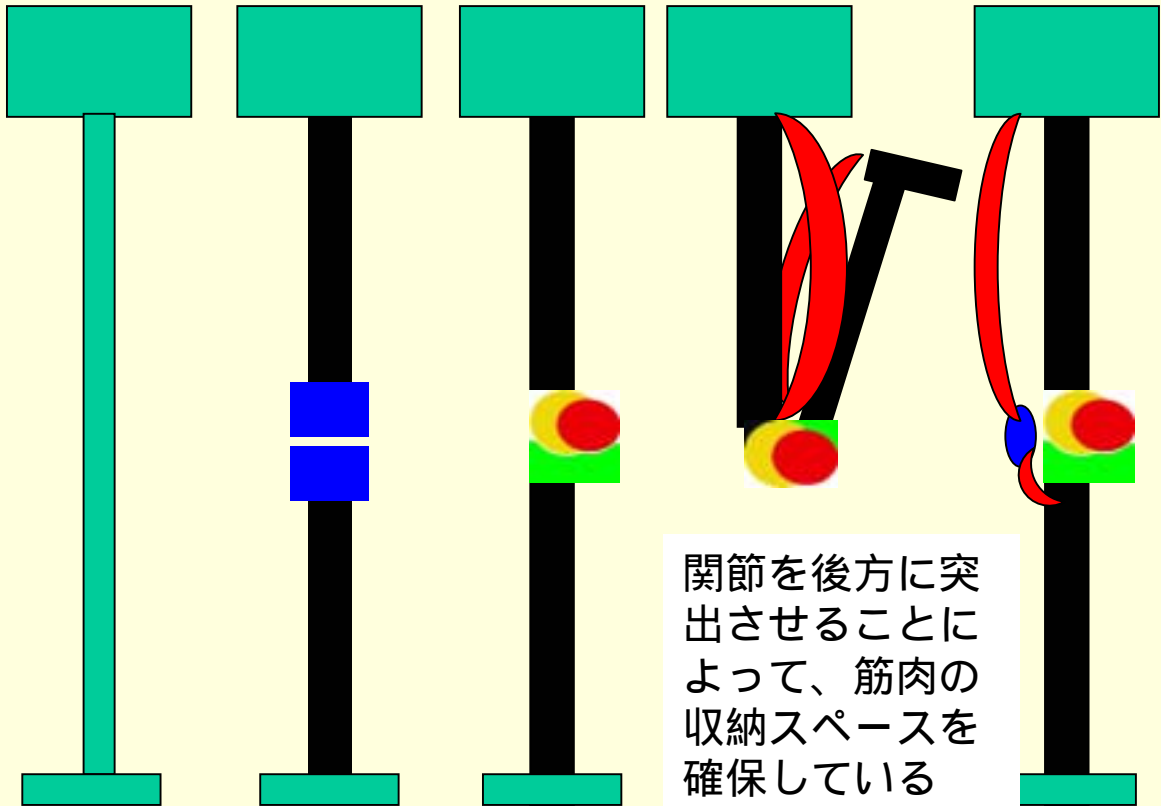


# 患者さんへの図解説明：膝の痛み

## バイオメカからの理解

- bio • accumulation** n.【化】生物濃縮...
- bio • activity** n.【生理】生物活...
- bio • assay** n.【化】生物定量
- bio • astronautics** n.宇宙航空生物学...
- bio • chemistry** n.生化学
- bio • clean** a.(バクテリアな...
- bio • compatibility** n.【生理】生体適...
- bio • computer** 【コンピュータ】バイオコ...
- bio • degradation** n.生体内分解..
- bio • electronics** n.【生物】バイオ...
- bio • engineering** n.生物工学....
- bio • environmental** a.生物環境の (...
- bio • electronics** n.【生物】バイオ...
- bio • feedback** n.【生物】生体自...
- bio • material** n.生体適応素材 ...
- bio • mechanics** n.【生物】生物力...
- bio • physics** n.生物物理学....
- bio • science** n.生物学; 生物...
- bio • sensor** n.【化】バイオセ...
- bio • synthesis** n.【生化】生合成...
- bio • technology** n.生物工学, バ...
- bio • tribology** n.生体潤滑工学
- Bio-economics
- Bio-ethics

# 50Kgの重量物を2脚で支え、 折れ曲げることができる設計は？



- 大腿骨下端は後方に突出していて、大きさの異なる円筒を組み合わせた多軸軸受けである。
- 脛骨面はほぼ平坦で、大腿骨はこの上を転がるように回転する。
- 円筒と平面との隙間には膝半月というくさび構造物が挟まっている。
- 突出した膝蓋骨はプーリーの役割を担っている。
- **前十字靭帯**は脛骨の前方滑り出しを防ぎ、**後十字靭帯**は後方落ち込みを防ぐ。

p.02 modified from Gray's Anatomy on line :

# 椅子からの立ち上がり



椅子から立ち上がろうとしたときに膝は約110度まで無意識に屈曲している。屈曲不十分では立ち上がれない



片足が悪い人は良い方の足だけで立ち上がっている。  
このとき股関節と膝関節を伸ばす筋肉に大きな負担がかかっている。  
手の支えが無ければ若い正常人でも大変な動作である。

# 階段の上り下り



階段の上りには良い方の足を上段に上げ、悪い方の足を同じ段に揃える。上るときには自分の体重を引き上げるだけの力が必要である。

下るときは悪い方の足を下段に下ろし、良い方の足を同じ段に揃える。下るときにも膝を曲げた状態で体重を支えるには、上るとき以上の力が必要となる。

上りでは後方の足で蹴り上げる力も加わるが、下りでは蹴りおろせないからである。

# 軟骨の多層構造



表層

中間層

深層

骨層

## 軟骨基質

(From Website of The University of Western Australia)



## 軟骨線維構造

(標準整形外科学8版41頁  
豊島良太分担より)

軟骨は親水性、多孔性の機能傾斜複合材料である。糖蛋白複合体を主成分とする軟骨基質は深層に向かって濃度が高く、圧縮応力を吸収する。表層の線維は平行に配列し、剪断応力に対抗している。

# 頻度の高い膝の病気

疾患名	好発年齢							頻度	診断のポイント
	#	#	#	#	#	#	#		
変形性膝関節症								中高年の膝関節痛の原因としてもっとも頻度が高く、40歳以上の一般住民の30%以上に潜在病変が認められる。0脚変形が多い。歩行時に膝内側部が痛む。	
捻挫 靭帯損傷								骨折がなくても簡単に捻挫と片づけない。激しい外力では側副靭帯、十字靭帯、半月板損傷を疑う。限局した圧痛や不安定性を確かめる。	
半月板損傷								若年者では円板状半月、青年期には外傷性損傷が多い。壮年以後は半月の変性による。pain.locking.giving wayが3徴候。立ち上がりなどに膝にコクンと音がする。	
関節リウマチ								関節リウマチの好発部位で、腫脹と関節水症をきたす。朝のこわばり、他の関節罹患に注意。変形性膝関節症と区別する。	
Osgood-Schlatter病 ジャンパー膝								Osgood-Schlatter病では脛骨粗面が膨隆し、限局した痛みがある。ジャンパー膝では大腿四頭筋の膝蓋骨付着部に圧痛がある。膝蓋骨下端と膝蓋靭帯移行部に痛みを訴えることもある。	
他覚的所見の確認 困難な幼児の膝痛								円板状半月、単純性股関節炎、二分脊椎、ペルテス病などの可能性がある。小児期では股関節疾患の初発症状として膝を痛がる。	
偽痛風								激痛発作の時は化膿性関節炎と紛らわしいことがある。半月板石灰化に注意。関節液中のピロリン酸結晶を検査する。	
膝の特発性 骨壊死								初期に激痛がある例が多いが、膝関節症の症状と大差ない例もある。大腿骨内側顆関節面の陥凹、硬化像に注意。	
骨肉腫								外傷を契機にして発見されることもある。痛みを自覚せずにかばっている。大腿四頭筋萎縮が先行している。	
化膿性膝関節炎 化膿性骨髄炎								高齢者では関節内薬剤注入後に起こる例が多い。急性発症と徐々に発症する例がある。小児では骨髄炎に続発する。	
ステロイド関節症								頻回なステロイド関節内注入の影響で起こる。神経病性関節症に類似の関節破壊が見られる。	
離断性骨軟骨炎								活発なスポーツ少年に多い。大腿骨内側顆関節面に発生する。運動後の不快感や疼痛が初発で、進行すれば、嵌頓症状を起こす。	
色素性絨毛結節性 滑膜炎								再発を繰り返す関節水症、とくに赤褐色の関節液を見たら本症が考えられる。関節血腫性滑膜炎や滑膜肉腫との鑑別が必要。	
神経病性関節症								脊髄癆、脊髄空洞症など脊髄・末梢神経麻痺後に起こりうる。無痛なので関節破壊は進む。	

p.06

# 変形性膝関節症

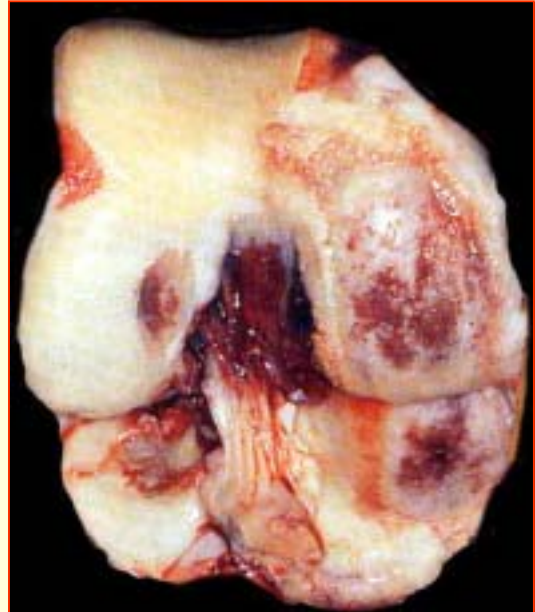


変形性膝関節症によるO脚



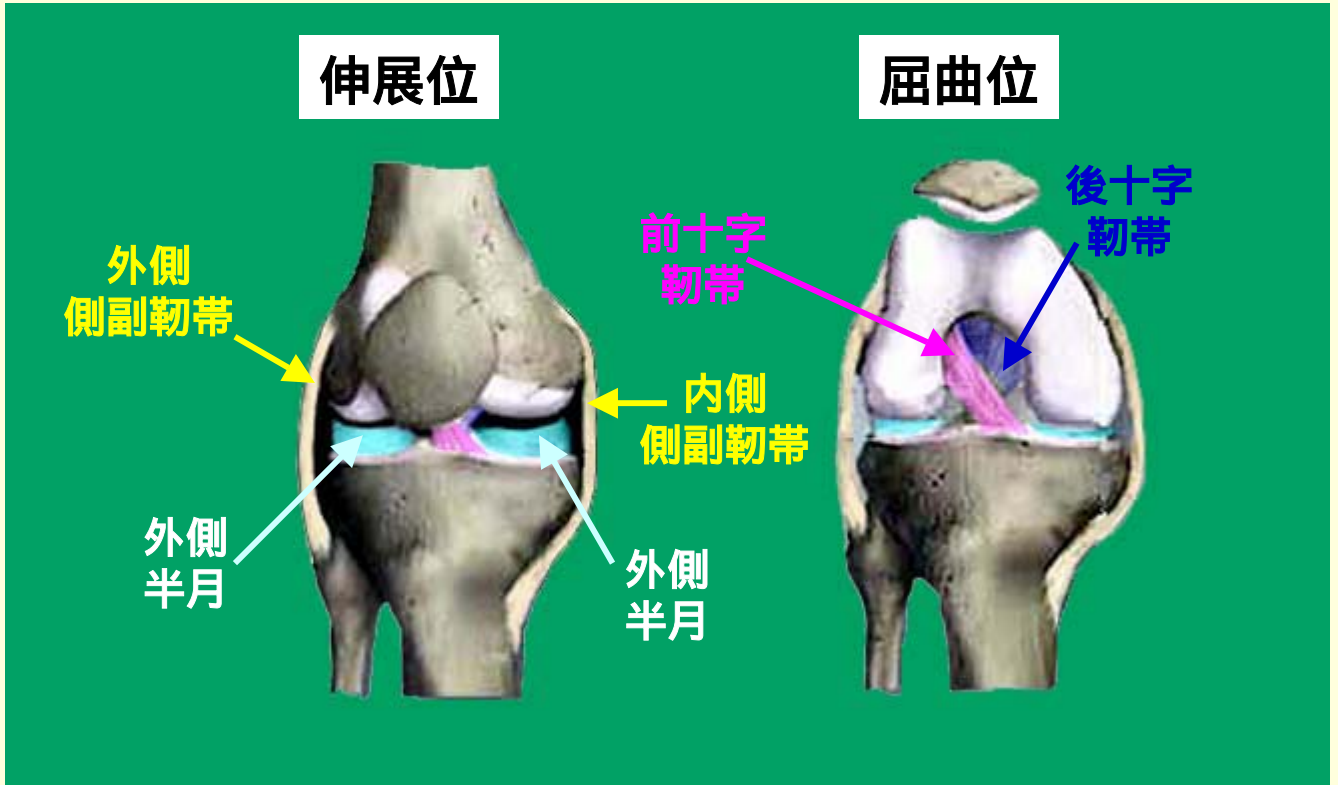
内側

内側の関節隙間が減少



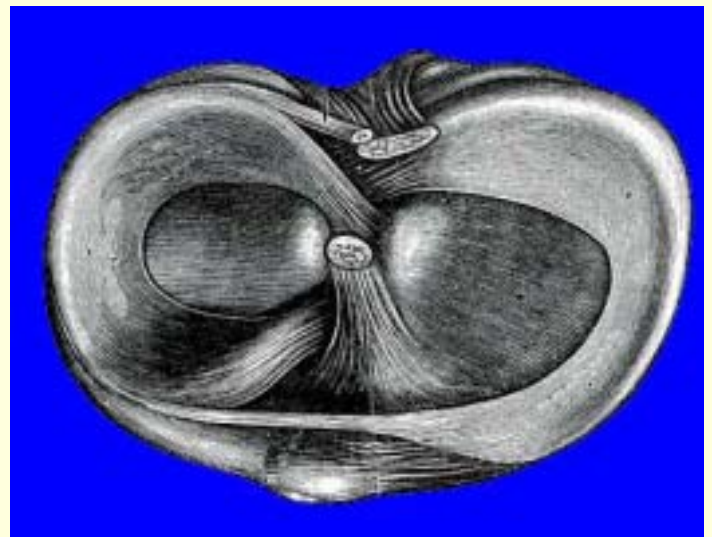
- 正常の関節はみずみずしい軟骨で覆われている。
- この軟骨がすり減ってしまうのが変形性関節症。

# 膝靭帯と膝半月の模式図



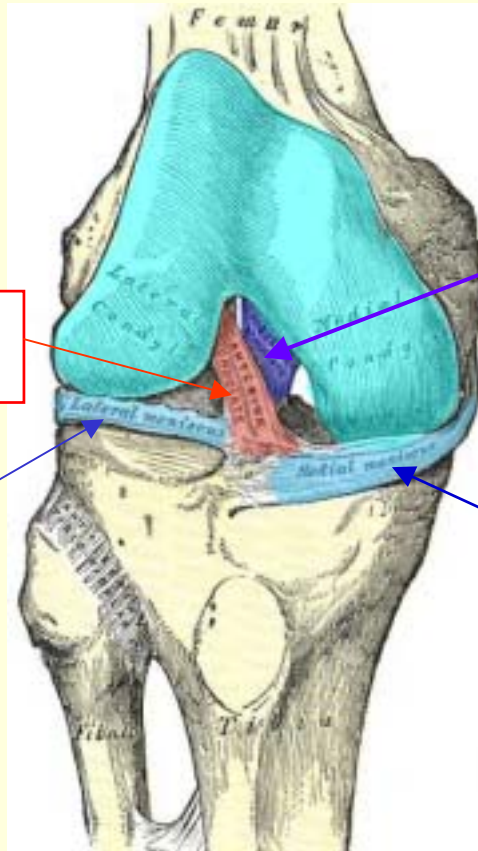
- 側副靭帯は内外への移動、内外反を防止する。
- 十字靭帯は前後への移動を防止する。
- 伸展位ではこれらの靭帯が緊張し、安定位となる。
- これをScrew Home現象という。

- 円い大腿骨の関節面と平らな脛骨の関節面  
の間に半月状の線維軟骨が介在する。
- 屈伸に伴い微妙に移動して、膝を安定化させ、クッションの役割を果たす。



上からみた膝半月

# 膝の靭帯解剖図



前十字靭帯は脛骨の前方滑り出しを防ぐ

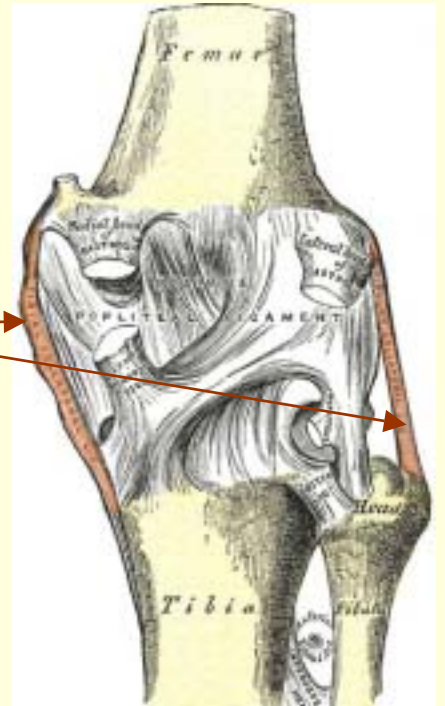
後十字靭帯は脛骨の後方落ち込みを防ぐ。

外側半月

内側半月

前方から

内外側副靭帯は膝の側方折れ曲がり、すなわち内反と外反を防ぐ。



後方から

*modified from Gray's Anatomy on line :*

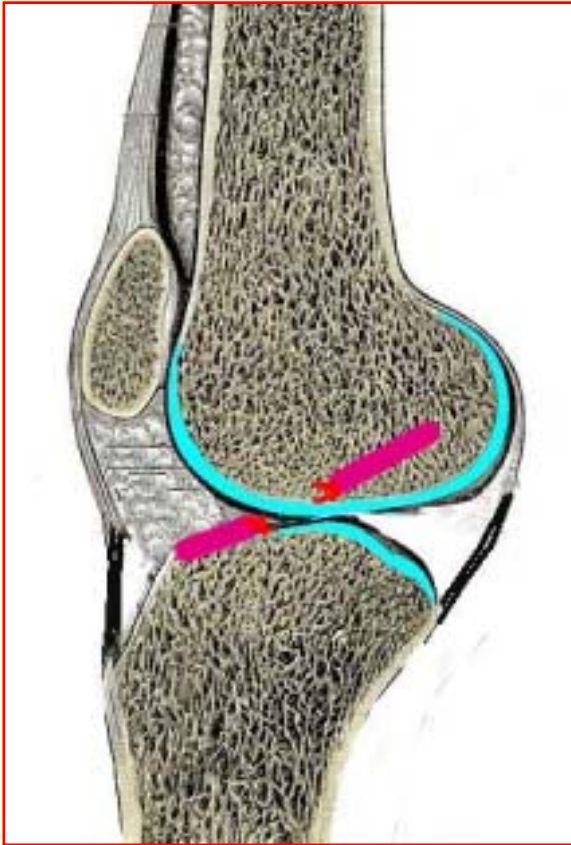
- 膝を完全に伸ばした状態では膝後方の強靭な靭帯で支えることにより、筋力を消耗せずに立位を保つことができる。
- 故に膝の後ろから不意に突かれるとガクツとなる。

p.09

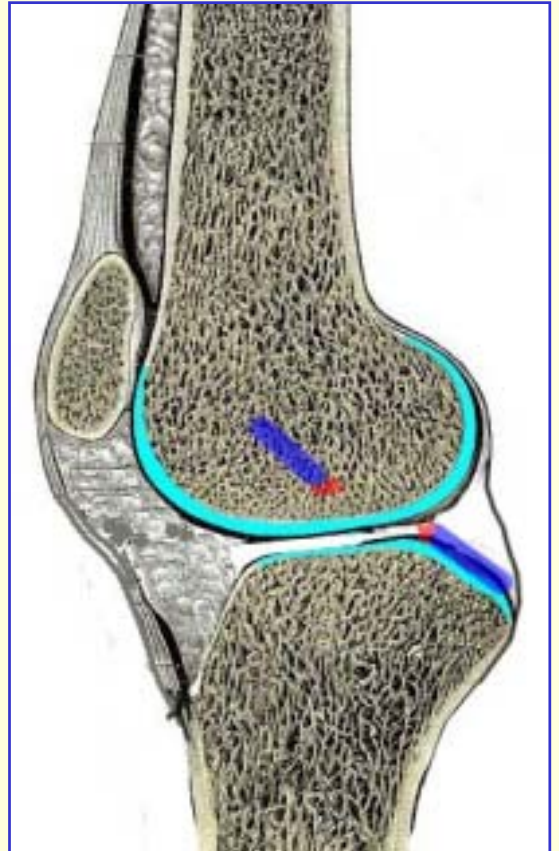
メモ用

膝の痛み

# 膝十字靭帯損傷



前十字靭帯損傷  
前方引き出し症状



後十字靭帯損傷  
後方押し込み症状

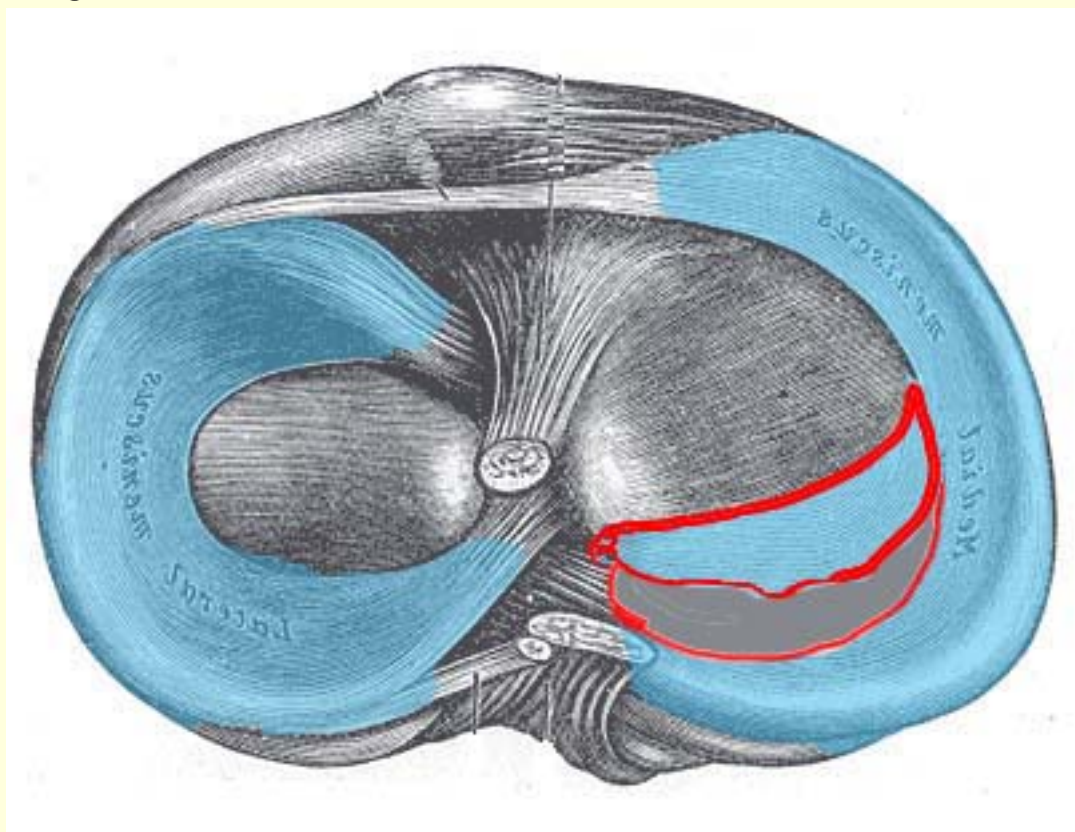
膝外傷ではまず側副靭帯が損傷され、ついで十字靭帯が損傷される。十字靭帯は前後方向の安定性を保つ働きをしているので、これらが損傷されると膝が不安定となる。

損傷直後は足が踏み立てられない。急性期を過ぎても不安定感を覚え、膝が外れそうで怖いという。靭帯損傷に半月板損傷を合併することも多い。

# 膝半月板損傷

半月板が損傷されると次の3症状が起こる：

- 1.膝の屈伸に際してコクン、ガクンという音がするclick .
- 2.立位歩行中に膝に力が入らなくなり、膝崩れがgiving way が起こる .
- 3.膝がある角度で鍵をかけられたようにロックされる rocking .

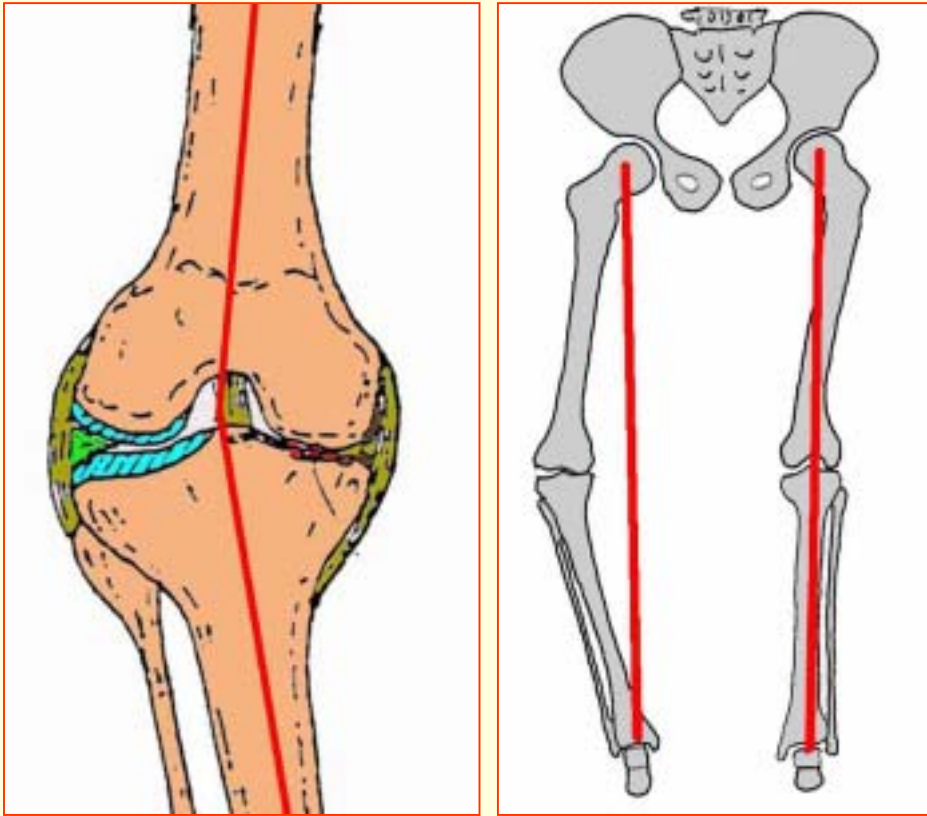


損傷された半月板の断片が移動して、関節面間に異常に嵌り込んだり、外れたりする時に起こる症状である .

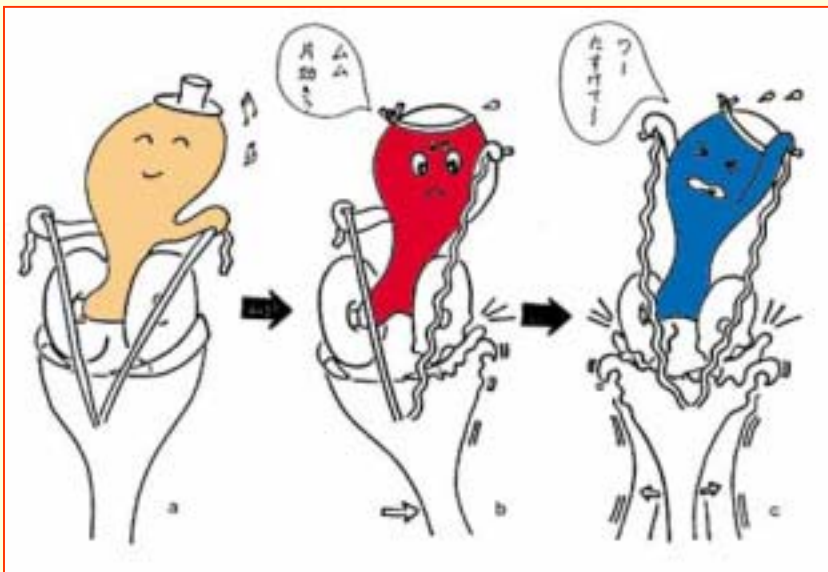
大腿四頭筋が萎縮し、関節に水が貯まるという症状が続けば、MRI検査を必要とする .

p.11

# 片効き運転の膝



主に内側の軟骨がすり減るので、膝はくの字に曲がる。  
体重はより内側にかかるので、片効き運転状態になる。

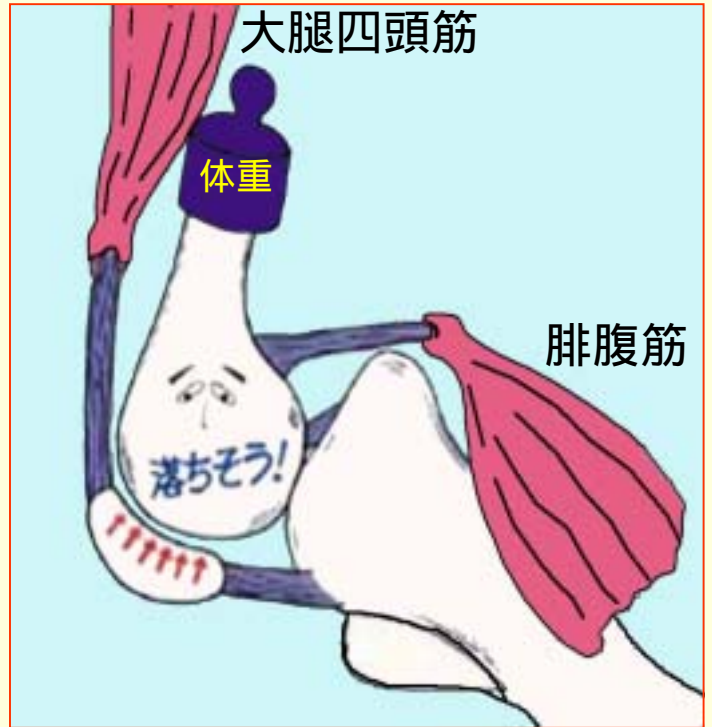
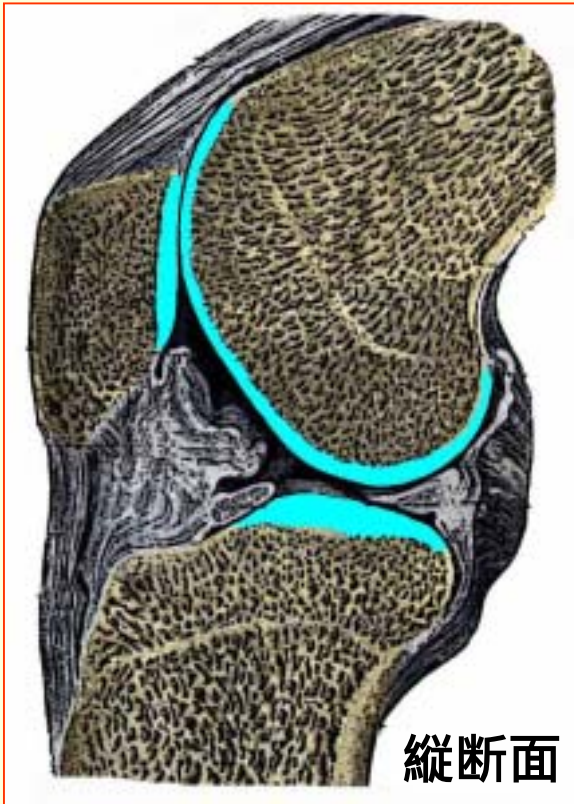


痛い膝では膝上の  
内側の筋肉がとくに  
衰える。

下駄の鼻緒の片側  
がゆるんだ状態で、  
膝がカクランカクラン  
となる。

丸山正昭先生原図

# 関節の摩擦と膝にかかる力



丸山正昭先生原図

生体関節の摩擦係数は氷と氷の摩擦係数より一桁低い。  
しゃがみ込んだとき、膝から上の全体重が滑り落ちようとする。  
この滑り落とされる力は体重の6倍に相当する。  
大腿四頭筋は膝の皿を引っ張って、滑り落ちを防いでいる。

摩擦係数

境界潤滑状態 : 0.05 ~ 0.15

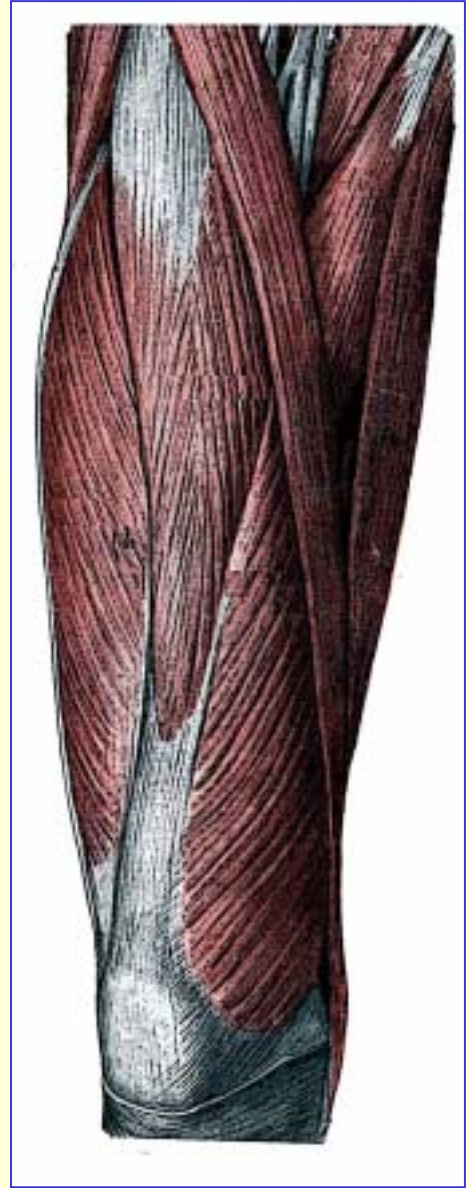
流体潤滑状態 : 0.001 ~ 0.01

生体関節 : 0.005 ~ 0.02

人工股関節 : 0.1 ~ 0.3

氷と氷 : 0.03

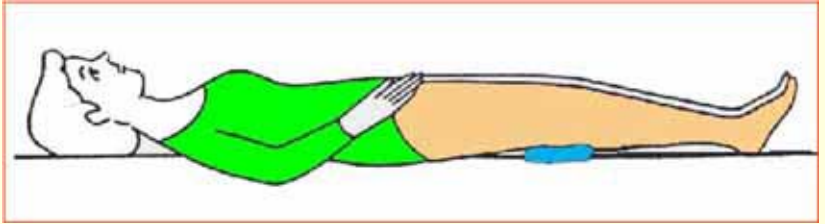
# 膝を伸ばす大腿四頭筋



*modified from* Rauber-Kopsch :  
Lehrbuch und Atlas der Anatomie des  
Menschen, Georg Thieme 1929

4本からなる膝を伸ばす筋肉は膝蓋骨に着いている。  
膝蓋骨をうまく操縦して、膝関節を安定させている。

# 膝伸展訓練の実際



- 痛みを感じるほどに行わない。
- 反動をつけず、ゆっくり、できるだけ伸ばす。
- 足首に重りは不要。

座った姿勢でも、寝た姿勢でもよい。膝上の筋肉内の古い血液を絞り出すつもりで行う。

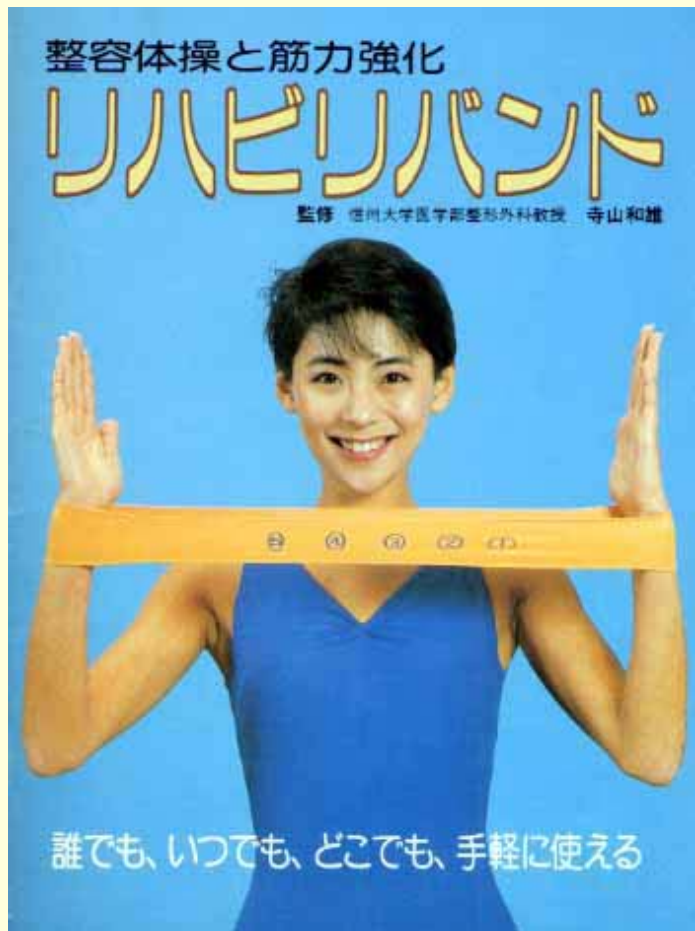
- 1.太ももの筋肉に力を入れて、ゆっくり膝を伸ばす。
- 2.とくに内側の筋肉がもり上がるように。
- 3.伸ばしたままで5秒間保つ。
- 4.力を抜いて、足をおろして5秒間休む。

「膝伸ばしとゆるめ」の繰り返し5回を1セットとし、下記の時間に分けて行う。

少なくとも1日4セットを目標とする。

日付	朝	午前	昼	午後	夕方	ねる前	備考

# リハビリバンド



- 5つの楕円印がついている。
- バンドを引き延ばし、楕円が真円となったとき、1-5 kg となるように設定してある。

水中訓練にも使える



寺山和雄：ゲージ付き筋力強化バンド。  
別冊整形外科 No.11,246-249, 1987.

# 手術を受ける前に、 杖を使い段差を解消



術前に杖の使用  
を身につけよう。

術後に使い始め  
るは危険です。



自宅の段差を解消、  
要所に手すりを付  
けよう



# 浴槽の縁に腰掛けを



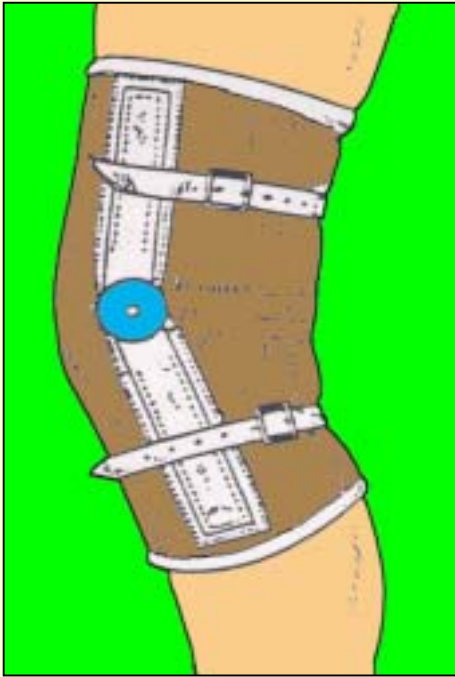
わが家の風呂場にはスペースが足りなかった. 2枚戸を3枚戸にし、木箱を戸のレールにまたがせるようにした

p.18

メモ用

膝の痛み

# 膝装具についての私見



× ヒンジ付き装具：多軸運動をする膝関節を単軸運動に制御するのは無理、内反変形に適合させないと痛い。  
メッシュ製のやわらかいサポーター：表皮に豊富なメカノリセプターを賦活して危険域運動を避ける。

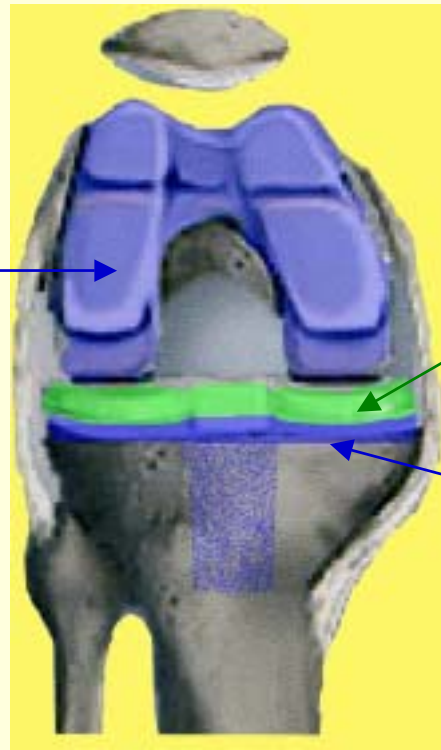


外側楔形装具：横に傾斜した道路を歩いているのと同様に、実際に付けてみると歩きにくい。

# 人工膝関節



骨切除面



金属  
シェル

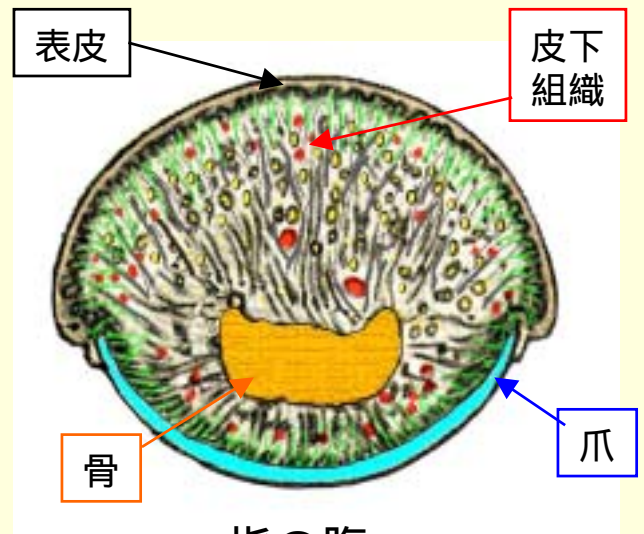
プラスチック

金属トレイ

人工関節は関節面の部品を交換しているだけであって、軟部組織を含めた真の生体関節を復元してはいない。人工部品も非親水性の単一構造材料であり、摩耗が問題となる。

ロボットは進歩しつつある。指の腹の構造だけの研究を30数年も続けている学者がいるが、まだ生体に近似な人工物はできていない。

生体に習って工学を



指の腹