第 1 章

解剖学総論

到達目標

基本的な解剖学用語を習得する。

学習のポイント

・人体の階層性と器官の系統（各器官系には、どんな器官が属するか？）
・人体の区分、方向を表す用語、解剖学的平面
・運動を表す解剖学用語と関節可動域
・椎骨を基準とした胸腹部内臓の位置

1　人体の階層性

人体だけでなく、ほとんどの生物において生命の最小単位となるのが**細胞**（cell）である。すべての細胞は同じ形や働きを持っているかというと、そういう訳ではなく、それぞれ別々の働きを持っていて、その働きに応じて形も異なっている。同じ、あるいは似た細胞が集まると、**組織**（tissue）になる。そして、いくつかの働きが異なる組織が集まると、**器官**（organ）になる。器官には、消化管や血管などのように管状（ホース状）の構造をした**中空性器官**と、肝臓や膵臓、脾臓などのように内部が実質で満たされている**実質性器官**がある。器官は人体において、ある特定の役割を担っている。例えば、心臓は全身に血液を送り出すポンプの役割を持っているし、肺は血液中の二酸化炭素を空気中の酸素と交換する働きを持っている。このような特定の役割を担っている器官の集まりを**器官系**（organ system）といい、現在この器官系は、**11系統**あるとされている。そして、11系統の器官系が集まると、個体、すなわち**人体**（human body）をつくる。この教科書では、これ以降のセクションで、細胞組織学と発生学を除いて、この11系統の器官系を個々に取り出し、詳しく説明していく。

2　器官系

器官の系統は大きく、**植物性機能**（vegetative function）（生命維持システム）と**動物性機能**（animal function）（運動制御システム）の２つに分けられる。

2.1　植物性機能を有する器官

生命を維持する上で最小限の機能のことをさす。植物性機能を有する器官系として以下があげられる。

呼吸器系（respiratory system）：肺や気管、気管支など。

消化器系（digestive system）：胃や小腸、大腸などの消化管と、唾液腺、肝臓、胆嚢などの消化付属器官。

内分泌系（endocrine system）：下垂体や甲状腺、副腎など。

生殖器系（reproductive system）：男性では精巣や精巣上体、精管、前立腺など。女性では卵巣や卵管、子宮など。

泌尿器系（urinary system）：腎臓や尿管、膀胱、尿道など。

循環器系（circulation system）：心臓や血管など。

免疫系（immune system）：胸腺や脾臓、リンパ節など。

器官によっては複数の器官系に属するものもある。例えば、膵臓は消化器系の器官として膵液を分泌するが、内分泌系の器官として血糖値の調節を行うホルモンを分泌する。ま

た、精巣と卵巣は、生殖器系の器官でありながら、性ホルモンを分泌する内分泌系の器官でもある。

2.2　動物性機能を有する器官

動物が動物らしさを発揮できる器官のことをさす。動物性機能を有する器官系として以下があげられる。

感覚器系（sensory system）：眼や耳、皮膚など。

骨格系（skeletal system）：骨や靭帯など。

筋系（muscular system）：骨格筋や腱など。

神経系（nervous system）：神経系はさらに、脳神経と脊髄神経が属する**末梢神経系**（peripheral nervous system）と脳と脊髄が属する**中枢神経系**（central nervous system）に分けられる。末梢神経系には**自律神経系**（autonomic nervous system）（交感神経と副交感神経）が含まれる。

自律神経系は器官系では神経系の一部とみなされるが、植物性機能を有するため、植物性機能を有する独立した器官系として扱われる場合もある。

3　方向を表す用語（図1.1）

解剖学は、人体を地球に例えれば、その地図をつくろうという学問である。地図には通常、東西南北（方角）が示されている。**解剖学の基礎体位**は、手掌を前にして、つま先を

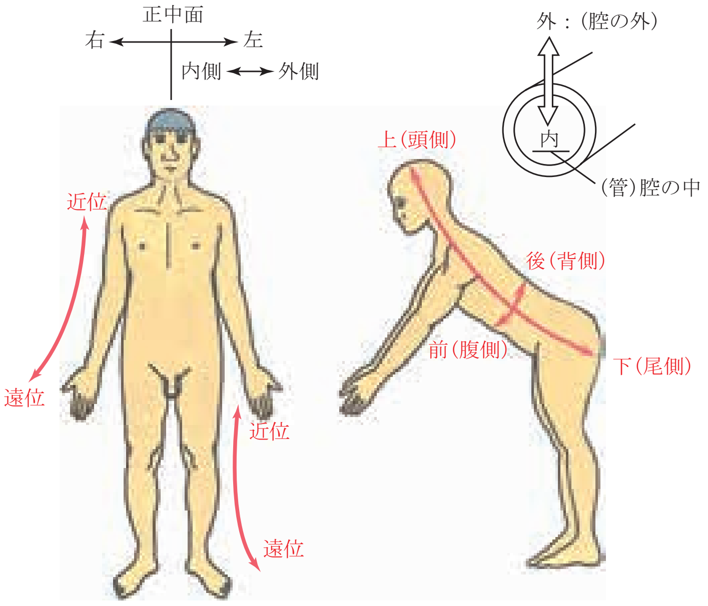


図1.1　方向を表す用語

揃えて立つことをさし、解剖学では、この基礎体位を基準に方向を考えていく。身体を左右に半分に分ける面を**正中面（正中矢状面）**（median plane）という。正中面を中心に右側が**右**（right）、左側が**左**（left）になる。正中面からどちらか片側のみを考えた場合、正中面により近い側が**内側**（medial）、正中面からより遠い側が**外側**（lateral）になる。例えば、耳は顔の外側部にあり、その内側には眼が、さらに内側には鼻がある。また、ある構造を基準とし、その構造に近い側を**近位**（proximal）、遠い側を**遠位**（distal）という。四肢では体幹を基準として、体幹に近い側が**近位**、体幹から遠い側が**遠位**となる。上腕は上肢の近位に、手は上肢の遠位にあることになる。また、消化管ではその入口（口腔）が基準となるので、食道は比較的近位に位置し、その遠位には胃、小腸、大腸などがあることになる。循環器系では、心臓を中心に考えるので、大動脈の近位からは冠状動脈や腕頭動脈などが出て、遠位からは腹腔動脈、上・下腸間膜動脈が出ることになる。

人体において頭のある方向が**上**（superior）（**頭側**（rostral））で、お尻の方向が**下**（inferior）（**尾側**（caudal））、お腹の方向が**前**（anterior）（**腹側**（ventral））で、背中の方向が**後**（posterior）（**背側**（dorsal））となる。ある構造物でより表面に近い側を**浅**（superficial）、中心部に近い側を**深**（deep）という。また、血管や消化管などの腔所を持つ器官では、腔所の中を**内**（internal）、外を**外**（external）という。

4　人体の区分（図1. 2）

人体はいくつかの部位に区分され、各部位の間には体表から観察・触察が可能な構造が境界線をつくっている。これは地図において、国が記され、国と国との境界線が示されているのと同じである。人体は大きく**体幹**（trunk）と**体肢**（extremity）に分けられる。体幹はさらに以下の部位に分けられる。

頭部（head）：眉弓（眉の上）から耳のやや後方にある側頭骨の乳様突起、後頭部のほぼ中央にある後頭骨の外後頭隆起を結んだ線より上方の部位。

顔（face）：前面で眉弓から下顎骨下縁までの部位。

頸（cervix）：下顎骨下縁から**鎖骨**（clavicle）と肩甲骨の**肩峰**を結んだ線までの部位。

項（nucha）：頸の後面で、外後頭隆起と乳様突起を結んだ線から肩甲骨の肩甲棘と隆椎（第 7 頸椎）の棘突起を結んだ線までの部位。

胸（chest）：前面で鎖骨から肋骨下縁にかけての部位。

背（back）：胸の後面で肩甲棘と隆椎の棘突起を結んだ線から肋骨下縁と第12胸椎を結んだ線までの部位。

腹（abdomen）：前面で肋骨下縁の下方から左右の寛骨の上前腸骨棘を結んだ線までの部位。

腰（low back）：腹の後面で肋骨下縁と第12胸椎を結んだ線から寛骨の腸骨稜までの部位。

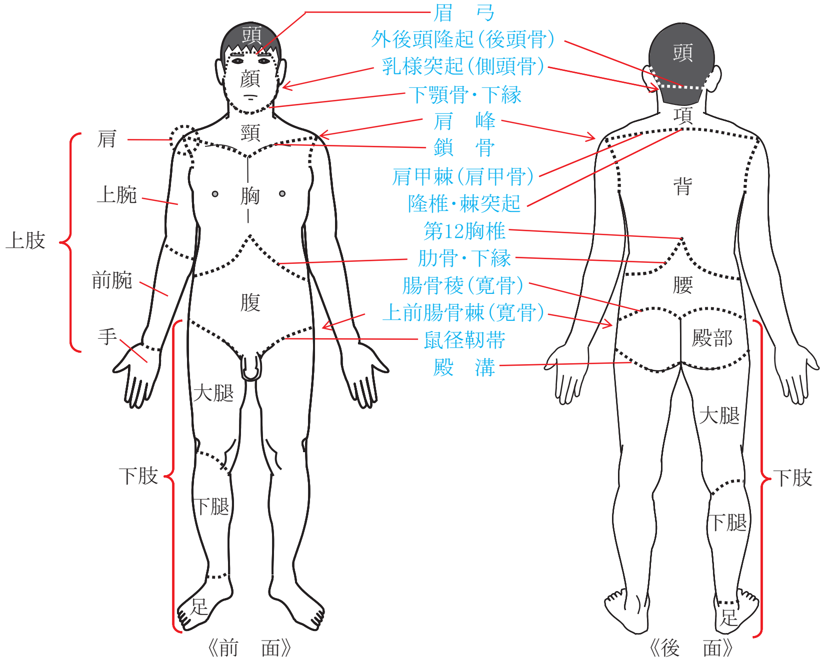


図1. 2　人体の区分と境界線

四肢はさらに**上肢**（upper limb）と**下肢**（lower limb）に分けられる。上肢はさらに肩峰から肘までの**上腕**（arm）、肘から手首までの**前腕**（forearm）、手首より遠位の**手**（hand）に分けられる。手において前面（掌）を**手掌**（しゅしょう）、後面（手の甲）を**手背**（しゅはい）という。上肢において上腕、前腕、手は自由上肢となり、**肩**（shoulder）は自由上肢と体幹をつなぐ**上肢帯**（pectoral girdle）（鎖骨と肩甲骨）に位置する。下肢は前面は鼠径靱帯、後面は殿溝の下方が自由下肢になる。自由下肢は近位から膝までの**大腿**（femur）、膝から足首までの**下腿**（leg）、足首から遠位の**足**（foot）に区分される。足では、足の裏を**足底**（そくてい）、足の甲を**足背**（そくはい）とよぶ。**殿部**（hip）は体幹と自由下肢をつなぐ**下肢帯**（pelvic girdle）に相当し、身体の後面で腸骨稜から殿溝の間に位置する。

5　人体の腔所（図1. 3）

人体内部には腔所があり、さまざまな臓器が入っている。胸部には、心臓や肺などの胸部内臓を入れる**胸腔**（thoracic cavity）が、腹部には肝臓や胃、小腸、大腸など腹部内臓を入れる**腹腔**（abdominal cavity）が、さらにその下には膀

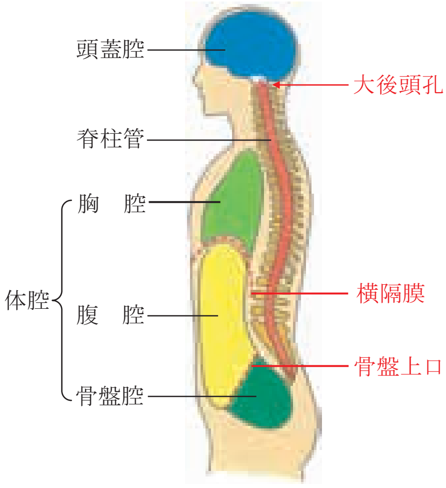


図1. 3　人体の腔所

胱や内生殖器などの骨盤内臓を入れる**骨盤腔**（pelvic cavity）がある。胸腔、腹腔、骨盤腔は、まとめて**体腔**（body cavity）とよばれる。体腔には、骨格筋である**横隔膜**（diaphragm）があり、胸腔と腹腔の間を区切る明確な境界線になっている。また、**骨盤上口**（superior pelvic aperture）は腹腔と骨盤腔の境界線となる。

人体には骨に囲まれた腔所もある。頭部の骨のうち**脳頭蓋**（neurocranium）に囲まれた腔所は**頭蓋腔**（cranial cavity）とよばれ、脳が入る。脊柱には椎骨の椎孔が連なってできる**脊柱管**（vertebral canal）という腔所があり、脊髄を入れる。脊柱管は内頭蓋底に開いている**大後頭孔**（foramen magnum）によって頭蓋腔とつながっている。

6　解剖学的平面（図1. 4）

近年、MRI や CT などの画像診断技術が発達し、その臨床応用も著しく、それに伴って“解剖学的平面”の重要性が高まっている。体を前後に分ける面を**前頭面**（frontal plane）（**冠状面**（coronal plane））といい、体を上下に分ける面を**水平面**（horizontal plane、axial plane）、体を左右に分ける面を**矢状面**（sagittal plane）という。矢状面のうち、正中線を通る面を特に**正中面**（**正中矢状面**）（median plane）という。

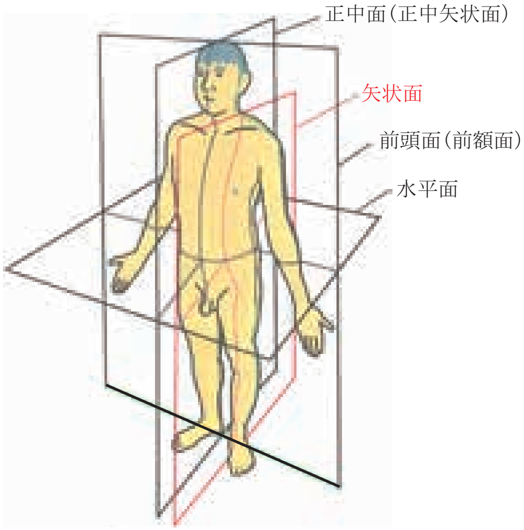


図1. 4　解剖学的平面

7　運動を表す用語（運動を表す解剖学用語と関節可動域）

解剖学で扱う運動は基本的に関節を介して生じ、**関節運動**とよばれる。関節運動の多くは水平面、前頭面および矢状面上の運動として定義される。各関節における具体的な関節運動の定義を図1. 5〜11に記す。また、基本肢位（自然起立位；いわゆる“気をつけ”の姿勢）＊1で体幹・四肢の各関節がとる角度を０度とした際の生理的な運動範囲を**関節可動域**（Range of Motion：ROM）といい、関節の異常をみつけるための検査に用いられる。主な関節の可動域および可動域を計測する際の基本軸と運動軸を図1. 5〜11に示した。

＊1：関節可動域の基本肢位は、前腕の回内・回外において手掌面が矢状面にある（手掌が体幹に向いている）点が解剖学的基礎体位と異なる。また、肩の水平屈曲（水平内転）・水平伸展（水平外転）については、例外的に肩の外転位90度を基準（０度）にして可動域を考える。

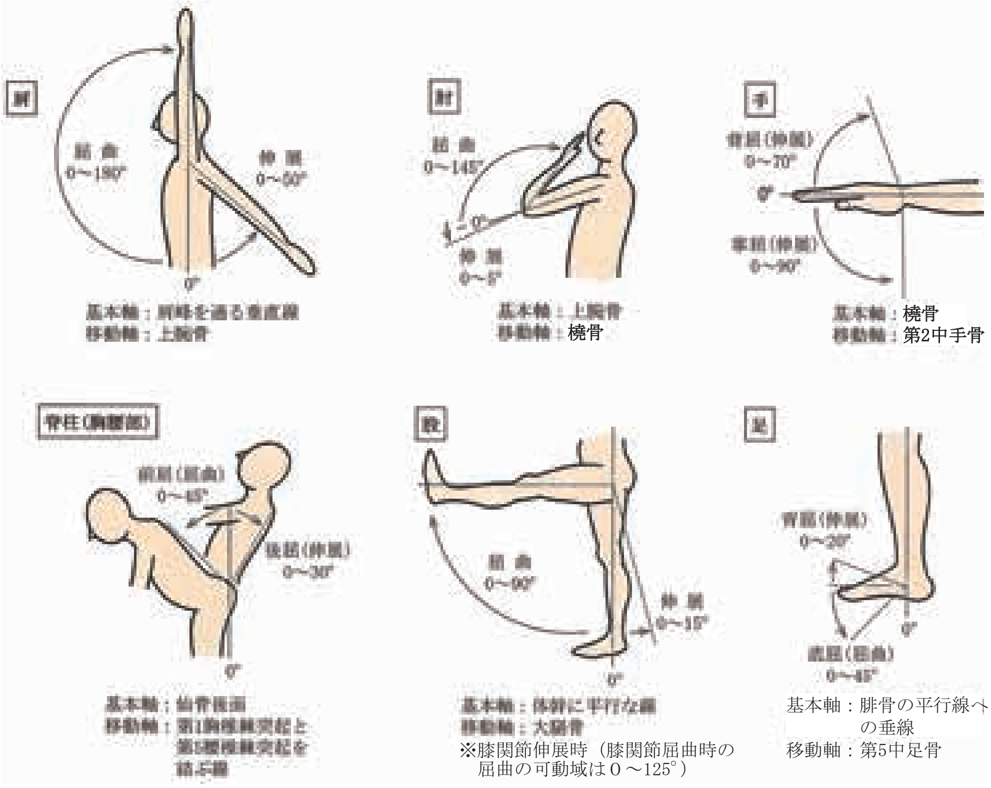


図1. 5　屈曲と伸展

7. 1　屈曲（flexion）と伸展（extension）（図1. 5）

多くは矢状面上の運動で、関節の角度を小さくする運動を屈曲、関節の角度を大きくする運動を伸展とよぶ。ただし、肩関節・脊柱（頸部および胸腰部）、股関節では、前方への動きが屈曲、後方への動きが伸展とされ、脊柱の屈曲は特に**前屈**、伸展は特に**後屈**とよばれる。さらに、手関節・手指では、手掌への動きが屈曲となり、特に**掌屈**（しょうくつ）（palmerflexion）とよばれ、手背への動きが伸展となり、特に**背屈**（はいくつ）（dorsiflexion）とよばれる。足関節・足指においては、足底への動きが屈曲となり、特に**底屈**（ていくつ）（planter flexion）とよばれ、足背への動きが伸展となり、特に**背屈**（はいくつ）（dorsiflexion）とよばれる。

7. 2　内転（adduction）と外転（abduction）（図1. 6）

多くは前頭面上の運動である。運動の中心軸に近づく動きを**内転**、運動の中心軸から遠ざける動きを**外転**とよぶ。肩に関しては、上肢を真横に上げる運動が肩の外転、戻す運動が肩の内転となる。股関節の内転と外転も同様で、下肢を開く運動が股関節の外転で、下肢を閉じる運動が股関節の内転となる。

手首（手関節）の外転、すなわち橈側への動きを特に**橈屈**（radial deviation）といい、内

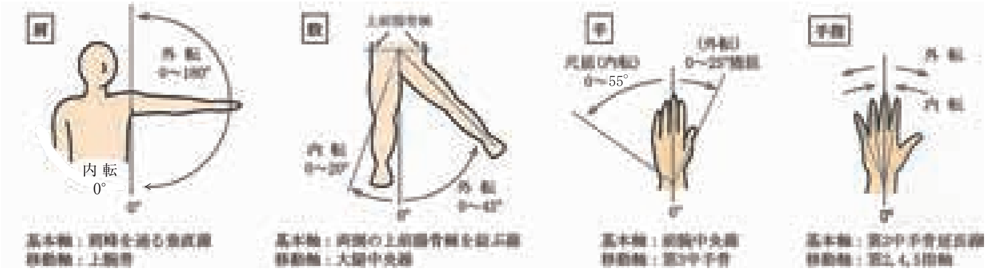


図1. 6　内転と外転

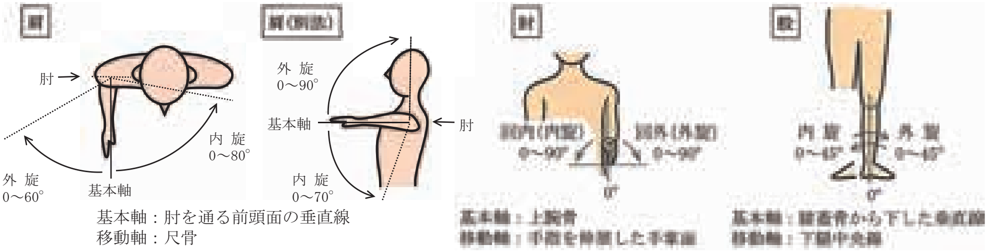


図1. 7　内旋と外旋

転、すなわち尺側への動きを**尺屈**（ulnar deviation）という。

手指ついては、運動の中心軸が第３指となるので、第３指に他の指を近づける運動が手指の内転、第３指から遠ざける運動が手指の外転になる。

足指の場合は手指とは異なり、第２指が運動の中心軸になるので、第２指に他の指を近づける運動が足指の内転、第２指から遠ざける運動が足指の外転になる。

7. 3　内旋（internal rotation）と外旋（external rotation）（図1. 7）

体の一部の前面を内側へ向ける運動を**内旋**、外側に向ける運動を**外旋**という。肩については、肩をすぼめるようにして肩の前面を内側方へ向ける運動を肩の内旋、胸を張るように肩を外側へ反らす運動を肩の外旋といい、その関節可動域に関しては２種類の計測法がある（図1. 7参照）。

肘については肘を内側へ捻り、手掌を後方へ向ける運動が肘の内旋となり、これを特に**回内**（pronation）という。また、肘を外側へ捻り、手掌を前方へ向ける運動が肘の外旋となり、これを特に**回外**（supination）という。

股関節については、爪先を内側に向ける運動が内旋で、爪先を外側へ向けるように捻るのが外旋である。

7. 4　水平屈曲（horizontal flexion）と水平伸展（horizontal extension）（図1. 8）

肩関節の水平面上の運動である。肩関節90度外転位を起点として、前方への運動を**水平屈曲**、後方への運動を**水平伸展**とよぶ。水平屈曲と水平伸展はそれぞれ**水平内転**（hori-

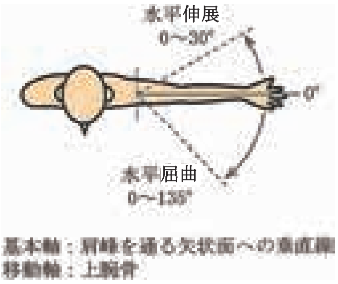


図1.8　水平屈曲と水平伸展

図1.9　内がえしと外がえし

zontal adduction)、**水平外転**（horizontal abduction）ともよばれる。

7.5　内がえし（inversion）・外がえし（eversion）（図1.9）

距骨下関節での足首の運動をさし、足首を捻り、足底を内側に向ける運動を**内がえし**（内反）といい、足底を外側に向ける運動を**外がえし**（外反）という。

7.6　挙上（elevation）と下制（depression）

肩甲帯や顎などにみられる前頭面上の運動である。上方への運動を**挙上**、下方への運動を**下制**とよぶ。

7.7　側屈（bending）と回旋（rotation）（図1.10）

脊柱の頸部および胸腰部での前頭面上の運動を**側屈**という。また、脊柱を頸部、あるいは胸腰部で捻じる運動を**回旋**という。

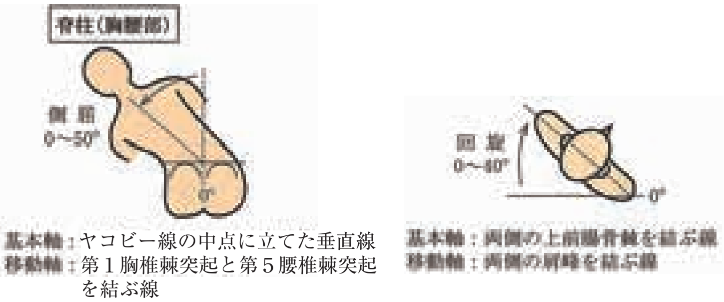


図1.10　側屈と回旋

7.8　指の特殊な運動（図1.11）

示指（第２指）を基本軸として矢状方向への運動で、母指を示指に近づける運動を**掌側内転**（palmar adduction）、遠ざける運動を**掌側外転**（palmar abduction）とよぶ。また、母指と小指の運動で、母指と小指が触れるような運動

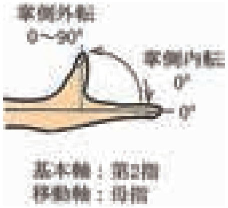


図1.11　掌側内転と掌側外転

を**対立**（opposition）とよぶ。母指および小指の対立は、第 1 および 5 中手指節関節（MP 関節）の外転・屈曲・回旋の複合運動である。

8　椎骨を基準にした各構造の位置（図1. 12）

頸部、胸部、腹部の臓器は、ほぼ決まった位置にあり、その正常な位置（高さ）は椎骨を基準に測られることがある。このような椎骨を基準とした主要構造の位置は、触診やレントゲンなどの画像診断の際に必要な知識となってくる。椎骨は円盤状の複雑な形をした骨で、頸（項）部には 7 個の**頸椎**（cervical vertebrae）、胸（背）部には12個の**胸椎**（thoracic vertebrae）、腹（腰）部には 5 個の**腰椎**（lumbar vertebrae）がある。それぞれの椎骨は上位より順に番号が付され、各椎骨の英語名の頭文字と組み合わせて、第 1 頸椎は C1、第 5 胸椎は T5、第 3 腰椎は L3のように表現される＊2。

体表から椎骨は、**棘突起**を触れることで確認できる。椎骨の棘突起は靭帯によって覆われていて、第 7 頸椎より上位の椎骨は**項靭帯**によって、第 7 頸椎より下位の椎骨は**棘上靭**

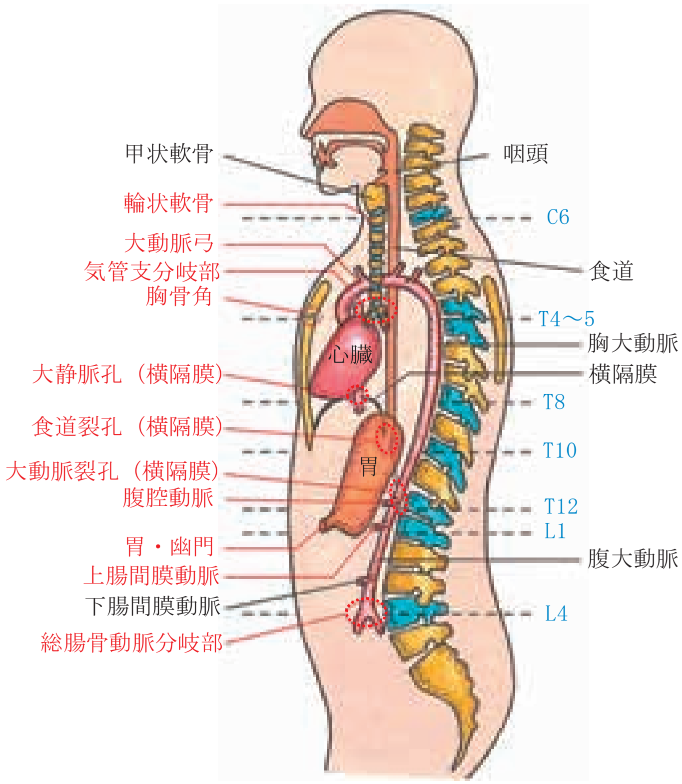


図1. 12　椎骨を基準とした各構造の高さ

＊2：同様の表現は脊髄神経や脊髄でもされる。

帯によってつながれている。項靭帯は上部へいくほど厚くなるため、第５頸椎より上位の頸椎の棘突起は体表から触れることができない。対して棘上靭帯は薄いため、胸椎および腰椎の棘突起は体表から触れることができる。体表から椎骨を同定する際、他の椎骨に比べて棘突起が大きい第７頸椎（**隆椎**（vertebra prominens））を基準とするのがよい。

8.1　第６頸椎（C6）の高さ

この高さには、**輪状軟骨**（cricoid cartilage）がある。輪状軟骨は喉頭（larynx）の下端にあるため、この位置は同時に気管（trachea）の入口に相当する。喉頭の背側には咽頭（pharynx）が、気管の背側には食道（esophagus）がそれぞれあり、咽頭から食道への移行部も C6の高さとなる。また、輪状軟骨の上位には**喉頭隆起**（laryngeal prominence）がある。喉頭隆起はいわゆる『喉仏』のことで、喉仏は甲状軟骨とその上縁を縁取るようにある舌骨からなる。

8.2　第４～５胸椎（T4～5）の高さ

この高さには、**胸骨角**（sternal angle）がある。胸骨角は胸骨柄と胸骨体の結合部で、前方に突出しているため体表から触れることができる。胸骨角の側面は第２肋骨が関節（胸肋関節）をつくる場所でもある[*3]。胸腔内では、この高さは**気管支**（bronchus）**の分岐部**に相当し、ここより上に**大動脈弓**（aortic arch）が走る。

8.3　第８胸椎（T8）の高さ

この高さには、横隔膜の**大静脈孔**（opening for inferior vena cava）がある。ドーム状に膨らんだ横隔膜のほぼ頂点にあたり、T8より上に**心臓**（heart）がある。ちなみに体表から心拍を触れる部位には心臓の**心尖部**がある。心尖部は左の鎖骨中線（鎖骨の中央から正中線に平行した垂線）上の第４～５肋間隙に位置する。

8.4　第10胸椎（T10）の高さ

この高さには、横隔膜の**食道裂孔**（opening for esophagus）がある。腹腔側の同じ高さには**胃底**（gastric fundus）が突出している。

8.5　第12胸椎（T12）の高さ

この高さには、横隔膜の**大動脈裂孔**（opening for aorta）がある。腹腔側の同じ高さは、腹大動脈から**腹腔動脈**（celiac trunk）が分枝する。

＊３：第１肋骨は鎖骨の深部に位置しているので、体表から触れることができない。このため、胸骨角は体表から第２肋骨を同定し、肋骨番号を決めるのに重要な指標となる。

8.6　第 1 腰椎（L1）の高さ

この高さでは、腹大動脈から**上腸間膜動脈**（superior mesenteric artery）が分枝する。腹大動脈の前方には、胃や十二指腸、肝臓、膵臓などの消化器系器官があるが、L1の高さには胃の**幽門**（pylorus）や**胆嚢**（gallbladder）が位置する。また、脊柱管内で**脊髄円錐**（脊髄の下端）がこの高さにある。

8.7　第 4 腰椎（L4）の高さ

この高さで腹大動脈が左右の**総腸骨動脈**（common iliac artery）に分枝する。

9　穿刺の指標となる構造

身体に注射針を刺す（穿刺する）場合、身体内部に存在する血管や神経、臓器を傷つけないように、これらの構造を避ける必要がある。穿刺部位は、骨などの体表から観察可能な構造を目印として設定され、誰が行っても間違いが起こらないようになっている。

9.1　ヤコビー線（Jacoby line）（図1. 13）

左右の**腸骨稜**（iliac crest）の頂点を結ぶ線を**ヤコビー線**といい、第 3 腰椎と第 4 腰椎の棘突起の間の高さに相当する。脊柱管内で脊髄円錐（脊髄の下端）は第 1 腰椎の高さにあるが、クモ膜下腔[*4]は仙骨の上部まで続き、ここには馬尾[*5]があるのみなので、第 2 腰椎以下のクモ膜下腔に針を刺しても脊髄は損傷されない。このためヤコビー線は**腰椎穿刺**の目安となっている。

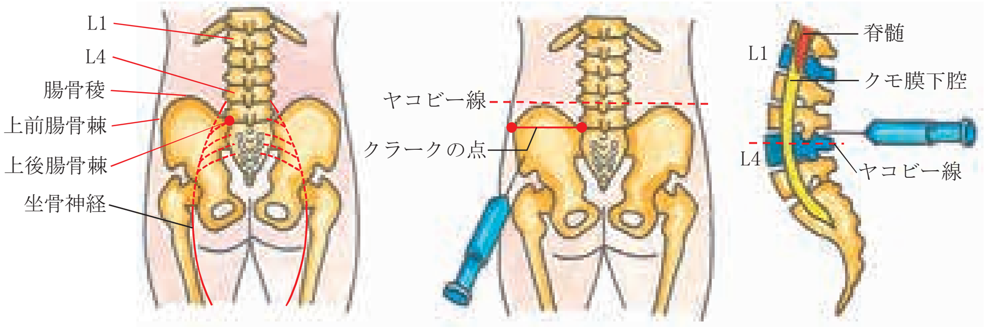


図1. 13　ヤコビー線とクラークの点

＊4：中枢神経系（脳と脊髄）は、外から硬膜、クモ膜、軟膜の 3 枚の髄膜によって覆われている。これらのうちクモ膜と軟膜の間には空間があり、この空間をクモ膜下腔という。クモ膜下腔には脳脊髄液が循環していて、脳や脊髄の表面を走る動脈はここを通る（詳しくは第11章を参照）。

＊5：仙髄、尾髄から出た仙骨神経、尾骨神経は、仙骨の前・後仙骨孔および尾椎の椎間孔から出るまで、馬の尾のような束になっているため、馬尾とよばれる。馬尾は第 2 腰椎以下の高さの脊柱管内のクモ膜下腔にある。

9.2　クラークの点（図1.13）

寛骨の**上前腸骨棘**（superior anterior iliac spine）と**上後腸骨棘**（superior anterior iliac spine）を結んだ線の外側 1 / 3 を**クラークの点**といい、殿筋注射をする際の目安となっている。殿部の浅層には大殿筋（gluteus maximus muscle）がある。大殿筋下部のやや内側からは**坐骨神経**（sciatic nerve）*6が皮下に出てくるため、殿部に注射針を刺す場合、坐骨神経を避ける必要がある。クラークの点は大殿筋の上部やや外側に位置するため、この部位に針を刺しても坐骨神経は傷つかず、その他に大きな血管も神経もないため、殿筋注射に適した部位になっている。

コラム　喉仏

火葬場で骨を拾う際、火葬場の人が「これが喉仏です」といって骨を示すが、これは喉仏をつくる甲状軟骨でも舌骨でもない。喉仏の近くにある軸椎（第 2 頸椎）の椎体から上方へ突き出している形が仏様が座っている形にみえるので、軸椎を「喉仏」といって拾うのである。

問　題

下記の文章の（　）に適する語句を入れよ。

(1)　人体の最小単位は（　①　）である。
(2)　心臓が属する器官系は（　②　）である。
(3)　下垂体が属する器官系は（　③　）である。
(4)　膵臓は（　④　）と（　⑤　）の 2 つの器官系に属する。
(5)　身体を前後に分ける解剖学的平面を（　⑥　）という。
(6)　身体を上下に分ける解剖学的平面を（　⑦　）という。
(7)　身体を左右に分ける解剖学的平面を（　⑧　）といい、正中を通り、身体を左右に分ける解剖学的平面を（　⑨　）という。
(8)　人体内部で（　⑩　）は脳を入れる腔所である。
(9)　人体内部で（　⑪　）は脊髄を入れる腔所である。
(10)　椎骨を基準とすると、輪状軟骨は（　⑫　）の高さにある。
(11)　椎骨を基準とすると、気管支分岐部は（　⑬　）の高さにある。
(12)　関節の角度を大きくする運動を（　⑭　）、小さくする運動を（　⑮　）という。
(13)　四肢などを運動の中心軸に近づける運動を（　⑯　）、遠ざける運動を（　⑰　）という。

＊6：坐骨神経は人体で最も太い脊髄神経で、その太さは親指の太さくらいある。

第2章

細胞組織学

到達目標

　器官を構成する組織の分類と各組織の基本構造について述べることができる。

学習のポイント

・上皮組織の形態による分類と上皮がつくる特殊な構造
・支持組織の分類、各支持組織を有する器官の例
・筋組織の種類と各筋組織の形態的特徴、神経支配、生体内での分布
・血球の発生と分類

人体をつくる要素としては、構造の上でも機能の上でも、基本的な単位となるのが細胞である。このセクションでは同じ、あるいは似た細胞が集まってつくられる“組織”について説明する。解剖学では各器官系を１つ１つ取り出して、各器官系に属する器官の構造を詳しく勉強することが主になるが、組織学は総論とともに、器官の構造を勉強する上での共通の事項となる。

1　細胞

細胞（cell）はすべての生物を形づくる基本単位である。人体は神経細胞、筋細胞、上皮細胞、赤血球など多種多様な約200種類の細胞から構成されており、それぞれが特徴的な機能を持っている。ここでは、さまざまな特徴をした細胞における共通した基本的構造について説明する。

1.1　細胞の概観（図2.1）

人体を構成する細胞は、形態的、機能的に分化し、多様であるが、いずれの細胞も**細胞膜**（cell membrane）、**細胞質**（cytoplasm）、**核**（nucleus）の３つの部分から構成されている。細胞膜は細胞の内と外を隔てる膜であり、細胞の形の維持や、細胞内外あるいは細胞間の物質の移動を調節するなど、多様な機能を持っている。

細胞質は細胞膜に囲まれた内容物のうち、核を除いた部分であり、小胞体（endoplasmic reticulum）、ゴルジ装置（Golgi complex）、ミトコンドリア（mitochondria）などの**細胞小器官**（オルガネラ（organelle））と、それ以外の部分である**細胞質基質**（サイトゾル（cytosol））

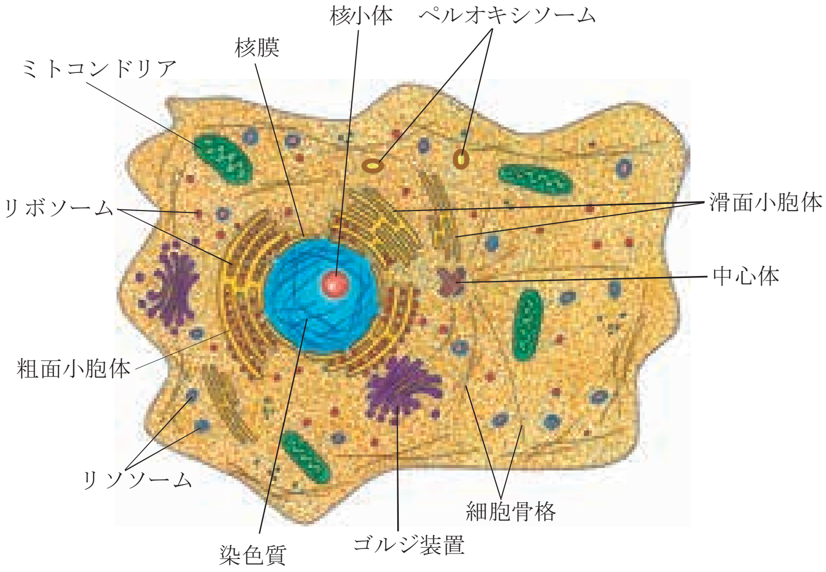


図2.1　細胞の模式図

に分けられる。細胞質基質は細胞質の液体状の部分であり、タンパク質、アミノ酸、脂肪、ブドウ糖などさまざまな栄養素やイオンが溶けている。核は**遺伝子**（gene）の本体である**デオキシリボ核酸**（deoxyribonucleic acid）（略して **DNA**）を含む最も重要な細胞小器官である。

1. 2　細胞小器官

細胞内にあって、特定の機能を持つ構造体のことで、ここでは主な細胞小器官の構造と機能について説明する。

(1)　リボソーム（ribosome）

リボソーム RNA とリボソームタンパク質からなる小さな粒子。メッセンジャー RNA から遺伝情報を読み取り、タンパク質を合成する場である。リボソームは小胞体に付着しているものと、細胞質に遊離しているものがある。

(2)　小胞体（endoplasmic reticulum）

膜でできた平らな袋状あるいは管状の構造体で、細胞内で網目状に広がっている。表面にリボソームが付着した**粗面小胞体**と、リボソームを欠く**滑面小胞体**がある。粗面小胞体は核の外膜と連続しており、細胞膜のタンパク質や細胞から分泌されるタンパク質を合成する場である。滑面小胞体は脂肪酸やステロイドなどの脂質を合成する場である。

(3)　ゴルジ装置（Golgi complex）

扁平な袋状の膜が複数枚重なった構造をしている。粗面小胞体で合成された大部分のタンパク質はゴルジ装置に輸送され、糖タンパク質やリポタンパク質に加工される。ゴルジ装置では分泌小胞あるいは輸送小胞が形成され、それらによって加工されたタンパク質は目的の場所に輸送される。

(4)　リソソーム（lysosome）

膜に囲まれた小胞で、内部に多くの加水分解酵素を含んでいる。細胞内に取り込んだ異物や、細胞内の不要な物質、古くなった細胞小器官を分解する。

(5)　ミトコンドリア（mitochondria）

酸素を使って細胞活動に必要なエネルギー（ATP）を産生する。筋や肝臓など活性の高い細胞において多く存在する。ミトコンドリアは外膜と内膜の２枚の膜からなり、内膜は内側にヒダ状に張りだし、**クリステ**（cristae）という構造を形成している。また、内膜に囲まれた空間を**マトリクス**（matrix）という。ミトコンドリアのマトリクスには、ミトコンドリア DNA とリボソームが存在し、細胞内で分裂によって増殖する。

(6)　細胞骨格（cytoskeleton）

細胞質基質に存在する繊維状のタンパク質であり、細胞の形の維持や細胞分裂、細胞の運動などに働いている。細胞骨格は構造と太さによって**アクチンフィラメント**（**マイクロフィラメント**ともよばれる）、**中間径フィラメント**、**微小管**の３種類に分けられている。

(7)　中心体（centrosome）

一対の中心小体（centriole）とそれを取り巻く周辺物質からなる構造で、核の近くに存

在する。細胞分裂期には中心体は複製され、細胞の両極に分かれ、紡錘体の形や向きを決定することにより、染色体の分配を調節している。

(8)　ペルオキシソーム（peroxisome）

膜に囲まれた小さな構造で、内部に種々の酵素を含み、細胞内の毒性物質を分解し無毒化する。

(9)　細胞膜（cell membrane）

細胞膜は流動性のある**脂質二重層**が基本となり、その中にさまざまなタンパク質がモザイク状にはめ込まれた構造（**流動モザイクモデル**）が広く受け入れられている。

細胞膜は物質によって透過性が異なっており、非極性の小さな分子（酸素分子や二酸化炭素分子、極性分子ではあるが水やエタノールなど）は脂質二重層を通過することができるが、グルコースやアミノ酸などの極性のある大きな分子や、イオンや電荷を持った分子（極性分子）などは脂質二重層を通過することはできない。このような脂質二重層を通過できない物質を通過させるために働くのが**チャネル**や**担体**（キャリア）、**ポンプ**とよばれるタンパク質である。細胞膜における物質の輸送には濃度勾配に従い、エネルギーを使わないで物質を輸送する**受動輸送**と、細胞内の ATP をエネルギーとして使って濃度勾配に逆らって物質を輸送する**能動輸送**がある。受動輸送は主にチャネル、担体が担い、能動輸送はポンプとよばれるタンパク質が担っている。このような物質の輸送に関わる細胞膜の性質のことを**選択的透過性**（selective permeability）とよぶ。

1. 3　核（nucleus）と染色体（chromosome）

核は細胞内で最も大きな細胞小器官であり、**核膜**（nuclear envelope）、**核小体**（nucleolus）、**クロマチン**（染色質）（chromatin）からなっている。ほとんどの細胞において、核は 1 個だけ含まれているが、赤血球には核がなく、また骨格筋細胞や破骨細胞では複数の核が含まれている。

核には２つの重要な働きがある。１つは遺伝子の本体である DNA の保存であり、もう１つは細胞の成長、代謝、タンパク質合成や細胞分裂など、生命現象を制御する働きである。

(1)　核膜

内膜と外膜からなる二重膜で、細胞質と核を隔てている。核膜には核膜孔（nuclear pore）という穴がたくさんあり、核と細胞質をつないでいる。核膜の外膜はタンパク質合成の場である粗面小胞体と連続している。細胞が分裂期に入ると核膜は消失するが、細胞分裂が完了すると再び核膜は形成される。

(2)　核小体

膜に囲まれていない小体であり、主成分は RNA とタンパク質であり、さらにリボソーム RNA 遺伝子が存在する。細胞が分裂期に入ると核小体は消失するが、分裂が完了すると再び現れる。

(3)　クロマチン（染色質）

DNA とタンパク質が結合したもので、細胞分裂をしていない細胞において核内に散在している。細胞が分裂期になるとクロマチンはコイル状に凝集し、**染色体**（chromosome）を形成する。

染色体はヒトの細胞 1 個に46本存在する。うち半数（23本）は父親から、半数は母親から受け継いだものである。染色体のうち、同じ大きさ・形で対になった染色体のことを**相同染色体**といい、22対（44本）あり、これらを常染色体という。**常染色体**は大きさの順に並べて 1 ～22までの番号が付けられている。残りの 1 対（ 2 本）を**性染色体**といい、男女の性を決定する染色体であり、XX あるいは XY と表記される。性染色体が XX であれば女性、XY であれば男性となる。

2　器官を構成する組織

器官を構成する組織は、大きく**上皮組織**（epithelial tissue）、**支持組織**（supporting tissue）、**筋組織**（muscular tissue）、**神経組織**（nerve tissue）の 4 種類に分類される。人体を構成する器官は、これら 4 種類の組織がいくつか組み合わさってできたものである。

2. 1　上皮組織（図2. 2）

上皮組織は体表や、消化管、気道などの管腔、胸腔、腹腔などの体腔の表面を覆い、外界から体の内部を保護する働きを持つ。基本的な構造としては、**基底膜**（basement membrane）を足場として並んでいて、この基底膜によって下層の結合組織から隔てられている。また、隣りあった上皮細胞どうしの間が密接になっており、隣りあった上皮細胞は**タイト結合**（tight junction）＊1 や**接着斑**（desmosome）＊2 によってつながっている。

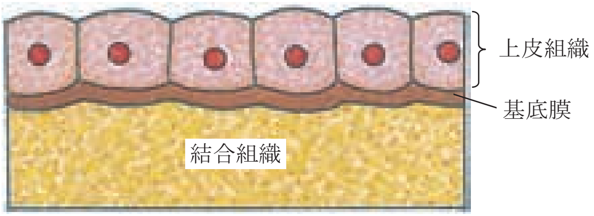


図2. 2　上皮組織

＊1 **タイト結合（密着結合）**：多くの上皮細胞でみられる細胞接着装置の 1 つで、隣りあった細胞の細胞膜をジッパーのように連続的につなぎあわせる。タイト結合により上皮細胞は 1 枚のシートのようになり、例えば腸管などの中空性器官では、管腔と組織の間を隔てる壁（バリアー）となり、拡散などによる管腔から組織への物質の移動を防いでいる。

＊2 **接着斑（デスモゾーム）**：細胞接着装置の 1 つで、細胞膜の内側（細胞質側）に存在する。接着斑から細胞膜の外側に向かって出る結合タンパクが、隣の接着斑から出た結合タンパクと結合し、細胞どうしをつなぎあわせている。また、接着斑の細胞質側には中間系フィラメントが集積し、細胞質を横断し反対側の接着斑にまで伸び、組織の構造維持や補強に関与している。

2.2　上皮組織の形態による分類（図2.3）

上述のように、上皮組織は基底膜を足場としてその上に並んでいる。基底膜の上に上皮細胞が一列に並んでいるものを**単層上皮**といい、二列以上に重なっているものを**重層上皮**という。単層上皮および重層上皮は、上皮細胞の形によってさらにいくつかに分類される。

（1）　単層扁平上皮（simple squamous epithelium）

基底膜の上に、平べったい、扁平な上皮細胞が一列に並んでいるものを**単層扁平上皮**という。［例：心臓や血管、リンパ管の内皮；漿膜（胸膜、漿膜性心膜、腹膜）；腎臓の集合管］

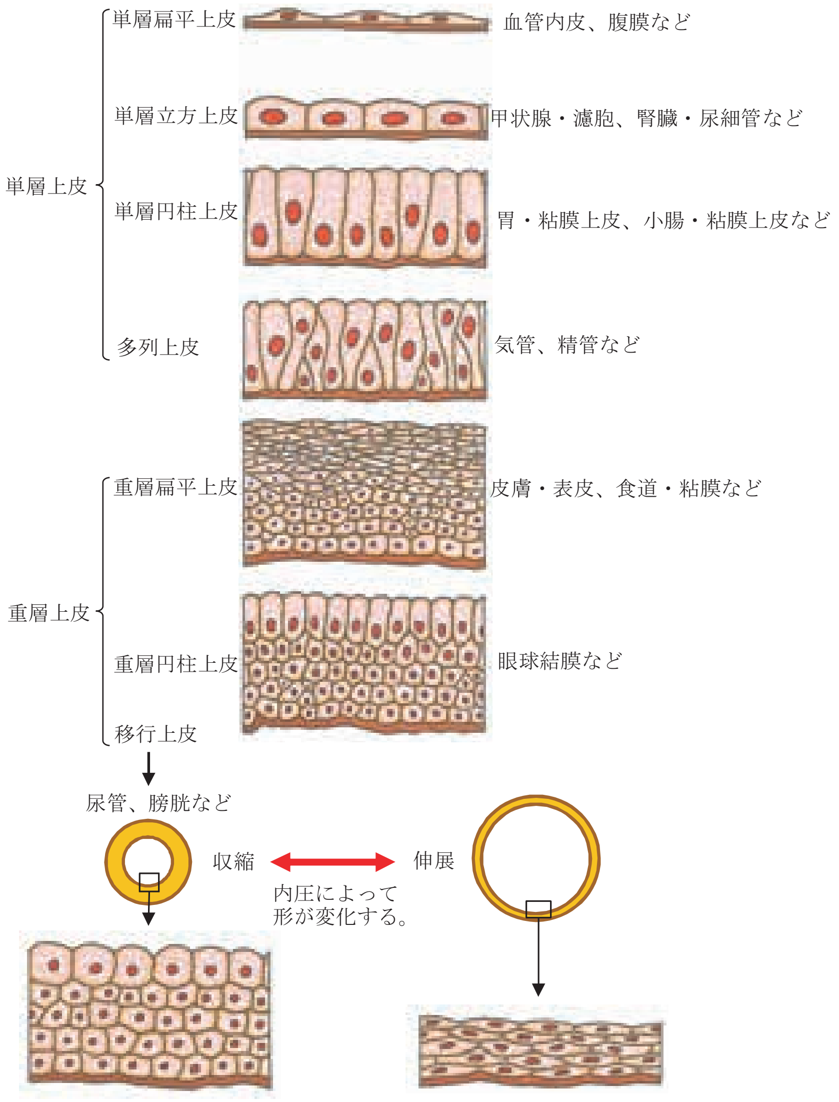


図2.3　上皮組織の形態による分類

(2)　単層立方上皮（simple cuboidal epithelium）

立方形の上皮細胞が一列に並んでいるものを**単層立方上皮**（simple cuboidal epithelium）という。［例：甲状腺の濾胞；腎臓の尿細管］

(3)　単層円柱上皮（simple columnar epithelium）

円柱状の上皮細胞が一列に並んでいるものを**単層円柱上皮**という。［例：一部の消化管（胃～直腸）の粘膜上皮；前立腺の上皮；卵管の上皮］

(4)　多列上皮（pseudostratified epithelium）

単層上皮の中には基底膜の上に並んでいる上皮細胞の丈の高さや形が不均一なため、一見するといくつかに重なってみえるものがある。しかし、よくよく観察するとすべての細胞が基底膜の上に足場をつくっている。このような上皮組織を**多列上皮**とよんでいる。［例：一部の上気道（鼻腔、咽頭下部１/３、喉頭）、下気道（気管、気管支）の上皮；一部の精路（精巣上体、精管、射精管）の上皮］

(5)　重層扁平上皮（stratified squamous epithelium）

基底膜の上に幾層にも上皮細胞が積み重なっているものが、重層上皮である。重層上皮のほとんどは**重層扁平上皮**の形態をとる。重層扁平上皮は表層へいくほど細胞が扁平な形をしている。多くの重層扁平上皮の表層には角化物（細胞の死骸）がある。［例：皮膚の表皮；一部の消化管（口腔、咽頭上部２/３、食道、肛門管）の上皮；子宮、膣の上皮］

(6)　重層円柱上皮（stratified columnar epithellium）

重層上皮のうち円柱状の上皮細胞が何層か積み重なったものを**重層円柱上皮**という。［例：眼球結膜］

(7)　移行上皮（transitional epithelium）

重層上皮の中には、上皮組織が置かれる状況によってその形を変える特殊なものがある。これを**移行上皮**という。［例：腎臓の小腎杯、大腎杯、腎盂の上皮；排尿路（尿管、膀胱、尿道）の上皮］

膀胱の上皮を例として説明すると、まず膀胱の中に尿が入っていない状態、すなわち膀胱が収縮した状態では比較的立方形に近い細胞が何層かに重なってみられる（図2.3）。対して膀胱の中に尿が充満している状態、すなわち膀胱が伸展した状態では中に充満した尿によって膀胱壁が外へ押され、膀胱壁自身が薄くなる。これに伴って上皮組織も尿によって外へと押され、全体的に扁平状に潰れる（図2.3）。このように膀胱の内圧の変化によって上皮細胞が変形する上皮組織を移行上皮という。

2.3　線毛上皮（ciliated epithelium）（図2.4A）

単層円柱上皮や多列上皮は上皮細胞の上部に多数の“線毛”が付いているものがあり、それぞれ**単層円柱線毛上皮**［例：卵管の上皮；一部の消化管（胃～直腸）の上皮］、**多列線毛上皮**［例：一部の上気道（鼻腔、咽頭下部１/３、喉頭）、下気道（気管、気管支）の上皮；一部の精路（精巣上体、精管、射精管）の上皮］とよばれる。

上皮細胞の表面に付いている線毛が運動することによって、組織表面に物質の“流れ”をつくることができる。精路や卵管では精子や卵を移動させたり、上気道、下気道では異物（痰など）を排除するなどの働きを持つ。

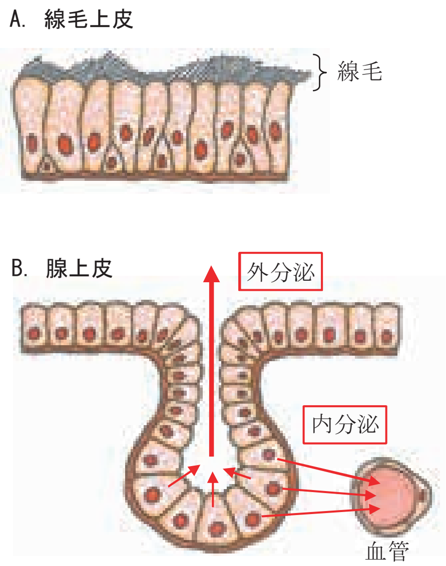


図2. 4　線毛上皮と腺上皮

2. 4　上皮がつくる特殊な構造

上皮組織は上皮細胞が置かれれる場所によって特殊な働きをするものがある。例えば小腸や大腸の上皮細胞は、栄養素を吸収する特別な働きを持つため**吸収上皮**（absorptive epithelium）とよばれ、肺胞の上皮はガス交換、すなわち空気中の酸素と血液中の二酸化炭素を交換する働きを持つため**呼吸上皮**（respiratory epithelium）とよばれる。

上皮組織の中には図2. 4B のように上皮が落ち込んで、“腺”という構造をつくるものがある。このような上皮組織を**腺上皮**（glandular epithelium）とよぶ。腺の働きとしては物質をつくり、分泌することがあげられる。物質の分泌には大きく分けて２つの概念がある。１つは**外分泌**（exocrine）で、もう１つは**内分泌**（endocrine）である。外分泌は消化液を小腸などの管腔の中に出したり、汗を体表に出したりといった、“**体の外**”に物質を分泌することをさす。対して内分泌は物質を血液中、すなわち血管の中という“**体の中**”に分泌することをさす。また、物質を細胞外を満たしている組織液（間質液；interstitial fluid）に分泌することも広義の内分泌にあたる。組織液を介した内分泌作用には、分泌した物質を近隣の細胞まで運び、作用させる**傍分泌**（paracrine）と、組織液中に分泌した物質を分泌した細胞自身に作用させる**自己分泌**（autocrine）の２つがある。

2. 5　腺上皮からの物質の分泌様式

腺上皮からの物質の分泌様式は以下の３つがある。

（1）　開口分泌（exocytosis）（図2. 5A）

ゴルジ装置から分泌物を詰め込んだ分泌小胞が分離し、この分泌小胞が分泌の際に細胞膜と癒合し、細胞の外に向かって開きながら物質を放出する分泌様式である。［例：膵臓、唾液腺］

（2）　ホロクリン（holocrine）（図2. 5B）

細胞が死んで、その細胞自体が分泌物となる分泌様式である。［例：毛包の脂腺］

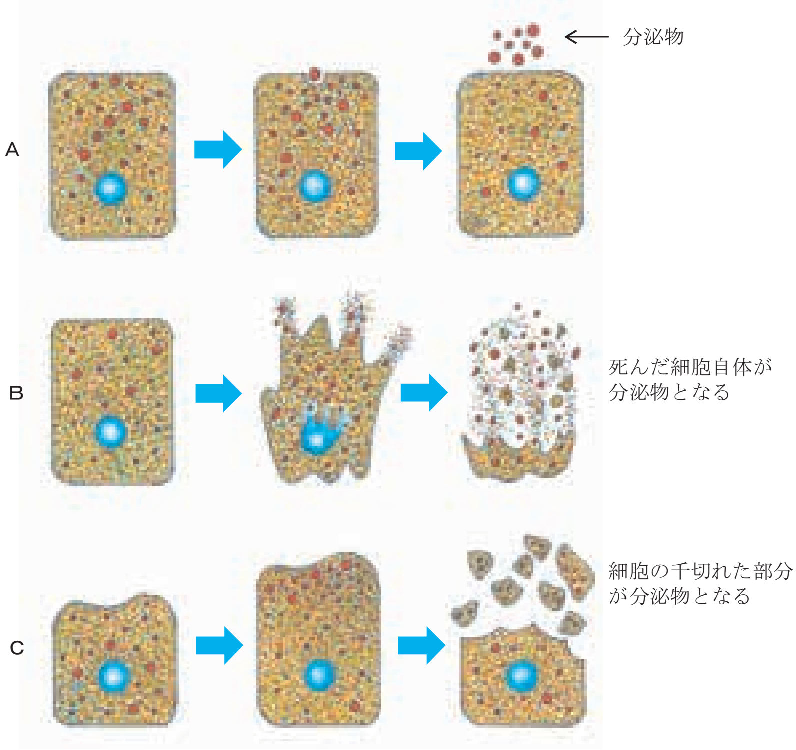


図2. 5　腺上皮からの物質の分泌様式

（3）　アポクリン（apocrine）（図2. 5C）

細胞の一部が千切れ、この千切れた部分が分泌物となる分泌様式である。［例：大汗腺、乳腺］

2. 6　上皮性の膜

（1）　粘膜（mucous membrane）

消化管や気道、排尿路、精路・生殖路などの中空性器官の内腔を覆う膜で、粘液によって常に潤っている。

（2）　漿膜（serous membrane）（図2. 6）

体腔（胸腔、腹腔、心膜腔など）や器官の表面を覆う膜で、袋状の構造をしている。胸

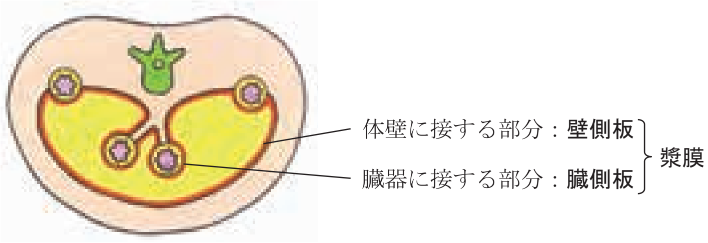


図2. 6　漿膜

膜、腹膜、心膜の３種類がある。漿膜の体壁に接する部分を壁側板、臓器に接する部分を臓側板という。

3　筋組織

筋組織は、その性状により**骨格筋**（skeletal muscle）、**心筋**（cardiac muscle）、**平滑筋**（smooth muscle）の３つに分類される。

3. 1　骨格筋（図2. 7A）

一般に我々が“筋肉”とよんでいるもので、全身に分布している。骨格筋は顕微鏡で観察すると縞状の模様がみえるので、**横紋筋**（striated muscle）の１つである。骨格筋は**一般体性運動神経**（general somatic efferent：GSE）の支配を受ける。すなわち、自分の意志で動かすことができる**随意筋**（voluntary muscle）ということになる。骨格筋の細胞（筋細胞）は長い円柱状の形をしていて、**筋線維**ともよばれる。

3. 2　心筋（図2. 7B）

心筋は心臓に分布し、その名の通り心臓壁をつくる筋である。骨格筋と同様に顕微鏡で観察すると縞状の模様がみえるので、**横紋筋**の１つである。しかし、心筋は骨格筋と異なり**自律神経**（autonomic nerve；general visceral efferent：GVE）の支配を受けるため、そ

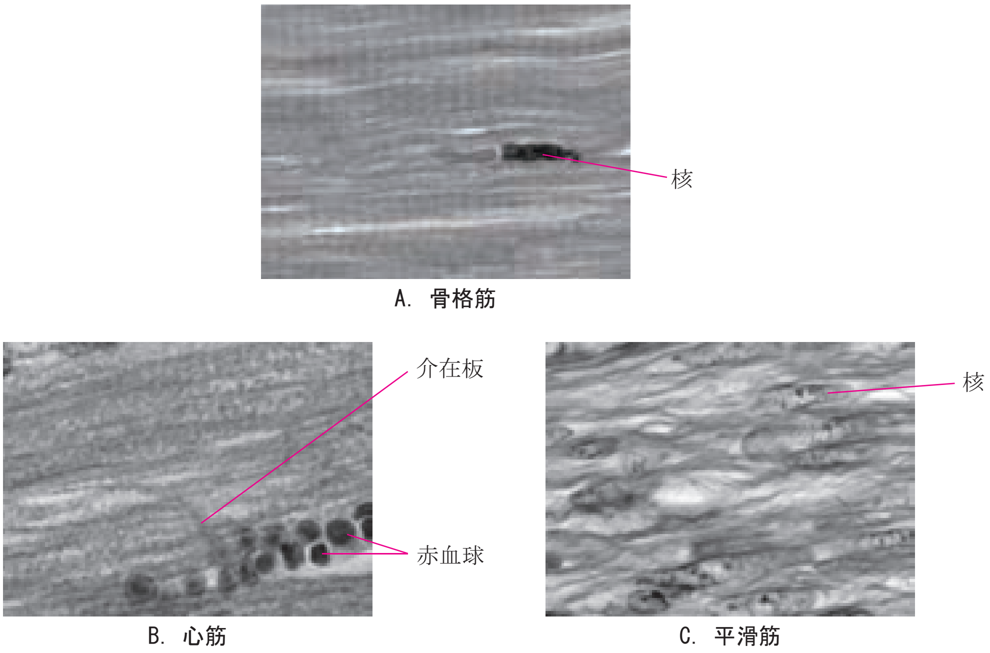


図2. 7　筋組織

の運動のコントロールが自分の意志ではできない**不随意筋**（involuntary muscle）になる。心筋細胞は短い円柱状の形をしていて分枝を持ち、隣りあった心筋細胞どうしは**介在板**によって結合している。

3. 3　平滑筋（図2. 7C）

平滑筋は内臓諸器官や血管の筋層に存在する筋である。平滑筋は骨格筋や心筋と異なり、顕微鏡で観察しても横紋はみられない。平滑筋は心筋と同様に**自律神経**の支配を受けるため、その運動のコントロールが自分の意志ではできない**不随意筋**になる。平滑筋細胞は紡錘状の形をしていて、中央に 1 個の核を持つ。

4　支持組織

支持組織は広義の結合組織に相当するが、ここでは狭義の結合組織と明確に区別するため、“**支持組織**”という用語を用いる。支持組織は大きく狭義の**結合組織**（connective tissue）（線維性結合組織）、**軟骨組織**（cartilage tissue）、**骨組織**（bony tissue）、**血液**（blood）に分けられる。

4. 1　結合組織（線維性結合組織）

結合組織は豊富な**細胞外基質**（細胞外マトリックス（extracellular matrix））と、その中に散在している固定細胞（線維芽細胞、細網細胞、脂肪細胞など）と遊走細胞（マクロファージ、形質細胞、肥満細胞など）から構成される。結合組織はさらに皮下組織（浅筋膜）などをつくる**疎性結合組織**（loose connective tissue）（図2. 8A）、真皮や腱、靭帯などの固い構造をつくる**密性結合組織**（dense connective tissue）（図2. 8B）、皮下脂肪や眼窩下脂肪をつくる**脂肪組織**（adipose tissue）（図2. 8C）、弾性動脈とよばれる太い動脈の中膜にある**弾性組織**（elastic tissue）（図2. 8D）、リンパ節や脾臓、骨髄などで血球を包んでいる網のような**細網組織**（reticular）（図2. 8E）に分けられる。これらの結合組織は、それぞれ固有の細胞外基質を持つ。疎性結合組織、密性結合組織、脂肪組織には**膠原線維**（collagen fiber）が、弾性組織には**弾性線維**（elastic fiber）が、細網組織には**細網線維**（reticular fiber）がそれぞれ存在する。これらの細胞外基質の量が多いほど組織は強くなる。例えば、疎性結合組織に比べて固く強靭な密性結合組織は膠原線維を多く含む。

4. 2　軟骨組織

軟骨組織は軟骨基質の成分によりさらに**硝子軟骨**、**弾性軟骨**、**線維軟骨**の３つに分類される。

（1）　硝子軟骨（hyaline cartilage）（図2. 9A）

気管や気管支などの気道の軟骨や、肋軟骨、関節軟骨をつくる。

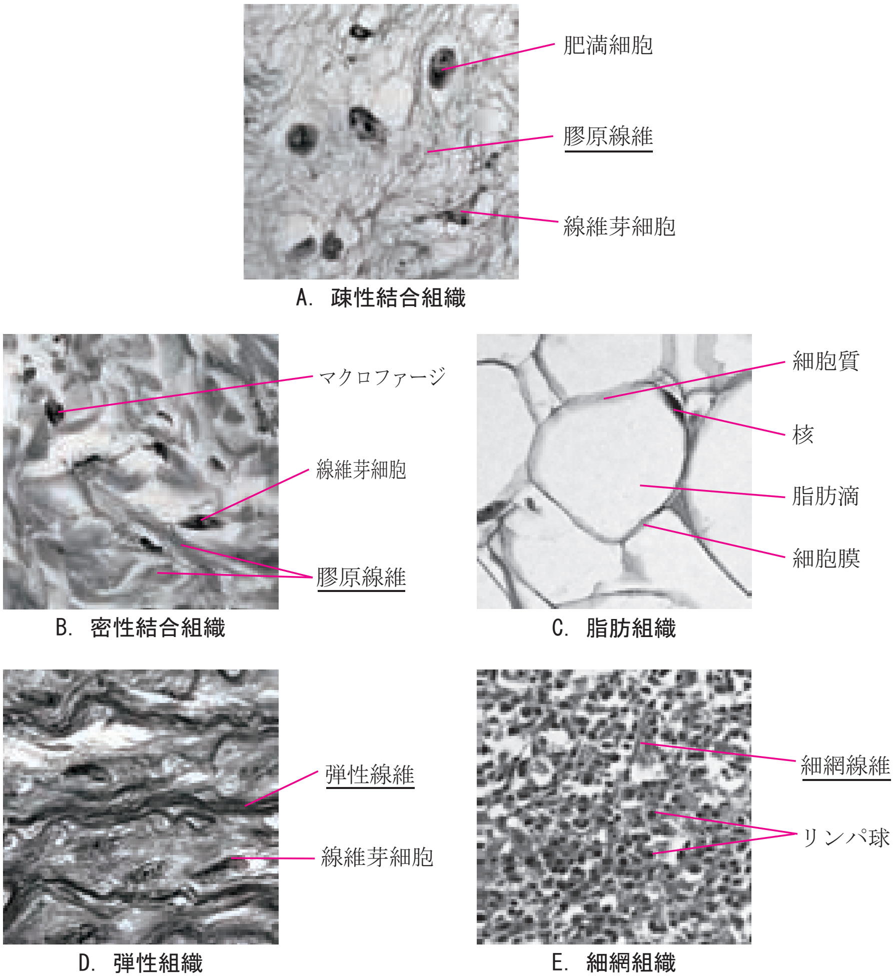


図2. 8　結合組織

(2)　弾性軟骨（elastic cartilage）（図2. 9B）

耳介軟骨や喉頭蓋軟骨をつくる。

(3)　線維軟骨（fibrous cartilage）（図2. 9C）

恥骨結合や椎間円板、関節円板や関節半月、関節唇などをつくる。硝子軟骨のところで硝子軟骨からなる軟骨の例として関節軟骨をあげたが、**胸鎖関節**、**肩鎖関節**、**顎関節**の関節軟骨は例外的に線維軟骨からできている。

4. 3　骨組織（図2. 10）

骨質は表層の**緻密質**（皮質骨（compact bone））とその下層の**海綿質**（海綿骨（spongy bone））からなる。緻密質には縦方向および横方向に格子状につながるトンネルがある。これらは血管や神経が通る管で、縦方向に走る管を**ハバース管**（Haversian canal）、横方向に走る管を**フォルクマン管**（Volkmann canal）という。

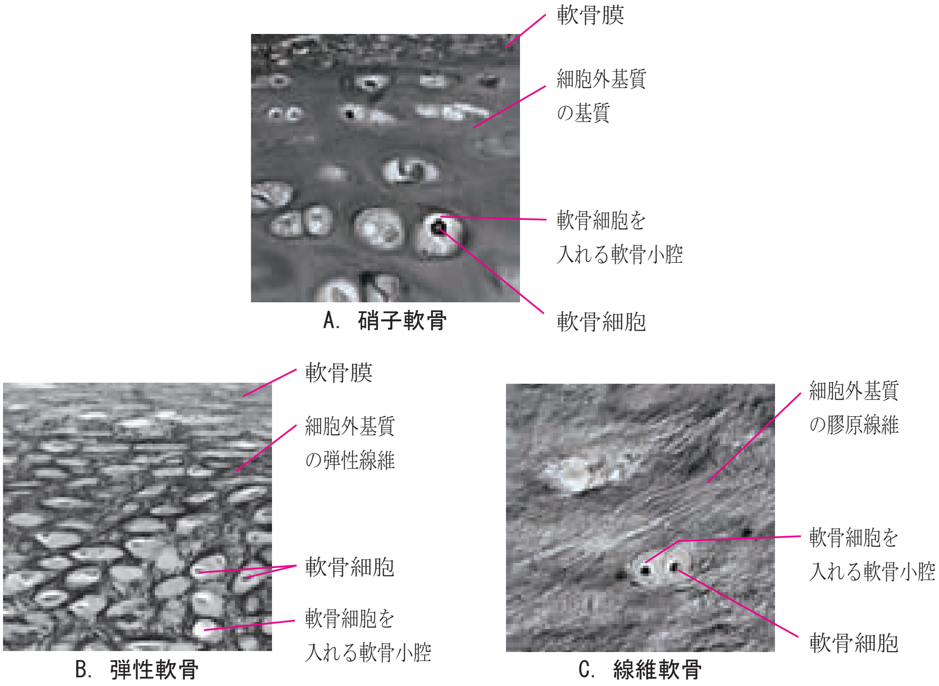


図2.9　軟骨組織

4.4　血液

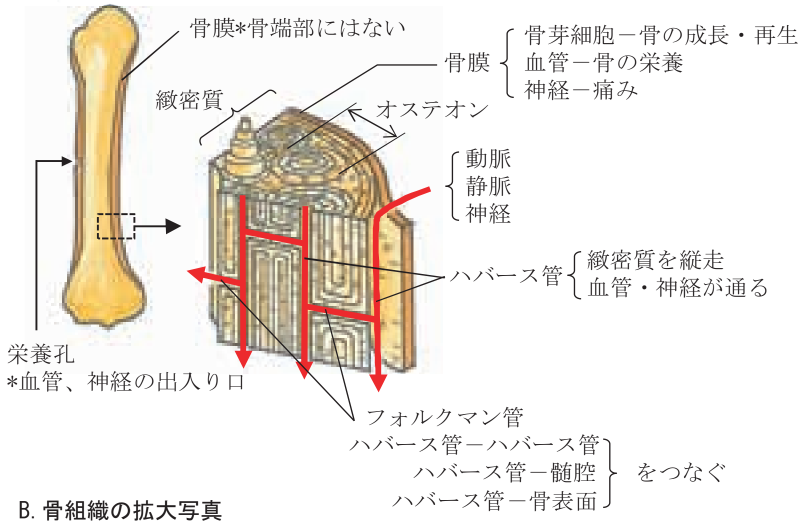
血液は体重の約８％を占める。血液のうち約55％が**血漿**（plasma）とよばれる液性成分で、残りの約45％が細胞成分である。血漿はそのほとんどが水によってできているが、タンパク質が約７％、脂質が約１％、糖質が約0.1％、その他のものが約0.4％含まれる。血漿の約７％を占めるタンパク質の主なものには、**アルブミン**や**グロブリン**、**フィブリノゲン**などがある。

血液の細胞成分の中で最も数が多いのが**赤血球**（erythrocyte）で、男性では410万〜530万個/mm^3、女性で380万〜480万個/mm^{3}の赤血球が血液中に含まれる（図2.11）。

血液の細胞成分の中で免疫を担当するのが**白血球**（leukocyte）で、血液中に4,000〜8,500個/mm^{3}の白血球が含まれる。白血球はさらに、その形や、染色液への親和性により好酸球、好中球、好塩基球、単球、リンパ球に分けられる（図2.11）。これらのうち好酸球、好中球、好塩基球は血球の中に顆粒がみられるので**顆粒球**（granulocyte）とよばれ、単球とリンパ球は顆粒がみられないため無顆粒球とよばれる（図2.11）。白血球の中で最も数が多いのは**好中球**（neutrophil）で、白血球の60〜70％を占める。次いで多いのがリンパ球で、白血球の20〜25％を占める（図2.11）。

赤血球に次いで数が多いのが**血小板**（platelet）で、血液中に15万〜40万個/mm^{3}の血小板が含まれる。血小板は止血時の一時血栓の形成に働く（図2.11）。

A. 骨組織の模式図



B. 骨組織の拡大写真

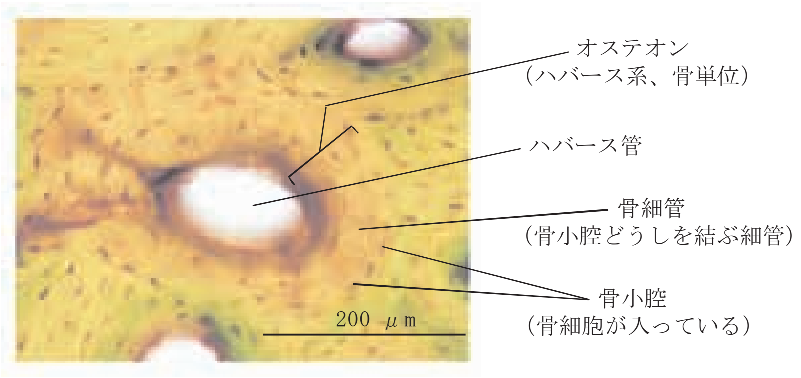


図2. 10　骨組織

4. 5　血球の発生

血球は骨の中にある**骨髄**（bone marrow）でつくられる。骨髄の中には**造血幹細胞**（hematopoietic stem cell）という将来、あらゆる血球になることができる細胞がある。造血幹細胞は、まず**骨髄系幹細胞**（myeloid stem cell）と**リンパ系幹細胞**（lymphoid stem cell）に分化する。骨髄系幹細胞は脱核して赤血球になるもの、巨核球となり血小板になるもの、**骨髄芽球**（myeloblast）を経て好酸球、好中球、好塩基球などの顆粒球や単球になるものがある（図2. 11）。単球は血管から外に出て組織の間隙にあると、**マクロファージ**（macrophage）とよばれるようになる（図2. 11）。

リンパ系幹細胞は**リンパ球**（lymphoctye）に分化するが、成熟する場所によって分化するリンパ球の種類が異なる。リンパ球が胸腺で成熟すると、T 細胞（T リンパ球（T lymphocyte））となり、脾臓、リンパ節その他で成熟すると B 細胞（B リンパ球（B lymphocyte））やナチュラルキラー細胞（NK 細胞（natural killer cell））となる。B 細胞が血管から

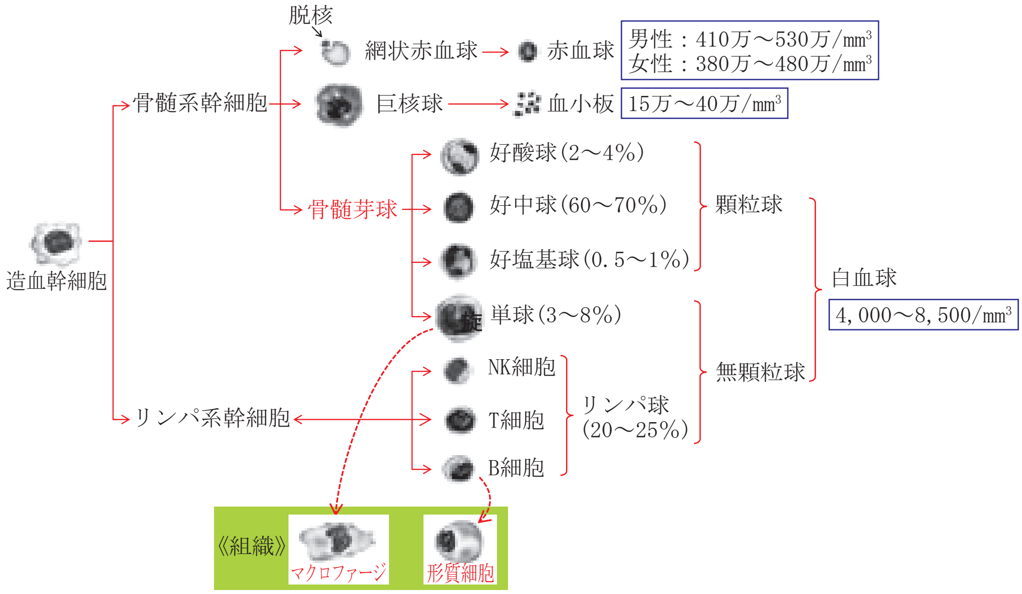


図2. 11　血球の成分とその発生

出て組織の間隙にあると、**形質細胞**（plasma cell）とよばれるようになる（図2. 11）。

5　神経細胞と神経組織

神経組織は、その本体となる**神経細胞**（ニューロン（neuron））と、**支持細胞**からなる。神経細胞において遺伝物質である DNA を含む核の周囲を**細胞体**（perikaryon）という（図2. 12）。細胞体から多数出ている突起を**樹状突起**（dendrites）といい、さらに細胞体から伸びる突起のうち、1 本が長くなっているものを**軸索**（axon）という（図2. 12）。神経細胞は

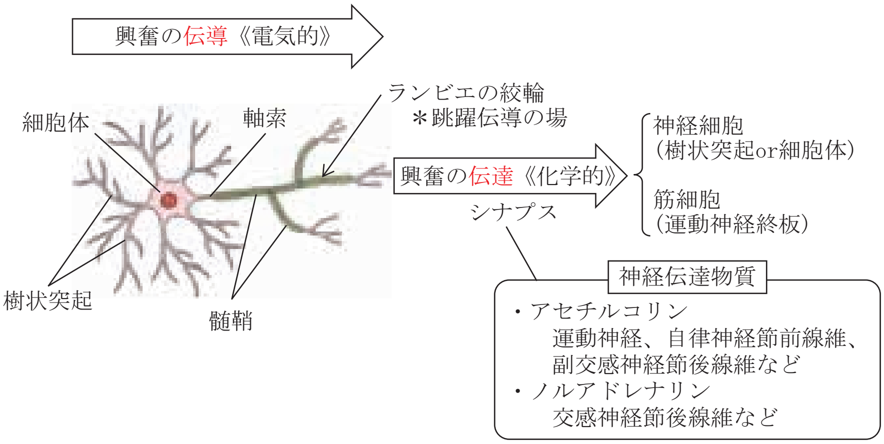


図2. 12　神経細胞

細胞内に電気的なシグナルが流れていて、これが細胞内で伝わることを**興奮の伝導**とよぶ。興奮が伝導する方向は一方向性で、必ず樹状突起、細胞体、軸索の順に伝わっていく。軸索の末端を**軸索終末**（axonal terminal）とよび、軸索終末は隣の神経細胞の樹状突起か細胞体、あるいは筋細胞の運動神経終板に対して**シナプス**（synapse）という構造をつくる。シナプスでは、神経細胞が持っている電気的な興奮の情報を**神経伝達物質**（neurotransmitter）という化学物質の情報に換えて、隣の神経細胞、あるいは筋細胞に伝える（**興奮の伝達**）。神経伝達物質の例としては、末梢神経系では、運動神経や自律神経節前線維、副交感神経節後線維などが持つ**アセチルコリン**（acetylcholine）や、交感神経節後線維が持つ**ノルアドレナリン**（noradrenaline）などがあげられる。また、軸索では、神経細胞の興奮は電気的な信号として伝えられる（**興奮の伝導**）。軸索の周りには興奮の伝導効率をよくするため、電気的な絶縁体である**髄鞘**（ミエリン鞘（myelin sheath））という装置が付いている。髄鞘と髄鞘の間にはランビエの絞輪があり、跳躍伝導に関与する。

支持細胞は神経細胞の働きを補助する役目を持つ細胞で、中枢神経系と末梢神経系でその種類が異なっている。中枢神経系には支持細胞として**グリア細胞**（神経膠細胞（neuroglia））とよばれる細胞がある。グリア細胞はさらに**希突起グリア細胞**（oligodendrocyte）、**星状グリア細胞**（astrocyte）、**小グリア細胞**（microglia）の３種類に分類される。希突起グリア細胞は、神経細胞の軸索の周囲に**髄鞘**を形成する。星状グリア細胞は、物質の輸送に関与し、小グリア細胞は異物の貪食、すなわち中枢神経系での免疫担当の細胞ということになる。これに対して末梢神経系の支持細胞は、**シュワン細胞**（Schwann cell）という細胞で、シュワン細胞は神経細胞の軸索の周囲に髄鞘を形成する。シュワン細胞がつくる髄鞘を特に**シュワン鞘**（Schwann's sheath）という。

コラム　核磁気共鳴画像法（MRI）

近年の生体イメージング技術の発展は著しい。中でも MRI は、生きた人間の内部構造をバーチャルな画像として観察することができる“メスを使わない解剖技術”ともいえる。MRI はその原理から強い磁場を用いれば用いるほど、より小さな構造の観察が可能となる（空間分解能が高くなる）。また、造影剤を用いることで MRI 画像がより鮮明になり、従来、顕微鏡標本でしか観察できなかった大脳皮質や嗅球などの神経細胞の層など“組織”を見分けることも可能になっている。近い将来、MRI が顕微鏡を超える時代がくるかもしれない。

問　題

下記の文章の（　）に適する語句を入れよ。

(1)　細胞小器官には、タンパク質合成の場である（　①　）、（　①　）が付着する袋状の

（　②　）、細胞内の不要な物質や古くなった細胞小器官を分解する（　③　）、細胞活動に必要なエネルギーを産生する（　④　）などがある。

(2)　器官を構成する組織は（　⑤　）、（　⑥　）、（　⑦　）、（　⑧　）の４種に大別される。

(3)　上皮組織のうち、組織が置かれる状態によってその形を変えるものを（　⑨　）という。

(4)　胸鎖軟骨や肩鎖軟骨、顎関節の関節軟骨をつくる軟骨組織は（　⑩　）であるが、その他の関節の関節軟骨をつくる軟骨組織は（　⑪　）である。

(5)　筋組織のうち、自律神経の支配を受ける不随意筋は、（　⑫　）、（　⑬　）である。

(6)　髄鞘をつくる支持細胞は、中枢神経系では（　⑭　）、末梢神経系では（　⑮　）である。

(7)　血球のうち、免疫を担当するのは（　⑯　）で、その数は（　⑰　）である。

(8)　血球のうち、血栓の形成に関与するのは（　⑱　）で、その数は（　⑲　）である。