

# 身体の質量と剛性が 与える影響

～膝関節を中心に～

浦和整形外科 小川勝由

# 質量・歩行

## 質量

- 物体がもともと持っている量のこと
- 新たに生まれることもなし、消失することもない

歩行は身体質量の約 70 % におよぶ上半身の質量を Locomotor system と呼ばれる骨盤と下肢が運ぶ運動

下肢のどの筋肉をどの程度活動させなければならぬかは、上半身の質量中心位置に大きく影響される

- 空間上の上半身の位置によって
- ・ 過剰に筋が働いてしまう
  - ・ 働くべき筋ではなく別の筋が働く

# 上半身と下半身の質量中心

三次元動作解析：身長に対する足底からの高さ

- 上半身質量中心( $COM_{HAT}$ )：70.69±0.9%
- 下半身質量中心( $COM_{LE}$ )：35.49±0.6%

$COM_{HAT}$  を歩行分析の観察点として用いることの可能性が示唆され、立位姿勢と歩行時の $COM_{HAT}$  の制御方法には関連性がある

静止立位における上半身および下半身質量中心の配列を観察することが歩行時の質量中心の変位パターンの推定につながることを示唆された。

健常成人における上半身質量中心点と下半身質量中心点位置の検討 重心測定板法と三次元動作解析装置との比較：川合 健太

立位姿勢観察による歩行時上半身質量中心動揺特性の推定：鈴木 陽介

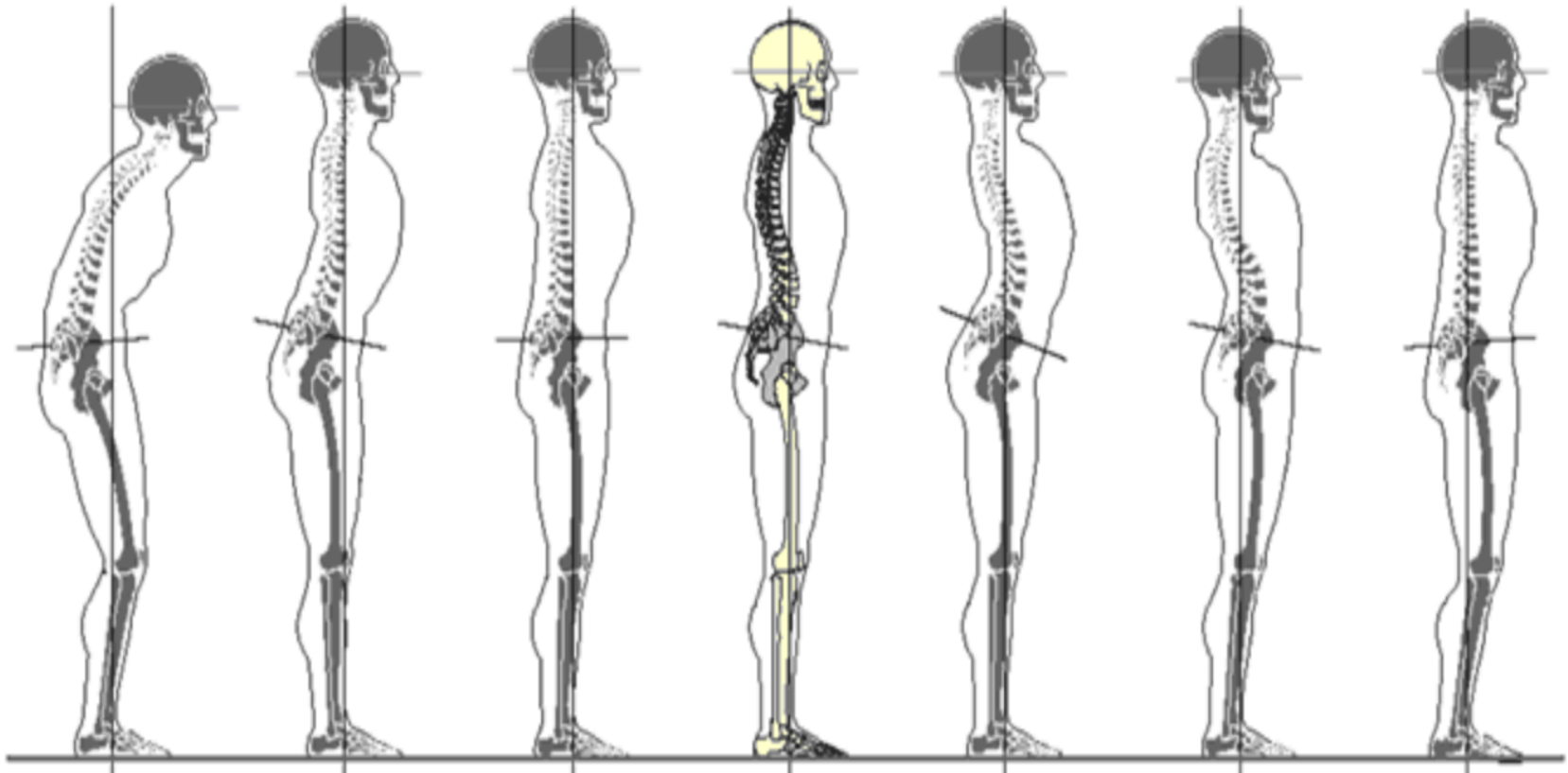
Locomotorへの  
**Mechanicalstress**の制御には  
上半身質量の制御が重要

楽に（効率良く）コントロールができて  
ない場合は

↓ 下肢へ何らかの**負担**となっている可能性

一次性的な変形性膝関節症には明らかな受傷起点はない  
通常の日常生活の中でいつの間にか生じてくる

# 脊柱のアライメント

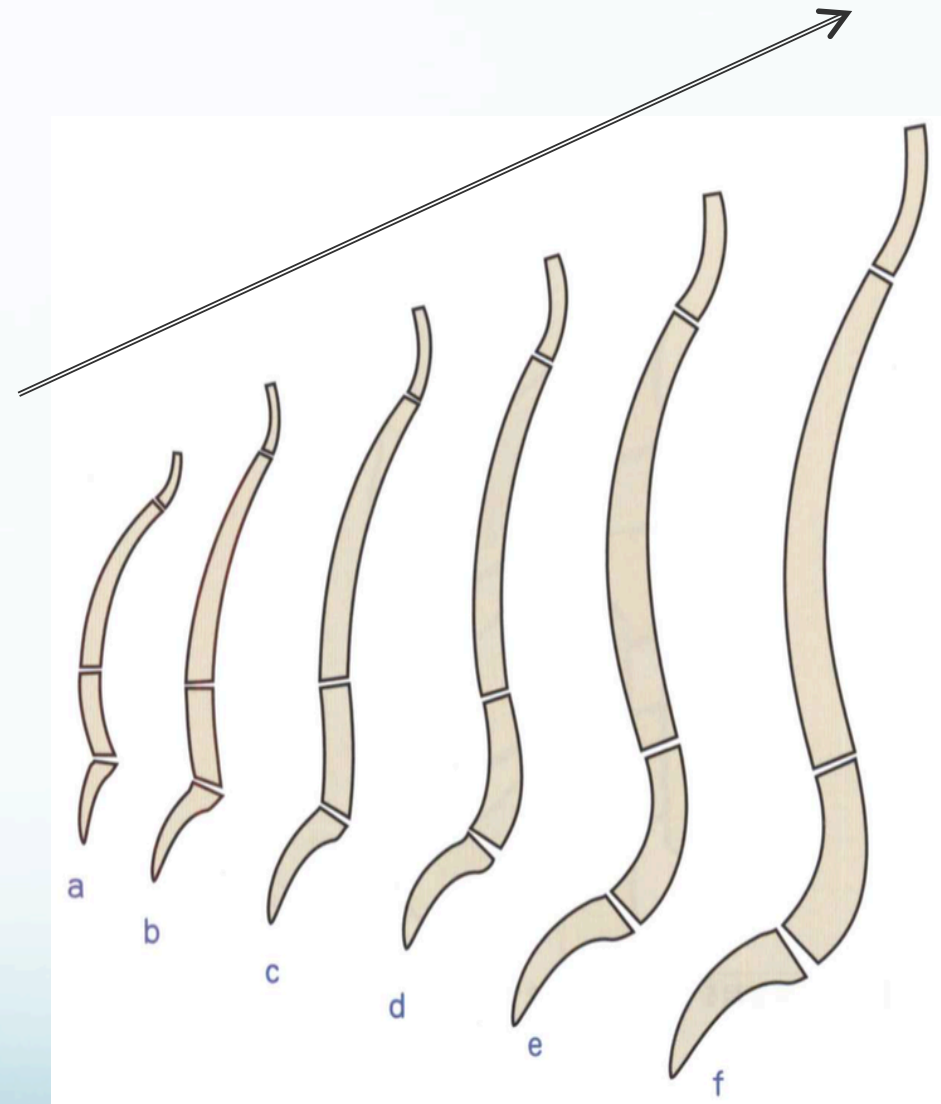


# 脊椎の湾曲

- a 1日齢では腰椎後方凸
- b 5ヶ月でも軽度後方凸
- c 13ヶ月で腰椎flat
- d 3歳から腰椎の軽度前彎
- e 8歳でさらに湾曲が強まり
- f 10歳で確立

したがって個体の発達は  
種における進化と一致している。

※立位や歩行に適した状態となる



# 脊柱前弯の重要性

- 猿回し

立位姿勢保持訓練や背部から腹側へマッサージを繰り返し行うことで適度な脊柱前弯が生じ、徐々に安定した歩行が可能になる。



※前弯の獲得が上半身質量を前方へ偏移させることとなり、歩行効率の向上、すなわち下肢への力学的な負荷の軽減につながる。

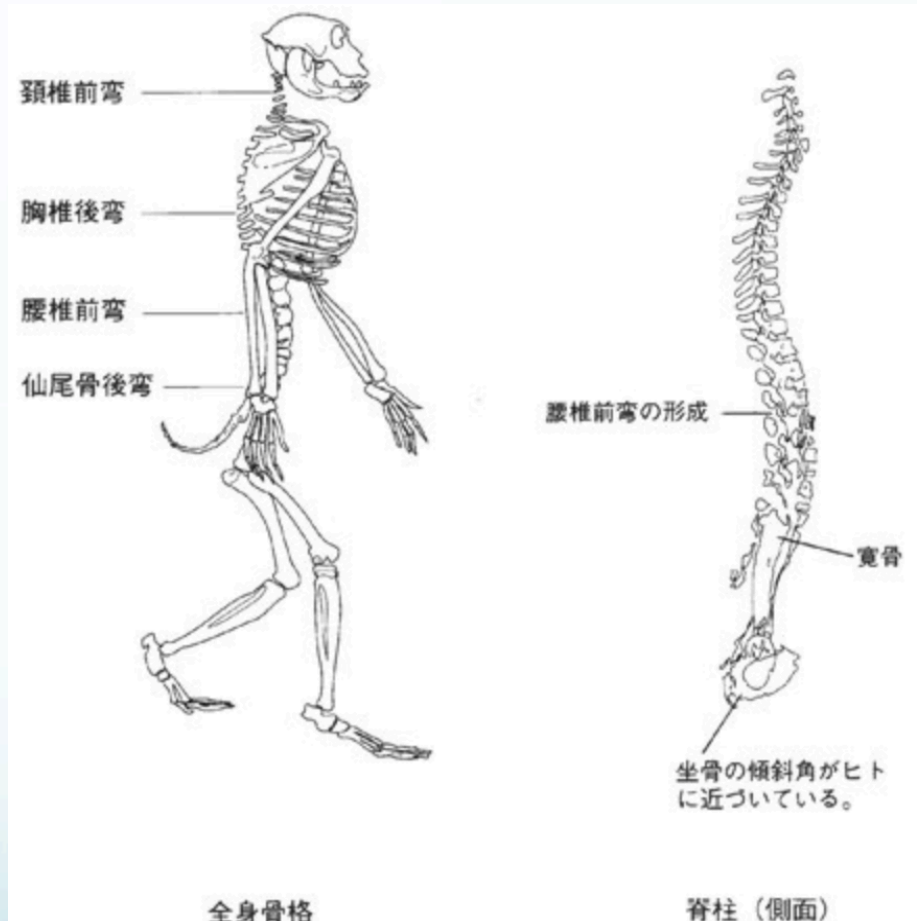


図 8-1 ニホンザルの初代ジローの骨格

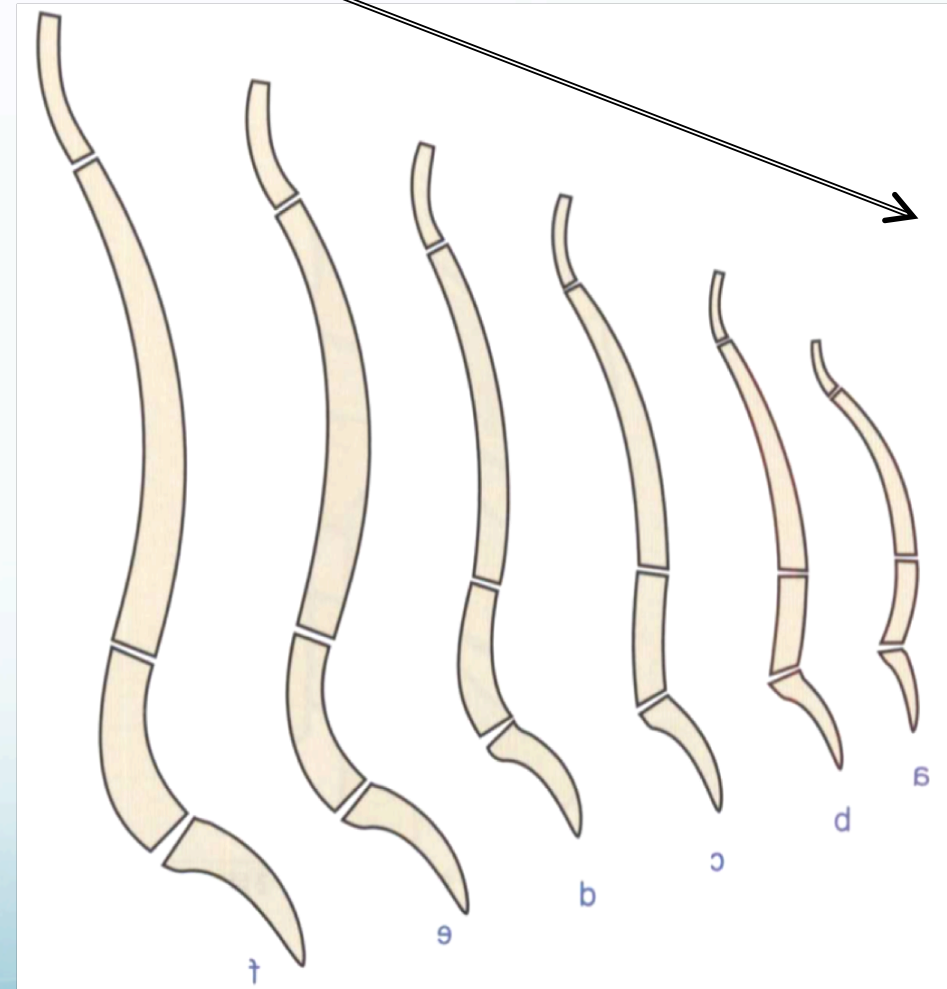
# 脊椎の彎曲

確立された脊椎の彎曲は  
思春期にかけ座学の増加・運動する  
機会の減少等が影響し崩れ始める。

更に社会人になるとそれは顕著に現  
れ、デスクワーク・家事・育児等、  
圧倒的な屈曲姿勢の増加によって  
脊椎の後弯が進行する。

それは椎体や椎間板等に不可逆的な  
変化をもたらす。

※上半身質量の後方偏移が生じる





# 脊柱Malalignment

実技体験：上半身の質量偏移の影響を知る

- ・ 矢状面上の前後偏位
- ・ 前額面上の側方偏位

Quad・humst・TFL-ITB（VL）張力の変化を知ろう

**上半身の質量の偏移が  
安静立位や歩行時の下肢の筋バランスの変化が生じる**

# 剛性とは

物体の硬さを表す値      ex)剛性が高い、剛性が低い  
曲げやねじれを加えても形が不変なもの      =剛体

<特徴>

剛性が高ければ高いほど

隣接する物体へ同等の力を伝えることができる



運動連鎖について考えると・・・

# 運動連鎖

ひとつのセグメントの動きが隣り合うセグメントの動きを誘発する。距骨下関節の回内外が下腿の内外旋と関連することが、人体で共通して観察される現象のひとつとしてよく知られている。

運動連鎖を引き起こすためには  
緩衝・吸収されることなく正確に力を伝える必要が有る



正確に力を伝えるためには

骨・関節を通して力を伝えるため、  
特に関節の剛性を高める必要がある

# 膝關節の 構造的安定機構

- 骨
  - 靭帯
  - 関節包
  - 半月板
- 静的・受動的安定機構
- 筋 → 動的・能受動的安定機構

# 水平面における膝の中心軸

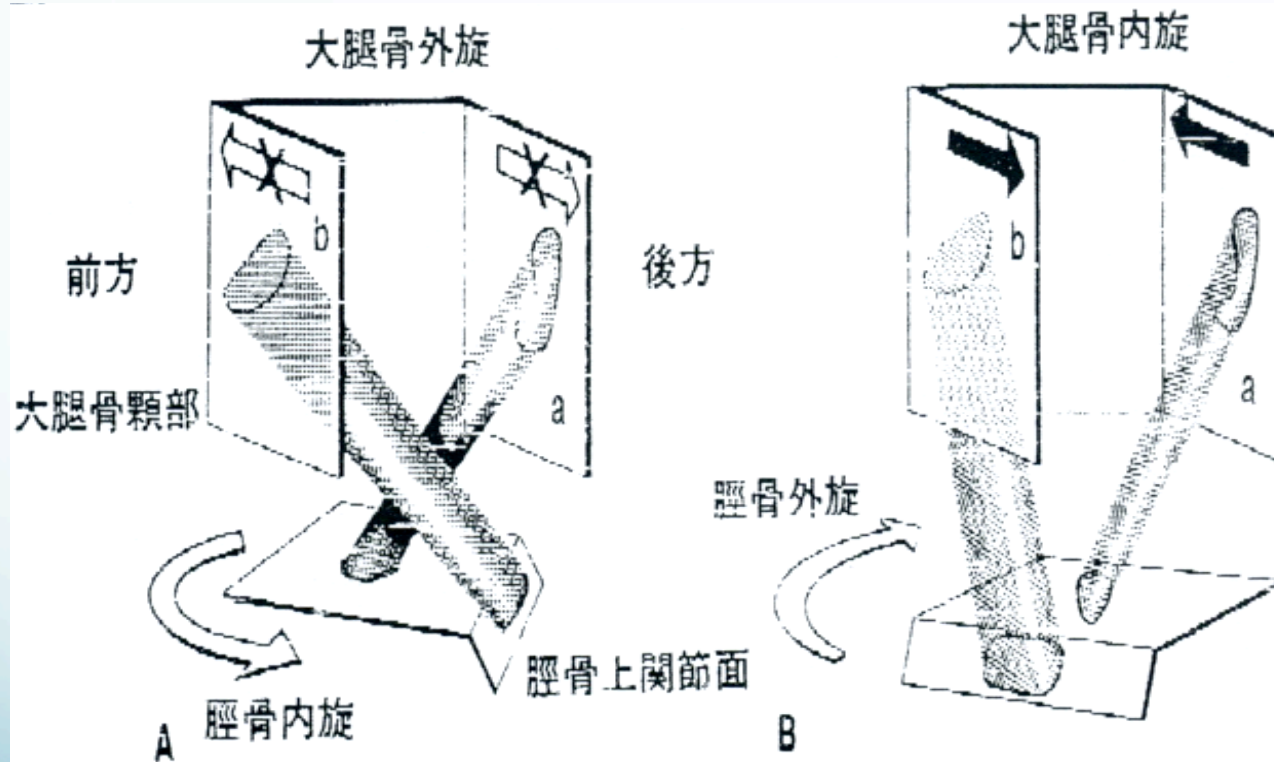


図 1.30 水平面における膝の中心軸と運動学

A. 内旋（脛骨内旋または大腿骨外旋）時、ACL は大腿骨外側顆（a）の後退を制御し、PCL は大腿骨内側顆（b）の前進を制限する。

B. 外旋（脛骨外旋または大腿骨内旋）時、大腿骨両側顆はもはや中心軸に依存しない運動を行う。

# 膝の中心軸と安定性

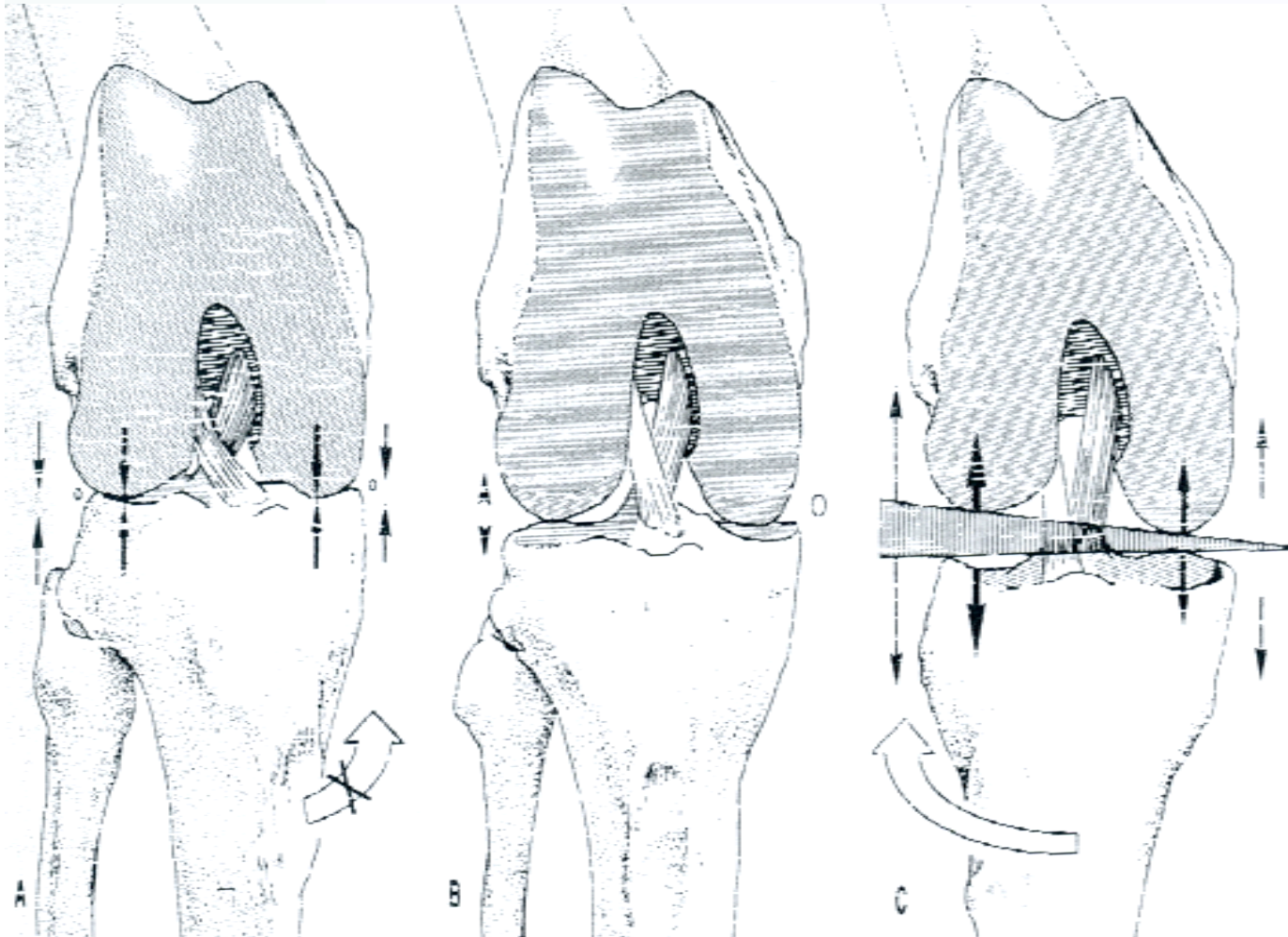


図 1.32 水平面と前額面における膝の中心軸と安定性

A. 内旋時，十字靭帯は互いの回りでねじれ，内旋は制限される．この中心軸の自らのねじれは，関節表面を接合させ前額面における膝を安定化する．

B. 回旋中間時，外側コンパートメントの透き間が存在する．

C. 外旋時，十字靭帯のねじれがほぐれ，もはや周縁関節包-靭帯組織の作用なしには，外旋を制御できなくなる．関節面は離開する．中心軸は，もはや単独では前額面での膝の安定性を確保することはできない．

# 構造的安定機構の機能不全

屈曲拘縮や下腿外旋などのMal-alignment

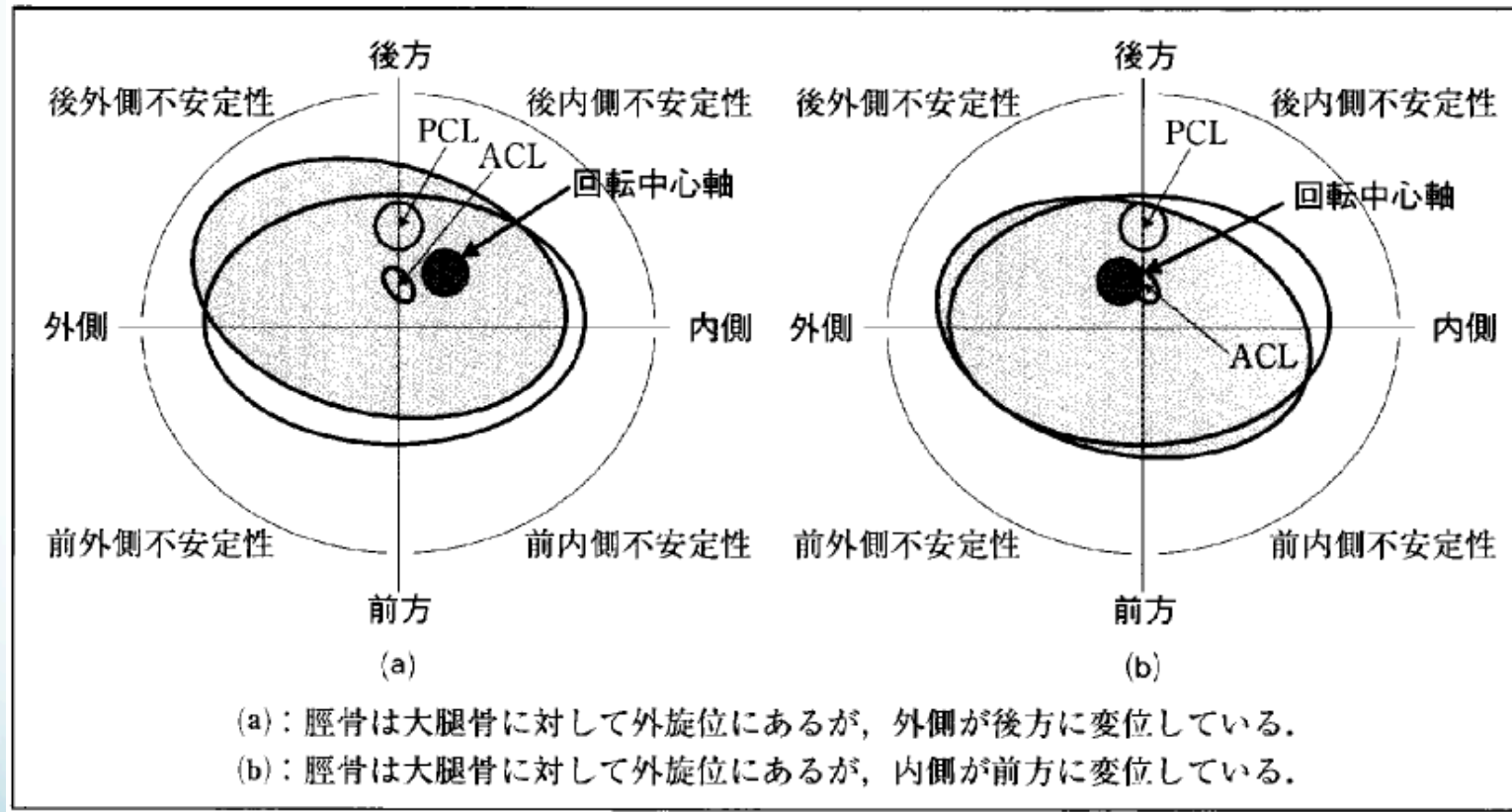
- 構造的な不安定性により力を正確に伝えることができなくなることで、
- 必要以上にストレス（力学的ストレス）を受けてしまうこととなり、
- 構造の破綻に繋がる。

# 質量の偏移と剛性の低下と 変形性膝関節症

主に矢状面上の質量の偏移により  
前外側・後外側の過剰な緊張が生じることで  
大腿骨に対する下腿のアライメント異常が生じる。  
そのため膝関節の剛性が低下し  
過剰に力学的ストレスが集中するため  
OA Change生じる



# 膝OAに認められる脛骨の偏移



高齢変形性膝関節症患者に対する運動療法の留意点：木藤伸宏

# 力学的負荷種類

- ①張力 = 牽引や伸張
- ②圧縮 = 押しつぶす
- ③剪断力 = 物体にずれを起こす
- ④ねじれ = 回転方向のずれをおこす
- ⑤曲げ = 彎曲させる

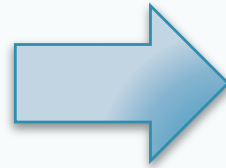
およびこれらの複合負荷がある。



※生体に加わる力学的な負荷を推測するためには  
アライメントの観察が重要。

# OA Changeの結果 生じる機能障害

局所的に診られる所見

- 伸展・屈曲可動域制限
- Sagging
- Thrust
- 大腿骨に対する下腿回旋
- 広筋群の萎縮
- Patellaの上方／外側偏位
- RFやITBの過剰緊張



原因   
ではなく  
結果 

結果の治療では  
OAは進行する

# まとめると・・・

**上半身の質量**をコントロールすることで・・・

下肢の過剰な緊張を抑制し、

**膝関節の剛性**を保つことで・・・

上行性・下行性の外部モーメントを

正確に隣接する部位へ伝えることができるよう

介入していく必要がある

# 考察してみよう

変形性膝関節症の進行予防を中心に考えたときに  
理学療法士が先行して積極的に介入すべきところはどれか？（複数回答可）

症例) 50代、男性  
通勤で総合的に1時間程度歩いている  
会社ではデスクワークがほとんど  
1日通して圧倒的に座っていることが多い  
運動はとくにしていない。  
下肢の整形外科的既往歴はない  
膝の痛みが生じ整形外科受診  
問診やレントゲン（脊椎&膝関節）、症状から変形性膝関節症と診断  
レントゲン像：腰椎前弯減少、椎体間隙の狭小化、膝関節内側裂隙の狭小化

- ・筋力トレーニング
- ・ストレッチング
- ・マッサージ
- ・可動域訓練
- ・運動学習を目的として動作訓練

ご視聴ありがとうございました