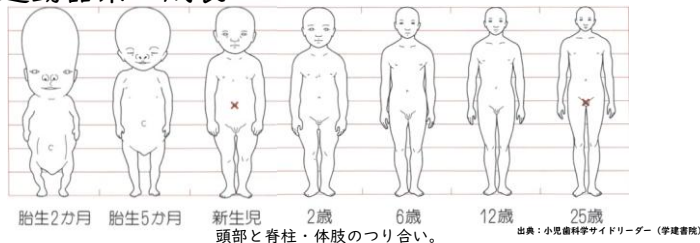


解剖学 I-2 (運動器総論:骨学・関節)

運動器系の成長

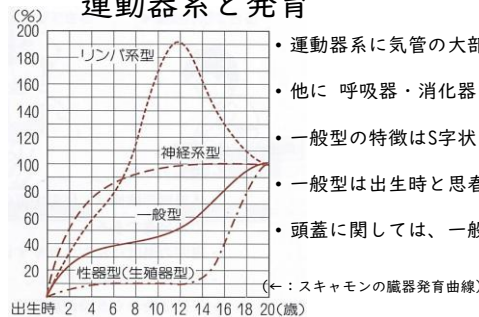


- ヒトの身体は歴齢により、頭部と体軀の間で大きな差が見られる。
- 胎生2か月の段階では、頭部が身長 $\frac{1}{2}$ を占め。
- 新生児の頃は頭部は身長 $\frac{1}{4}$ 程と成り、体の中心は臍のあたりとなる。
- 成長が完了すると頭部は身長 $\frac{1}{8}$ 程と成り、体の中心は恥骨結合のあたりとなる。

運動とは？

- 運動とは、骨格筋が収縮して、骨を動かす事。
- 骨と筋を合わせた物を運動器(系)、これらを学問的にした物を運動器学という。

運動器系と発育



- 運動器系に気管の大部分は 一般型である。
- 他に 呼吸器・消化器も、一般型である。
- 一般型の特徴はS字状(シグモイド)曲線を描く。
- 一般型は出生時と思春期の成長が著しい事を示す。
- 頭蓋に関しては、一般型の成長から外れる。

骨年齢

- 歴齢に対して骨年齢は、生理的年齢という。
- 骨年齢は放射線写真により骨成熟度を確認し、12歳くらいまで用いられる。
- 骨年齢は手根骨など 10の骨によって計測される。



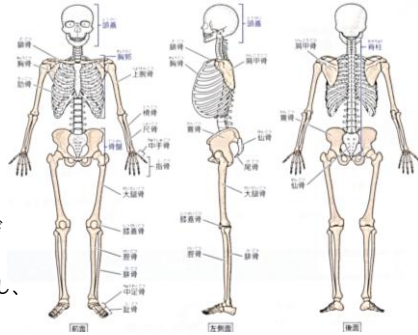
歴年齢(歳)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
手根骨数	2	3	3	4	4~5	5~7	7~8	8~9	9	9	9	10
足根骨数	4	7~8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9

骨年齢が遅れる事でわかる疾患：

Down症・甲状腺機能低下症・下垂体機能低下症・くる病 etc

骨格総論

骨格
 体軸性骨格：頭蓋骨、脊柱、肋骨、胸骨
 付属性骨格：上肢の骨、下肢の骨

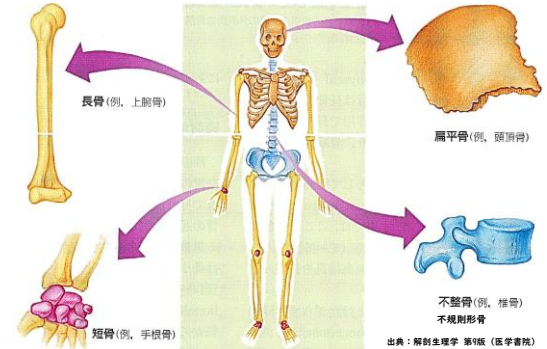


- 骨 (bone) が主体となり、これに軟骨 (cartilages) が加わって、人体の骨組みである骨格 (skeleton) が構成される。
- 骨は連結、すなわち広義の関節をなし、靭帯によって補強される。
- 骨、軟骨、関節、靭帯によって骨格系 (skeletal system) が構成され、筋系とともに運動器系 (locomotor system) を形成する。
- 骨格は、頭蓋骨、脊柱、肋骨、胸骨からなる体軸性骨格 [軸骨格(axial skeleton)] と、その他の骨、上肢と下肢の骨からなる付属性骨格(appendicular skeleton)に区分される。

骨の形態 (骨の特徴)

- 個々の骨には、さまざまな形態的特徴がみられる。
- 主として筋 (腱) や靭帯の付着部となるもの
- 転子、結節、隆起、突起、棘、顆、上顆などは骨の一部が突出している部分で、突出部の形の違いやその大小によって名称が異なる。
- 粗面はざらざらした面やそれをもつ突隆部。
- 線は幅が狭く、低い隆起線であり、稜はある程度の厚みや幅をもった隆起線。
- 窩はある程度の大きさや深さをもったくぼみ。
- 主として神経や血管の通路となるもの
- 孔は単一の骨の中に開いたものや、複数の骨が合してできる。
- 切痕は骨の切れ込んだ部分をいい、溝は狭く長いくぼみ。
- 裂は骨と骨の間にできる裂け目。
- 管は単一の骨の中を走るもの、複数の骨が合してできるものもある。

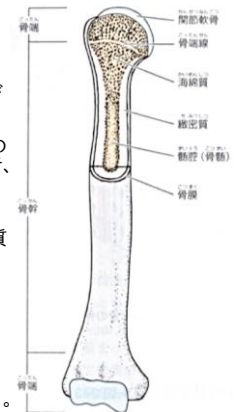
骨の形態 (形状分類)



- 骨の形は色々あるが外形の共通点で種類が分けられている。
- 頭部の骨の様に空気を含む物は含気骨と言われる。
- 腱の内部に生じる種子骨、頭蓋の縫合部に存在する小さく扁平な縫合骨がある。

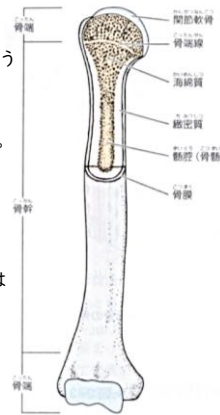
骨の構造 (肉眼的構造)

- 長管骨の場合、幹の部分を骨幹、その両端を骨端。
- 骨端の断面では、骨端軟骨の骨化によってできた骨端線が認められる。
- 骨の周囲は関節面を除いて骨膜 (periosteum) という淡黄色の線維性膜で覆われ、関節のところでは骨膜が関節包に移行、関節面は骨膜でなく、一般に硝子軟骨からなる関節軟骨 (articular cartilage) で覆われる。
- 骨膜内は、骨の実質(骨質)であり、骨質の表層部に、緻密質 (緻密骨:compact bone)と内部の海綿質(海綿骨:spongy bone)に区分。
- 緻密質はその名の示すように、緻密な骨質の部分であり、海綿質は骨質が網状の骨梁を形成する。
- 長管骨の緻密質は骨幹で厚く、骨皮質とも呼ばれる。
- 骨端では緻密質は薄くなるが、代わり海綿質が内部のほとんどを占め、あらゆる方向の外力に抗する構造になる。



骨の構造（肉眼的構造）

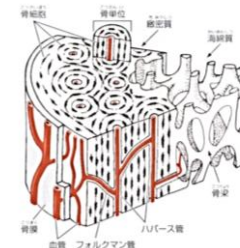
- 長管骨の骨幹では、骨質に囲まれた髄腔(mar-row cavity)という腔所が内部にある。
- 骨質の内面は骨内膜(endosteum)と呼ばれる薄層で覆われ、髄腔やそれに続く海綿質の小腔内は骨髓(bone marrow)で満す。
- 骨髓は造血組織である赤色骨髓と、脂肪化し造血機能をもたなくなった黄色骨髓とに分けられる。
- 幼児期の骨髓はすべて赤色骨髓だが、成長とともに四肢末端から徐々に脂肪組織化し、成人四肢の長管骨ではほとんど黄色骨髓に置き換わるが、椎骨・胸骨・肋骨・腸骨は高齢になっても赤色骨髓を残す。
- 短骨の緻密質は長管骨に比べて薄く、海綿質との境界は不明瞭で扁平骨の両面は硬い緻密質で、その間に薄い海綿質を入れている。



骨の構造（顕微鏡的構造）

骨組織、骨膜、骨内膜の構造

- 骨組織は細胞と細胞間質からなる。
- 細胞は骨細胞(osteocyte)、骨芽細胞(osteoblast)、破骨細胞(osteoclast)であり、骨細胞は骨基質の小腔、すなわち骨小腔の中に存在。
- 骨芽細胞と破骨細胞は、ハバース管の周囲や海綿質の内表面(骨内膜)に存在。
- 細胞間質は骨基質と呼ばれ、線維と線維間質からなる。
- 線維は太い膠原線維(コラーゲン線維)で、束をつくり密に配列する。
- 線維間質の主成分はカルシウム塩であるヒドロキシアパタイト $[Ca_5(OH)(PO_4)_3]$



骨の構造（顕微鏡的構造）

骨組織、骨膜、骨内膜の構造

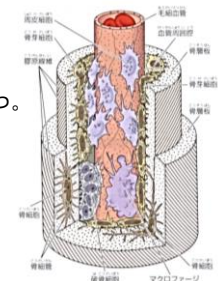
- 骨重量の約1/3を占める膠原線維などの有機質は骨に剛性(曲げやねじりなどの力に対して変形しにくい性質)を与え、骨重量の約2/3を占めるヒドロキシアパタイトなどの無機質は骨に硬さを与える。
- 骨組織の外表面を覆う骨膜は、外側部の線維層と内側部の骨形成層からなる。
- 線維層は神経線維に富む交織密性結合組織。
- 骨形成層では骨芽細胞が分化し、新しい骨組織が形成される。
- 骨組織の内表面(骨髄面)を覆う骨内膜は、一列に配列する骨芽細胞層と散在性の破骨細胞からなり、骨膜とは異なる。



骨の構造（顕微鏡的構造）

緻密質の構築

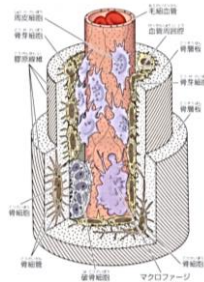
- 骨の表在部を構成する緻密質には血管を通すための管系が2つ。
- 1つは骨の長軸に平行に走る無数の、ハバース管(Haversian canal)と呼ばれる。
- 他の1つはフォルクマン管(Volkmann's canal)と呼ばれ、骨表面からほぼ垂直方向に進入し、ハバース管と交通する。
- これらの管を通して、骨膜側から進入した血管が骨質や骨髓に分布する。
- ハバース管を中心として、骨質の層板(骨層板)が同心円状に重なり、円柱を形成する。
- この円柱の1つ1つをハバース系(Haversian system)といい、骨の構成単位であり、オステオン(osteon; 骨単位)とも呼ばれる。
- 海綿質にも骨層板はあり、それが網状の骨梁を形成するが、ハバース管はない。



骨の構造 (顕微鏡的構造)

緻密質の構築

- ハバース系の構造をさらに詳しく観察すると、骨層板内には、大量のヒドロキシアパタイト(カルシウム塩)と、平行に走行する緊張した膠原線維(コラーゲン線維)が多数存在。
- 膠原線維の走行は隣接する骨層板ではほぼ直交する。
- 層板と骨層板との間にはたくさんの小腔(骨小腔)が点在し、その中に骨細胞が閉じ込められている。
- 骨小腔からは多数の骨細管が出ており、この中に骨細胞の細い突起が収まっている。
- 骨細管は隣の骨層板の骨小腔からのものと互いに連絡し合う。
- そして、ハバース管から骨細管を介して骨細胞へ酸素や栄養が送られる。
- なお、骨幹の中央部付近には肉眼で確認できる栄養孔があり、比較的大きな動静脈がここを通過して骨内部と連絡している。



骨の構造 (骨の血管と神経)

血管

- 長管骨の骨幹には2系統の血管分布がある。
- 1つは少数のやや太い動脈が栄養孔から緻密質を貫いて骨髄に達し、骨髄および海綿質に酸素と栄養を与え、同時に、フォルクマン管に細い枝を出して緻密質の内側部を養うものである。
- もう1つは細い血管が骨膜からフォルクマン管を通過してハバース管に入り、血液を供給するもので、これは主として緻密質の外層部の栄養に関与する。
- また、骨端や骨幹端には周囲の動脈網からそれぞれ多くの動脈が進入する。
- 静脈はそれぞれの動脈に沿って走行している(伴行静脈)。
- 長管骨以外の骨では骨膜から表層の緻密質を貫いて動脈が進入する。

神経

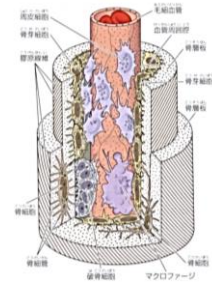
- 骨に分布する神経は主に無髄神経線維で、骨膜に豊富にみられ、痛覚に関与する。
- フォルクマン管やハバース管を通る物や栄養孔を通過して骨髄に分布する物もあるが、これらは血管支配の交感神経線維である。

骨の構造 (骨の機能)

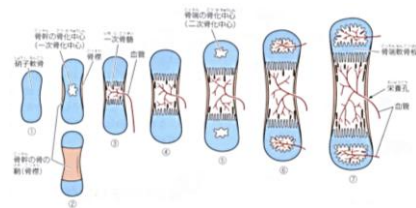
- 骨格は人体の支柱となり、その形を保持し、体重を支える。
- いくつかの骨が集まって腔所を形成し、その腔内に臓器を入れて保護する。
:頭蓋には頭蓋腔があり、その中に脳を入れる。
:脊柱には脊柱管があり、脊髄を入れる。
:胸部は肺や心臓を骨盤は膀胱や子宮などを保護している
- 骨格はこれに付着する筋と共同して運動を行う。
:骨格は筋の収縮・弛緩により動かされるので、筋を「能動的な運動器」、骨格を「受動的な運動器」と呼ぶことがある
- 骨の内部には軟組織である骨髄があり、特に赤色骨髄は血球をつくる造血(hematopoiesis)という重要な働きをする。
:赤血球、各種の白血球血小板が骨髄でつくられ、胎児では肝臓や脾臓でも血球がつけられる。
- 骨にはリン酸カルシウムや炭酸カルシウムが多く含まれ、カルシウムの貯蔵場所という役割がある。
(カルシウムは体重の1~2%を占め、その99%が骨および歯に含まれる)

骨の構造 (骨の発生)

- 骨組織は中胚葉由来の間葉から発生し、間葉細胞に由来する骨芽細胞が骨質の新生に、破骨細胞が骨質の破壊・吸収にそれぞれ関与する。
- 間葉細胞は個体発生過程ですべての結合組織細胞に分化する可能性をもった未分化な細胞である。
- 骨芽細胞はかなり大型(20~30μm)の細胞で単核であるが、破骨細胞はさらに大きく(50μm前後)、多数の核をもつ巨大細胞。
- 骨形成の過程は骨化(ossification)といわれ、軟骨内骨化(軟骨性骨化)と膜内骨化(膜性骨化)の2種がある。
- いずれの骨化においても、骨芽細胞による新生と破骨細胞による吸収の調和によって骨組織自体は形成される。
- この新生と吸収は成長してからの骨においても繰り返され、さまざまな要因による骨の再構築(リモデリング)にかかわっており、さらに骨折の治癒過程にもかかわる。



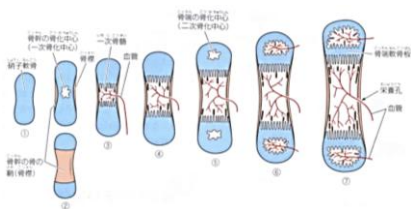
骨の構造 (骨の発生)



軟骨内骨化

- 軟骨内骨化(endochondral ossification)は、はじめに間葉細胞で骨の原型となる硝子軟骨がつけられたのち、軟骨組織が破壊されて骨組織に置き換えられるもので、この発生様式によってつくられる骨を置換骨という。
- 体軸性骨格や付属性骨格の大部分がこれによりできる。
- 長管骨の場合、将来の骨幹部に相当する部分を被う軟骨膜の骨形成層から骨芽細胞が最初に分化して、軟骨をとりまく鞘状の骨である骨嚢を形成する。
- 骨幹中央部の軟骨組織が変性して溶解し、ここへ外から血管に富んだ間葉組織が進入したのち、骨芽細胞が出現して骨組織を形成し始める。(一次骨化中心)
- この骨化は次第に両側の骨端に向かって進行する。

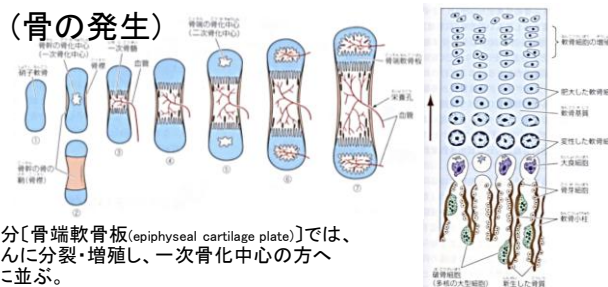
骨の構造 (骨の発生)



軟骨外骨化

- 小柱の表面に骨芽細胞が並んで骨基質を分泌し、骨基質はまず類骨(osteoid)となり、類骨は石灰化して骨となる。
- 骨がつけられる一方、一部が破骨細胞によって破壊・吸収されることによって海綿状の骨が形成され、髄腔の拡大もおこる。
- 骨質の中に閉じ込められた骨芽細胞は骨細胞となり、骨小腔の中にとどまる。
- 骨端軟骨板によって軟骨が盛んにつくられ、骨端側に長さを増していくとともに、一次骨化中心側から骨端に向かって軟骨の骨への置換と一部の骨の破壊・吸収が順次おこって骨形成が進行する。

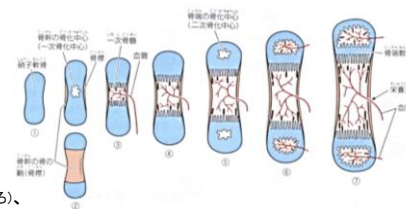
骨の構造 (骨の発生)



軟骨内骨化

- 骨幹の両端部分[骨端軟骨板(epiphyseal cartilage plate)]では、軟骨細胞が盛んに分裂・増殖し、一次骨化中心の方へ向かって柱状に並ぶ。
- 周囲に軟骨基質を沈着しながら肥大していく。
- 列の先端に近づくとき軟骨基質は石灰化、軟骨細胞は変性し、これらは破骨細胞(chondroclast; 破骨細胞と同様の性状をもつ)や大食細胞に吸収される。
- 残存した軟骨基質が骨幹の中央部に向かって小柱状に突出する(軟骨小柱)。

骨の構造 (骨の発生)



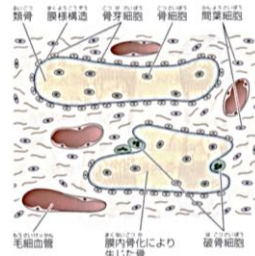
軟骨内骨化

- 骨幹の骨化がかなり進む(出生時期のころ)、骨端部でも血管が進入して軟骨が破壊、吸収され、骨組織に置換される(二次骨化中心)。
- 骨端表面の軟骨は残って関節軟骨となる。
- 骨端軟骨板は思春期から20歳過ぎにかけて骨組織に置き換わり、置き換わったところは骨端線(epiphyseal line)と呼ばれる。
- 骨の長さは、骨端軟骨板における軟骨細胞の増殖によって成長する。
- 骨の太さは、骨膜の骨芽細胞による骨組織の付加によって成長するが、このとき骨の内面では破骨細胞が一部の骨組織を破壊・吸収するので、骨が厚くなりすぎることはない。

骨の構造 (骨の発生)

膜内骨化

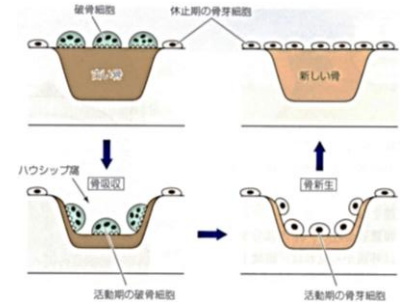
- 膜内骨化(membranous ossification)は、結合組織の中に軟骨を経ないで直接に骨組織が形成されるもので、この発生様式でつくられる骨を膜性骨(付加骨)という。
- 頭蓋底を除く頭蓋骨の大部分や鎖骨の一部などが、この様式で、できる場合、まず骨がつくられる所に間葉細胞(胎児性結合組織を構成する細胞の総称)が密集して間葉性の膜様構造を形成する。
- 次いで、間葉細胞から骨芽細胞が分化して膜様構造の中に類骨が形成され、これがのちに石灰化する。
- こうして形成された組織ははじめは不整な島状であるが、その後の骨芽細胞による骨の付加と破骨細胞による骨の破壊によって、扁平な板状の骨ができあがる。
- 表層には骨膜下の骨芽細胞によって緻密質が付加される。



骨の構造 (骨の発生)

骨のリモデリング

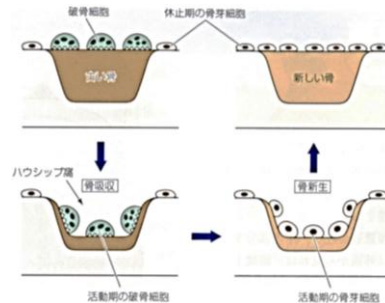
- 骨は固まって変化しないように見えるが、実際は破骨細胞による吸収(骨吸収)と骨芽細胞による形成(骨新生)の激しい繰り返しの結果、古い部分が新しい骨に絶えず生まれ変わっている。
- これを骨のリモデリング(remodeling; 再構築)。
- 骨のリモデリングは、まず破骨細胞が酸や酵素を出して古い骨を吸収(破壊)し、次に破壊した部分を埋め戻すように骨芽細胞がコラーゲンなどの骨基質をつくり出し(類骨化)、その部分が石灰化することによって行われる。
- リモデリングは緻密質と海綿質の両方で行われ、緻密質に比べて海綿質が活発で、リモデリングの速度は骨や骨の部位でも異なるが、速いものでは3~5か月のサイクルで古い骨は新しい骨に生まれ変わるといわれている。



骨の構造 (骨の発生)

骨のリモデリング

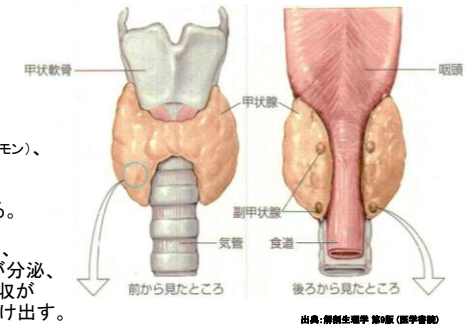
- 骨は重力に逆らって体を支え、運動時には筋の荷重を受けるなど、常にメカニカルストレス(力学的負荷)にさらされている。
- 無重力状態や長期臥床(寝たきり)など、メカニカルストレスの低下により顕著な骨量の減少がおこることはよく知られている。
- この骨量の減少は主として骨形成の抑制によるものであり、低い骨量レベルで骨吸収と骨形成が平衡状態に達することになる。
- また、高いメカニカルストレスにさらされ、より強度を必要とする場合には、骨形成が増加して高い骨量レベルで平衡状態に達する。



骨の構造 (骨の発生)

骨のリモデリング

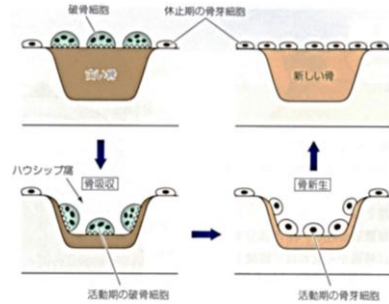
- 骨吸収や骨新生は副甲状腺(上皮小体)ホルモン(パルソルモン)、カルシトニン、活性型ビタミンD、アンドロゲン、エストロゲンなどのホルモンによっても調節されている。
- 血中のカルシウム濃度が下がると、副甲状腺から副甲状腺ホルモンが分泌、これによって破骨細胞による骨吸収が促進されて骨からカルシウムが溶け出す。
- 活性型ビタミンDが腎臓でつくられ、これによって、腸管からのカルシウム吸収が促進され、血中のカルシウムが骨へ沈着する。
- ビタミンDが不足すると、骨に石灰化障害が生じ、小児ではくる病に、成人では骨軟化症になる。



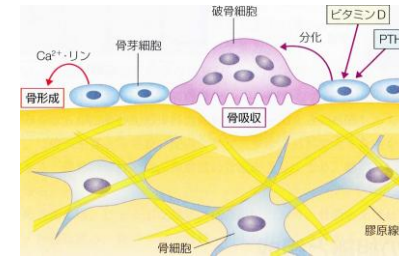
骨の構造 (骨の発生)

骨のリモデリング

- 反対に血中カルシウム濃度が上がると、甲状腺からカルシトニンが分泌されて破骨細胞による骨吸収が抑制され、骨からカルシウムが溶け出すのが抑えられる。
- アンドロゲンは、骨吸収を抑制し、骨新生を促進する作用を有する男性ホルモンである。
- エストロゲンは、骨吸収の抑制作用を有する女性ホルモンであり、閉経後の女性では、このホルモンの久乏により骨吸収が亢進し、骨粗鬆症の発症リスクが高まる。
- .



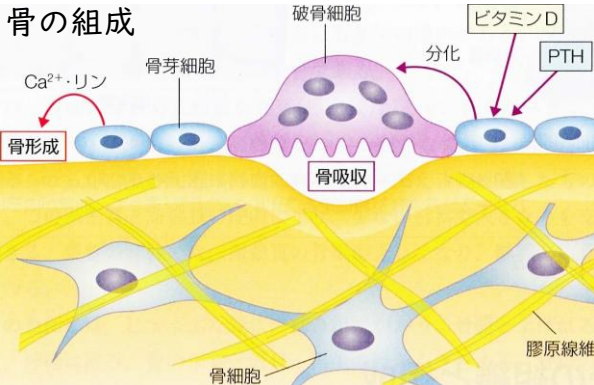
骨の組成



出典：解剖生理学 第9版 (医学書院)

- 固形成分 (2/3: 無機質・リン酸カルシウム)
- 固形成分 (1/3: 有機質・コラーゲン)。水分: 20-24%
- 骨は酸に触れると無機質は溶け出し、有機質のみが残るが、外形だけは保持されているが放射線にかざすと骨量は解る。
- 骨は常に形成と破壊を繰り返している。
- 骨形成(骨造成): 骨芽細胞 → 骨にCa²⁺を貯留 → 血漿Ca²⁺濃度低下。
- 骨破壊(骨吸収): 破骨細胞 → 骨のCa²⁺を放出 → 血漿Ca²⁺濃度上昇。

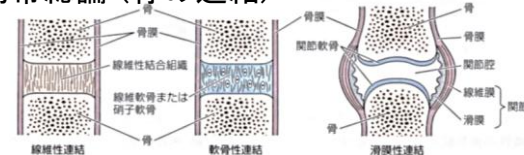
骨の組成



出典：解剖生理学 第9版 (医学書院)

- 骨芽細胞は骨膜直下において 膠原線維から網目状のオステオイドを形成。
- 形成したオステオイドにリン酸カルシウム結晶である骨基質を沈着させて骨を形成。

関節靭帯総論 (骨の連結)



- 骨は生体内で隣接する骨と連結し、骨の連結あるいは広義関節(jointまたはarticulation)。
- 骨の連結は部位により大きく異なり、安定性や堅固さを必要とする頭蓋骨や骨盤などでは、隣接する骨はしっかりと連結して可動性はきわめて小さい。
- 対して、大きい可動性を必要とする自由上肢骨や自由下肢骨などは、隣接する骨がよく動くように連結している。

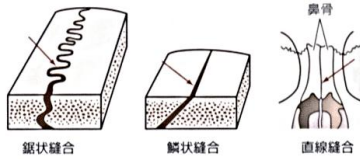
連結の種類

- 骨と骨の連結は、連結部に介在する組織の違いにより、線維性連結(fibrous joint)、軟骨性連結(cartilaginous joint)、滑膜性連結(synovial joint)の3種類に分けられる。
- 動性から線維性連結を不動関節、軟骨性連結を半関節、滑膜性連結を可動関節。

関節靭帯総論 (骨の連結)

連結の種類(線維性連結)

- 線維性連結は連結部に線維性結合組織が介在し一般に可動性はほとんどない。
- 縫合、靭帯結合、釘植の3種類がある。



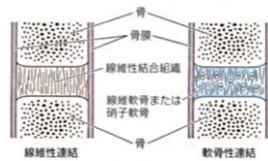
縫合(suture)

- 頭蓋骨だけにみられる連結、頭蓋骨表面を覆う骨膜と連結部に介在するごくわずかな線維性結合組織(縫合靭帯)によって連結し、縫合面の形状で、3種ある。
- ① 鋸状縫合: 連結する骨の骨縁が、のこぎりの歯が咬み合ったような形の縫合(例: 矢状縫合、冠状縫合、ラムダ縫合)。
- ② 鱗状縫合: 連結する骨の骨縁が、魚のうろこ状に重なり合った形の縫合(例: 頭頂側頭縫合)。
- ③ 直線縫合: 連結する骨の骨縁が、ほぼ直線をなす形の縫合(例: 鼻骨間縫合、正中口蓋縫合、横口蓋縫合)。

関節靭帯総論 (骨の連結)

軟骨性連結

- 軟骨性連結は、連結部に軟骨組織が介在するもの。
- 軟骨組織に弾性があるため、わずかな可動性がある。
- その表面は軟骨膜で覆われる。連結部に存在する軟骨組織の種類によって、軟骨結合と線維軟骨結合に分けられる。



(軟骨結合)

- 連結部に硝子軟骨が介在し、小児期における長管骨の骨幹と骨端の間(骨端軟骨板)や、腸骨・恥骨・坐骨の結合部および頭蓋底で見られる。
- やがてこれらの硝子軟骨内で骨形成が進み、成人では骨結合(synostosis)に変わる。

(線維軟骨結合)

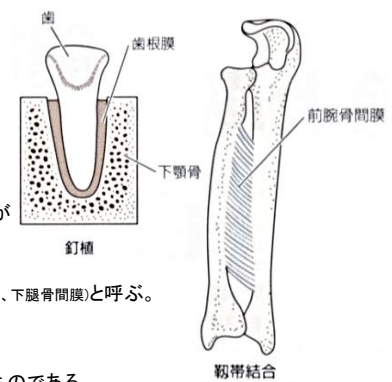
- 連結部に線維軟骨が介在し、生涯続く結合であり可動性は軟骨結合よりやや大きく、恥骨結合や椎体間の連結はこの例である。

関節靭帯総論 (骨の連結)

連結の種類(線維性連結)

靭帯結合

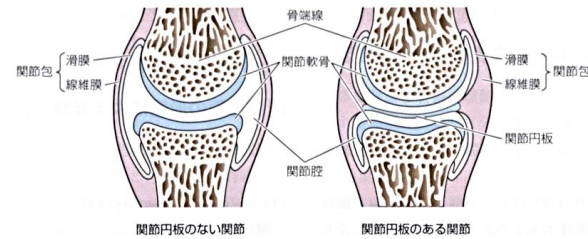
- 連結部に比較的多くの強靭な密性結合組織が介在する結合。
- そのために、わずかな可動性がある。
- 連結部に介在する線維性結合組織の形状がひも状のものを骨間靭帯(例: 茎突舌骨靭帯)、帯状のもの(例: 脛腓靭帯結合、棘間靭帯)もある。
- さらに広い膜状のものを骨間膜(例: 前腕骨間膜、下腿骨間膜)と呼ぶ。



釘植

- 歯の歯根が上・下顎骨の歯槽にはまって、連結部に結合組織性の歯根膜が介在するものである。
- その様子が釘を打ちつけた状態とよく似ていることからこの名称がついた。

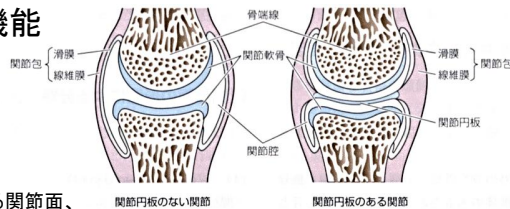
関節靭帯総論 (骨の連結)



滑膜性連結 (関節)

- 滑膜性連結とは、連結部に滑液を含む狭い間隙(関節腔)が介在し、間隙の内面に滑膜が存在する連結をいう。
- 可動性が大きいこの滑膜性連結を、一般に関節(狭義の関節)と呼ぶことが多い。

関節の構造と機能

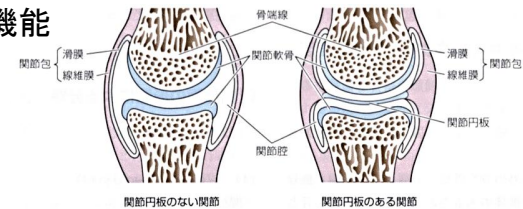


- 向かい合う骨端縁である関節面、関節面の間にある閉鎖された腔所である関節腔、両者を包む関節包などの基本構成要素からなる。
- 関節はさらに必要に応じて付属装置(靭帯、関節唇、関節円板、関節半月、滑液包など)を有する。

関節面

- 関節をつくる骨端は通常肥大化し、一方は凸状に、他方は凹状になることが多い。
- 凸状の骨端が関節頭であり、凹状の骨端が関節窩であり、両者の向かい合う表面が関節面であり、通常、薄い硝子軟骨からなる関節軟骨(articular cartilage)で覆われ、きわめて平滑で光沢がある。

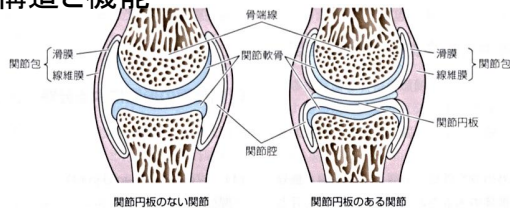
関節の構造と機能



関節面

- 関節軟骨が線維軟骨からなるものも少数存在する(例: 顎関節、胸鎖関節、肩鎖関節)。
- 関節軟骨の厚さは部位により異なるが、通常1~3mm程度である。
- 関節軟骨は圧力がかかる関節面の適合性を高めたり、圧力が加わらないときに滑液を吸収したり、さらにその弾性により衝撃吸収の働きもする。
- 関節軟骨は神経線維、血管やリンパ管をもたず、栄養を周囲の滑液から得ている。

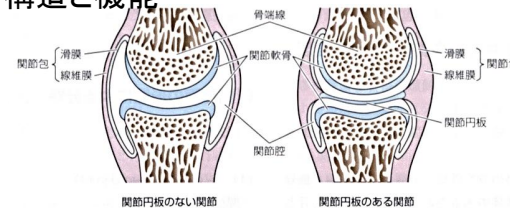
関節の構造と機能



関節包

- 関節包は連結部全体を包み、向かい合う関節面の上に狭い閉鎖した腔所である関節腔をつくり、関節包は外層の線維膜と内層の滑膜からなる。
- 線維膜は骨膜の続きであり、強く丈夫な密性結合組織からなり、神経線維を豊富に含んでいる。
- 滑膜は血管に富む柔らかい少量の疎性結合組織と内面を覆う1~2層の滑膜細胞からなり、しばしば関節腔内に絨毛状あるいはヒダ状に突出する(滑膜絨毛と滑膜ヒダ)。

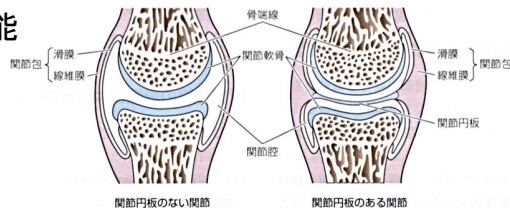
関節の構造と機能



関節包

- 滑膜の突出部がちぎれて、関節腔内で関節ネズミと呼ばれる遊離組織片となることがある。
- 滑膜の内表面からは、ヒアルロン酸を多く含む透明で粘稠な滑液が関節腔内へ分泌される。
- 滑液は関節面の摩擦を軽減させる潤滑剤や衝撃吸収の働きをするとともに、血管をもたない関節軟骨に栄養を供給する。

関節の構造と機能



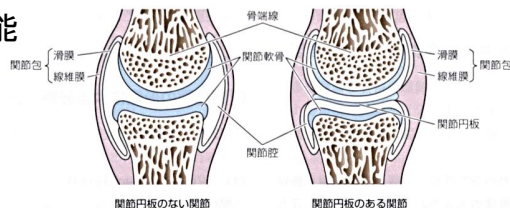
関節の付属装置

- 関節は前述した基本構造に加えて、その動きを安全かつ確実にするために、個々の関節に応じた付属装置をもっている。

(靭帯)

- 関節の結合力を強化するために、関節には靭帯が備わり、靭帯はまた、関節運動の方向を制限したり、過度の関節運動を防止する。
- 靭帯は平行密性結合組織からなり、関節包の線維膜と合流する関節包靭帯、関節包より外側にある関節包外靭帯、および関節包の線維膜より内側にある関節包内靭帯に大別される。
- 関節包内靭帯の表面は滑膜で覆われているので、滑液とは接していない。

関節の構造と機能



関節の付属装置

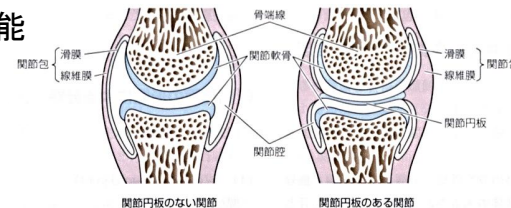
(関節唇)

- 関節の可動性を制限せずに関節窩の面積を広げかつ深くするために、関節窩周縁に存在する線維軟骨性の輪状構造を関節唇という(例:肩関節、股関節)。

(滑液包)

- 腱または筋が皮膚、筋あるいは骨と接する部位では、両者の間に内部に滑液を含む滑膜からなる小嚢がしばしば存在し、摩擦を軽減して動きを円滑にする。
- このような小嚢が滑液包で、関節の近くに多くあり、滑液包の内腔と関節腔が交通しているものもある(例:膝蓋上包)。

関節の構造と機能

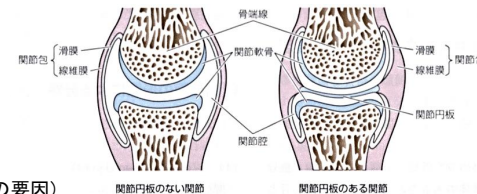


関節の付属装置

(関節円板と関節半月)

- 関節面の適合性を高めたり緩衝作用を果たす線維軟骨性の小板が、向かい合う関節面の間に介在していることがある。
- 小板が円板状をし、関節腔を完全に二分している場合は、関節円板(例:顎関節、胸鎖関節)という。
- また、小板が半月状をなし、関節腔を不完全に二分している場合は、関節半月(例:膝関節)という。
- 。

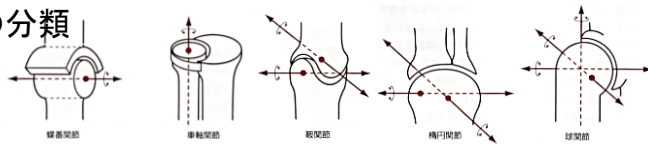
関節の構造と機能



(関節の結合を補強するその他の要因)

- 前述したものの以外に、関節の結合を補強する要因。
- ① 関節腔内の陰圧による補強: 物理的な結合力。
- ② 関節面以外の骨や骨格の形態による補強: 椎骨における椎体の大きさと棘突起の傾き、肋骨と胸骨の配置など。
- ③ 骨格筋による補強: 可動性の大きい不安定な関節では関節周囲に位置する骨格筋が関節の補強に重要な役割を果たす。(例:肩関節における回旋筋腱板)

関節の分類



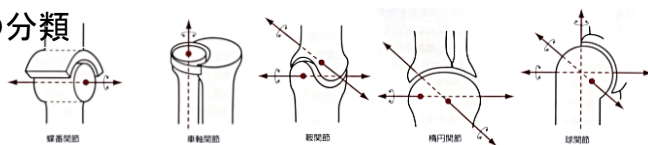
関節をつくる骨の数による分類

- 単関節: 2個の骨からなる関節 (例: 肩関節・指節間関節・股関節)
- 複関節: 3個以上の骨からなる関節 (例: 肘関節・橈骨手根関節・膝関節・距腿関節・手根間関節・足根間関節)

関節の運動軸の数(運動自由度)による分類

- 一軸性関節: 屈伸や回旋のように、骨が特定の1つの運動軸を中心として動くもの。(例: 桡尺関節・指節間関節・距腿関節)
- 二軸性関節: 前後屈と側屈のように、骨が互いに直交する2つの運動軸を中心として動くもの。(例: 環椎後頭関節・橈骨手根関節・母指の手根中手関節)
- 多軸性関節: 前後屈、側屈および回旋のように、骨が3つ以上の運動軸を中心として動くもの。(例: 肩関節・股関節)

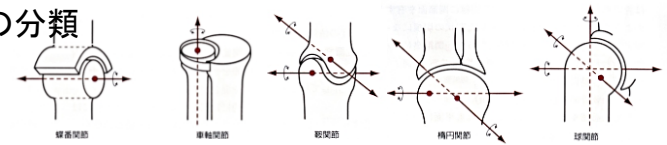
関節の分類



関節面の形態による分類

- 楕円関節: 関節頭はラグビーボールのような楕円体状の凸面で、関節窩に対応した楕円体状の凹面をなし、運動軸は楕円体の直交する長軸と短軸の二軸性、回旋運動はできない。(例: 環椎後頭関節・橈骨手根関節)
- 顆状関節: 関節頭と関節窩の形からは球関節に属するが、関節周囲の靭帯や腱の走行と付着により、関節は前後と側方への二軸性の運動が可能であるが、回旋運動はできない。(例: 中手指節関節・中足趾節関節)
- 鞍関節: 向かい合う関節面がともに馬の鞍のような双曲線で、直交するように鞍が配置した形の関節であり、二軸性関節である。(例: 母指の手根中手関節)

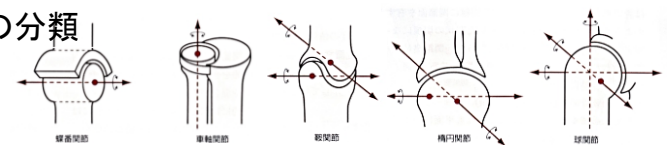
関節の分類



関節面の形態による分類

- 球関節: 関節頭は半球状の凸面で、関節窩はそれに対応した受け皿状の凹面をなし、関節窩が浅く、あらゆる方向に最も大きな可動域を有する多軸性関節。(例: 肩関節)
- 臼状関節: 球関節の1つで、関節窩が深く、球状の関節頭の半分以上が入り込み、自由な方向に運動が可能な多軸性関節で可動域はやや制限されている。(例: 股関節)

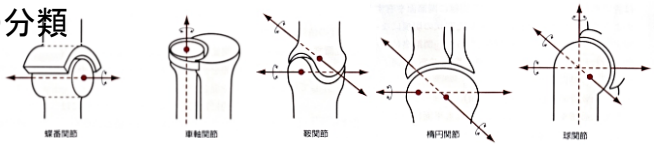
関節の分類



関節面の形態による分類

- 蝶番関節: 関節頭は円柱状で、その中心軸は骨の長軸と直交している。関節頭の表面には溝(導溝)があり滑車状を呈する。関節窩にはこの溝に対応した隆起(導稜)があり、この溝と隆起により関節運動の方向が規制される一軸性関節。(例: 中手指節関節・中足趾節関節)
蝶番関節のうち、溝と隆起の方向が円柱状をなす関節頭の長軸と直交していないため、その運動方向がラセン状になるものを特にラセン(らせん)関節(spiral joint)と呼ぶ。(例: 腕尺関節・距腿関節)
- 車軸関節: 関節頭は、骨の長軸に一致した運動軸をもつ円板状ないし車輪状で周縁に、関節面を有し、関節窩は円板周縁に対応した凹状の切痕になり、関節頭が運動軸となつて、関節窩に沿った回旋運動が行われる一軸性関節である。(例: 正中環軸関節・上橈尺関節)

関節の種類



関節面の形態による分類

- 平面関節: 向かい合う関節面はいずれも平面に近く、互いにずれるような滑走運動が行われ、一般に靭帯で囲まれており、その可動域はきわめて小さい。
(例: 椎間関節・仙腸関節・楔舟関節)

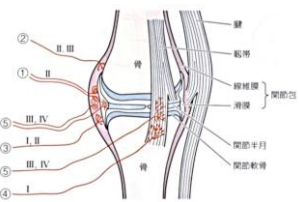
このような関節面の形態による分類に、生体内のすべての関節を当てはめることは実際困難であり、中間型や混合型もみられる。

形態的には関節ではなく、機能的には関節に類似した動きをする構造体を機能的関節と呼ぶ(例: 第2肩関節(上腕上方関節)・肩甲胸郭関節)

関節の機能

- 第1は動き(可動性)である。
骨格がつくられると同時に、関節もつくられる。
骨格をもつ生物は滑らかな関節の動きで動作を形づくり、移動を可能にしている。
 - 第2は固定である。
これはヒトのように重力に抗する必要がある生物の場合、特に重要である。
身体を支えるためには、動きのある関節を固定する必要がある。
固定がうまくいかないと身体は潰れてしまう。
関節は、骨や靭帯などによる静的安定化機構と、筋による動的安定化機構を有する。
前者は、股関節の腸骨大腿靭帯や立位時における膝関節伸展位のロック機構などで、後者は肩関節の回旋筋腱板や立位時の頸部の伸筋による保持などである。
- 関節にはそれぞれ特有の動きがあり、許容される動き以外の動きは靭帯などにより制限が加えられる。
肘関節では、屈曲・伸展以外の運動は骨の形状や側副靭帯により制限されている。
このような制限機構が破綻すると、関節は著しく不安定になり、固定性が低下する。
関節に生理的に行われている運動以外の動きが生じると、関節軟骨は容易に変性し、不安定な関節は関節軟骨の破綻を引き起こし、関節そのものの破壊をもたらす。

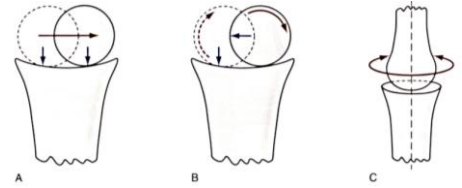
関節の機能



感覚受容器	局在	刺激	分布	機能	神経線維
①パチニ小体 (Pacini corpuscle)	関節包線維膜 関節包と滑液の辺縁	振動(60 Hz以上) 関節の動きと加速度	近位関節より遠位関節に多く分布	連続性	I群 (直径 8-12 μm; 伝導速度 49 m/sec)
②ゴルジ・マイスネル小体 (Golgi-Meissner corpuscle)	関節包線維膜	関節包の伸張	膝関節に多く局在	連続性	II群 (直径 5-8 μm; 伝導速度 30 m/sec)
③ルフィニ小体 (Ruffini corpuscle)	関節包線維膜 関節包外層等	関節包の伸張の方向と速度	近位関節より遠位関節に多く内在	連続性	III-IV群 (直径 13-17 μm または 8-12 μm; 伝導速度 51 m/sec)
④メッセル触覚終末 (メッセル触覚性終末)	関節包内、外靭帯 靭帯の骨付着部付近	靭帯の伸張・緊張	ほとんどの関節	連続性	I群 (直径 13-17 μm; 伝導速度 51 m/sec)
⑤自由神経終末 (痛覚性・温度覚性)	靭帯 滑液	非傷害性の物理的ストレス 傷害性のストレス	全関節	連続性	III-IV群 (直径 2-5 μm; <2 μm; 伝導速度 2.5-20 m/sec)
	関節面軟骨	痛み、生化学反応			

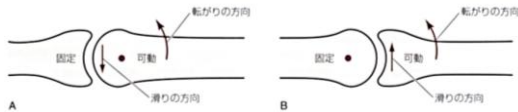
- 第3は、深部感覚器(深部の機械受容器)としての役割である。
関節包や靭帯は、感覚受容器が豊富に存在している。
関節の動きの方向や速度の情報(運動覚)、静止している位置の情報(位置覚)を感知。
その情報(深部感覚・固有感覚・または自己受容感覚と呼ぶ)は、末梢神経系を介して中枢神経系へ伝えられる。

関節の機能 (関節面の基本的な動きと凹凸の関係)



- 関節面の動きには滑り、転がり、軸回転の3つの基本的な動きがある。
- 滑りは車輪が氷上を滑走するように、一方の関節面上の同一点が他方の関節面上の新しい点と接触する動きである。
- 転がりは車輪が路上を回転するように、両関節面の新しい点が接触する動きである。
- 軸回転はコマが床上を回転するように、一方の関節面が他方の関節面上を固定した中心軸で回転する動きである。

関節の機能（関節面の基本的な動きと凹凸の関係）



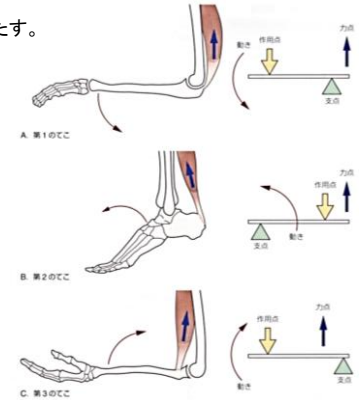
- 関節は、関節面の一方が凸状の関節頭で、他方が凹状の関節窩であるものが多いが、凸状の関節頭が凹状の関節窩上を動く際は、滑りと転がりは反対方向に生じる。
- それに対して凹状の関節窩が凸状の関節頭上を動く際は、滑りと転がりは同じ方向に生じる。
- 関節を他動的に動かす際には、このような関係をよく理解して行う必要がある。

関節の機能（関節可動域）

- 関節が動く範囲を関節可動域(range of motion; ROM)という。(表3-1:教科書 P.94 は、関節運動方向の解説)。
- 関節が異なれば可動域も異なる。
- 同じ関節であっても、性別や社会環境、年齢の違いのほか、障害や疾病などでも可動域は大きく異なる。
- それらを踏まえたうえで、関節運動の標準的な可動域が示されている。(表3-2:教科書 P.95~101)
- 表3-2は日本リハビリテーション医学会および日本整形外科学会によりまとめられた各関節の自動運動における関節可動域である。
- リハビリテーションの分野では主としてこの表を用いる。

関節の機能（関節面の基本的な動きと凹凸の関係）

- 関節は人体内部にてこにおける支点の働きを果たす。
- 第1のてこは、シーソーのように力点と作用点の間に支点である関節が位置する。(例:上腕三頭筋による肘関節の伸展)
- 第2のてこは、支点である関節と力点の間に作用点が位置するものである。
- 小さな力で大きな動きを発揮することができるが動く距離は短くなる。(例:立脚期における下腿三頭筋による踵挙上)
- 第3のてこは、支点である関節と作用点の間に力点が位置するものである。
- 動く距離を長くできるが、より大きな力が必要。人体ではこのタイプが最も多い。(例:上腕二頭筋による肘関節の屈曲)



関節の機能（関節可動域制限）

- 関節構成体以外の軟部組織が、関節の動きを制限する場合は関節拘縮。
- 拘縮には先天性内反足などの先天性拘縮と後天性拘縮があり、臨床上問題になるのは主に後者である。
- 後天性拘縮には、筋の短縮や萎縮による筋性拘縮、熱傷後の皮膚の瘢痕などによる皮膚性拘縮、神経性の疼痛から回避するためにおこる神経性拘縮などがあげられる。
- 関節構成体である骨、滑膜、関節軟骨、関節包などによる関節可動域の制限を関節強直。
- 可動性がまったく認められない場合を骨性強直と呼び、可動性がわずかにある場合を線維性強直と呼ぶ場合もある。
- 一般的には関節構成体による部分的な可動域制限も関節拘縮と呼ぶ場合が多く、関節可動域制限を呈する原因をまとめて表に示す。

原因部位	要因
関節包	関節包の癒着や硬化による制限
靭帯	靭帯の短縮や癒着による制限
筋	筋の短縮や緊張による制限
神経	中枢性もしくは末梢性の神経障害に伴う疼痛や可動性の低下による制限
皮膚	熱傷後や術後の瘢痕による制限
骨	変形などによる制限
疼痛	疼痛回避による制限
その他	膨張などによる制限