

# 改訂第 8 版にあたって

組織学や肉眼解剖学といった科目は、昔も今も医学生が最初に学ぶ科目です。なぜなら、組織学や肉眼解剖学から得られる人体の構造の理解が、その後に学ぶ生理学、病理学、生化学、薬理学、免疫学などの修得に必須だからです。組織学を勉強し、標本の観察を重ねることによって、さまざまな組織や細胞のイメージを作り上げ、そのイメージした構造の上で生理学などで学ぶ生体の機能が展開されるのです。イメージした構造が正確であればあるほど、機能の理解は深まるはずです。

本書は、医学系の大学において組織学実習を行う学生を対象として、系統的な組織学の知識をまとめたものですが、同時に、顕微鏡を覗く際に身近において観察の助けになるようにと意識して書かれています。

ぜひ本書を傍らにおいて、標本を繰り返し観察してほしいと思います。最初はこの標本も同じようにしか見えなかったものが、観察すればするほど、違いが分かるようになります。大変だと感じるかもしれませんが、組織の理解にはそれが最も有効で近道でもあるのです。

今回の改訂では、最新の知見に基づいて内容を更新するとともに、より分かりやすい表現を追求して文章を改めました。また、前版よりも顕微鏡写真を増やしたことで、実際に顕微鏡を覗いた時に細胞や構造の同定が容易にできるよう心がけました。

本書を活用して自前のイメージを作り上げ、他の基礎医学の科目の理解に役立ててもらいたいと願っています。

2025 年 8 月

著者

# 1 組織学の方法

**Q 1** 光学顕微鏡，電子顕微鏡で観察できる構造.... 1

**Q 2** 組織標本の作製法..... 2

**Q 3** 固定液の種類と組成..... 3

**Q 4** 色素による染色法の種類と目的 ..... 3

**Q 5** 組織化学的染色法..... 5

# 2 組織学総論

**Q 6** 細胞，組織，器官，器官系..... 6

**Q 7** 細胞膜..... 7

**Q 8** 核 ..... 8

**Q 9** ミトコンドリア ..... 10

**Q 10** 小胞体..... 11

**Q 11** ゴルジ装置，ライソソームなど..... 12

**Q 12** 細胞内の小胞輸送..... 14

**Q 13** エンドサイトーシス..... 15

**Q 14** ライソソームによる細胞内消化過程 ..... 17

**Q 15** 細胞骨格 ..... 18

**Q 16** 細胞相互の接着に関与する構造 ..... 20

**Q 17** 細胞表面にみられる特殊構造 ..... 22

**Q 18** 体細胞分裂の過程..... 23

**Q 19** 減数分裂の過程 ..... 24

**Q 20** 上皮組織の分類..... 26

**Q 21** 上皮の機能 ..... 28

**Q 22** 基底膜..... 28

**Q 23** 内分泌腺と外分泌腺の構造上の違い..... 30

**Q 24** 分泌細胞からの分泌物の放出機構..... 30

**Q 25** 結合組織の分類 ..... 31

**Q 26** 結合組織の基質と線維成分 ..... 32

**Q 27** 結合組織にみられる細胞成分 ..... 34

**Q 28** 脂肪組織 ..... 36

**Q 29** 腱の構造と構成成分 ..... 38

**Q 30** 滑膜の構造 ..... 38

**Q 31** 軟骨組織の構造と分類 ..... 39

**Q 32** 骨組織の構造..... 40

**Q 33** 骨の発生様式..... 43

**Q 34** 筋組織の種類と鑑別点 ..... 44

**Q 35** 骨格筋線維の特徴 ..... 45

**Q 36** 心筋線維の特徴 ..... 47

**Q 37** 血液細胞の種類と鑑別点..... 48

**Q 38** 骨髄細胞の種類と鑑別 ..... 50

**Q 39** ニューロンの基本構造 ..... 52

**Q 40** 神経線維の構造 ..... 54

**Q 41** 神経膠細胞の種類と形態..... 56

**Q 42** 神経終末の構造 ..... 58

**Q 43** シナプスの構造..... 58

# 3 消化器

**Q 44** 口唇および口腔粘膜..... 60

**Q 45** 舌乳頭の分類と味蕾の構造..... 61

**Q 46** 耳下腺，顎下腺，舌下腺の区別 ..... 62

**Q 47** 歯の構造 ..... 65

**Q 48** 消化管に共通する基本構造..... 67

**Q 49** 食道の組織構築 ..... 69

**Q 50** 胃の組織構築..... 70

**Q 51** 胃底腺，噴門腺，幽門腺の比較..... 71

**Q 52** 小腸の構成..... 73

**Q 53** 小腸の吸収上皮細胞 ..... 76

**Q 54** 虫 垂..... 78

**Q 55** 結腸，直腸..... 79

**Q 56** 肛 門..... 80

**Q 57** 肝臓の組織構築と門脈血の経路..... 81

**Q 58** 肝細胞の特徴 ..... 84

**Q 59** クッパー細胞，伊東細胞（星細胞） ..... 85

**Q 60** 胆 嚢..... 86

**Q 61** 膵臓の外分泌部 ..... 87

# 4 呼吸器

**Q 62** 鼻粘膜の呼吸部と嗅部 ..... 90

**Q 63** 喉 頭 ..... 92

**Q 64** 声 帯 ..... 93

**Q 65** 気 管 ..... 94

**Q 66** 気管支から肺胞まで ..... 95

**Q 67** 肺胞壁の構造 ..... 97

# 5 泌尿器

**Q 68** 腎臓の構成 ..... 99

**Q 69** 腎臓の血流 ..... 100

**Q 70** 腎小体の構造 ..... 101

**Q 71** ネフロン ..... 104

**Q 72** 尿細管各部および集合管の鑑別 ..... 105

**Q 73** 尿管, 膀胱, 尿道 ..... 107

# 6 生殖器

**Q 74** 精巣の構造 ..... 109

**Q 75** 精子の発生 ..... 112

**Q 76** 精子の構造 ..... 114

**Q 77** 精子の輸送路 ..... 115

**Q 78** 陰 茎 ..... 118

**Q 79** 卵巢の構造 ..... 119

**Q 80** 卵胞の成熟過程 ..... 121

**Q 81** 黄体と白体 ..... 123

**Q 82** 卵 管 ..... 125

**Q 83** 子宮内膜の周期的変化 ..... 126

**Q 84** 性周期に伴う卵巢と子宮内膜の形態変化 .. 128

**Q 85** 胎 盤 ..... 130

# 7 内分泌腺

**Q 86** 細胞間の化学的情報伝達機構 ..... 132

**Q 87** 粘膜上皮内の内分泌細胞 ..... 133

**Q 88** 甲状腺 ..... 134

**Q 89** 上皮小体 ..... 136

**Q 90** 副腎皮質と副腎髄質 ..... 137

**Q 91** 松果体 ..... 140

**Q 92** 腺性下垂体 ..... 141

**Q 93** 神経性下垂体 ..... 144

**Q 94** 膵臓のランゲルハンス島 ..... 145

# 8 心臓・血管

**Q 95** 心臓壁の層構造 ..... 148

**Q 96** 動脈と静脈の鑑別点 ..... 149

**Q 97** 毛細血管の基本構造と特殊型 ..... 152

# 9 リンパ系

**Q 98** リンパ管の構造 ..... 155

**Q 99** リンパ性組織の分類 ..... 156

**Q 100** リンパ節の内部構造 ..... 157

**Q 101** 白脾髄と赤脾髄 ..... 160

**Q 102** 胸 腺 ..... 162

# 10 皮 膚

**Q 103** 皮膚の基本構造 ..... 165

**Q 104** 皮膚にみられる特殊な神経終末 ..... 168

**Q 105** 毛とそれを包む構造 ..... 169

**Q 106** 爪の構造 ..... 171

**Q 107** 皮膚の付属腺 ..... 171

**Q 108** 妊娠に伴う乳腺の形態変化 ..... 174

# 11 神経系

**Q 109** 脊髄の横断像 ..... 175

**Q 110** 脳幹の横断像 ..... 177

**Q 111** 大脳皮質の層構造 ..... 181

**Q 112** 小脳の組織構造 ..... 183

**Q 113** 脳室壁を構成する組織 ..... 184

**Q 114** 髄膜の構造 ..... 185

# 12 感覚器

**Q 115** 眼球壁の構造 ..... 187

**Q 116** 角膜, 強膜 ..... 188

**Q 117** 虹彩, 毛様体 ..... 189

**Q 118** 水晶体, 硝子体 ..... 191

**Q 119** 脈絡膜の層構造 ..... 192

**Q 120** 網膜の層構造 ..... 194

**Q 121** 眼瞼を構成する組織 ..... 196

**Q 122** 外耳道壁と鼓膜 ..... 197

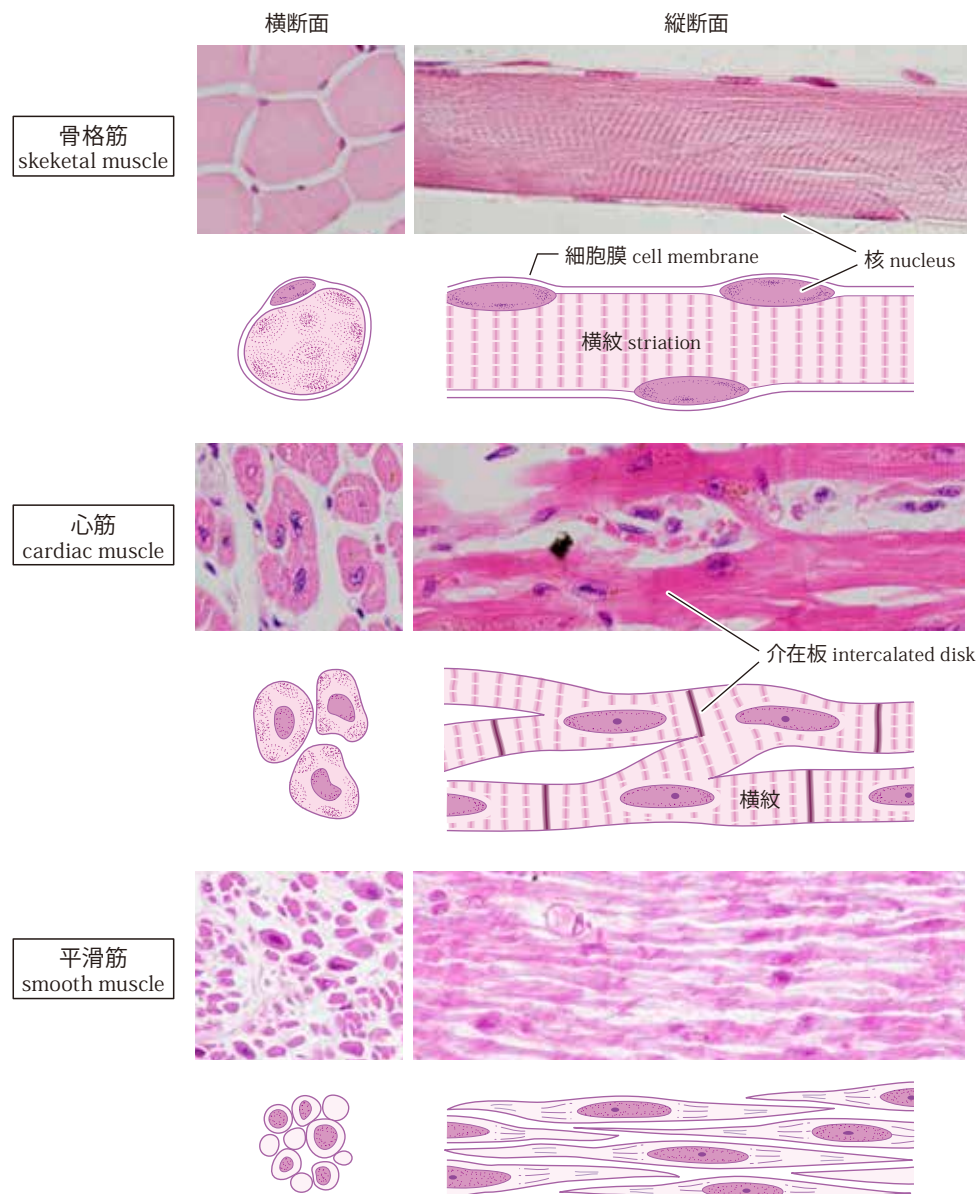
**Q 123** 聴覚器を構成する細胞 ..... 198

**Q 124** 平衡感覚器 ..... 200

## Q34 筋組織の種類と鑑別点

- 筋線維の種類は、断面における核の位置と数、横紋の有無により鑑別する。
- 骨格筋と心筋は横紋筋に属する。

- ◆筋組織を構成する筋細胞は細長い形をしているので、**筋線維** muscle fiber と呼ばれる。筋細胞は、細胞の長軸方向に走る無数の**筋原線維** myofibril とその間を埋める筋形質からなる。筋原線維はさらに**筋細糸** myofilament からなる。骨格筋と心筋では、筋原線維の縦断像で規則正しい縞模様（**横紋** striation）が観察される。
- ◆3種類の筋組織の横断面と縦断面の比較を図に示した。

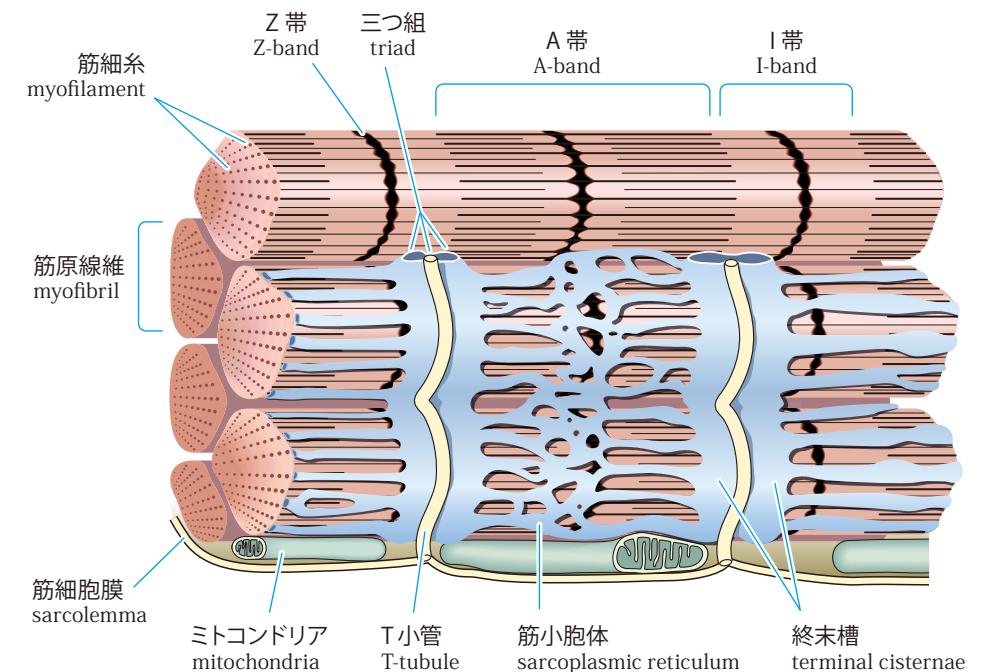


- ①**骨格筋** skeletal muscle：骨格筋細胞は多核で、核は細胞膜直下に並んで偏在し、筋原線維は横紋を有する。☞ **Q35**
- ②**心筋** cardiac muscle：心筋細胞は単核で、核は細胞の中心に位置し、筋原線維は横紋を有する。☞ **Q36**
- ③**平滑筋** smooth muscle：平滑筋細胞は、細胞の中心に単一の長い円柱状の核を有する細長い紡錘形の細胞である。核周辺に細胞内小器官が集まり、それ以外の細胞質の部分は筋細糸により満たされている。筋細糸は骨格筋や心筋のような明瞭な筋原線維は形成せず、横紋はみられない。

## Q35 骨格筋線維の特徴

- 骨格筋線維は多数の筋原線維で満たされ、横紋を有する。
- T小管は細胞膜と筋原線維をつなぐパイプである。

- ◆骨格筋線維は、多数の筋芽細胞が融合して形成される大型（直径 20 ～ 100  $\mu\text{m}$ 、長さ数 cm から 10 cm）で多核の合胞体細胞である。核は細胞膜直下に偏在し、細胞質は多数の筋原線維で満たされている。
- ◆筋原線維の横紋の暗い部分を **A 帯** anisotropic band, 明るい部分を **I 帯** isotropic band と呼ぶ。I 帯の中央にみられる細線は **Z 帯** Z line（ドイツ語の Zwischenscheibe に由来）で、Z 帯と Z 帯の間は**筋節** sarcomere と呼ばれる筋原線維の最小単位である。
- ◆筋原線維は、主に2種類のタンパク質（アクチンとミオシン）でできた筋細糸からな





## Q37 血液細胞の種類と鑑別点

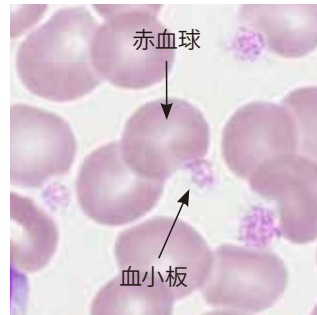
- 末梢血液細胞には赤血球、白血球、血小板がある。
- 白血球には顆粒球、単球、リンパ球がある。
- 顆粒球は特殊顆粒の染色性により好中球、好酸球、好塩基球に分ける。

◆血液細胞の観察には、血液や骨髓液をスライドガラス上に滴下し薄く広げた<sup>とまつ</sup>塗抹標本 smear が広く用いられる。塗抹標本はアルコールで固定し、メチレン青やエオジンなどの混合染色液で染色する。**ギムザ染色** Giemsa stain, **メイ・グリュンワルド・ギムザ染色** May-Grünwald-Giemsa stain, **ライト・ギムザ染色** Wright-Giemsa stain がよく用いられる。

|          |                    |  |
|----------|--------------------|--|
| 染色性を示す用語 | 好塩基性 basophilia    | 塩基性色素（メチレン青など）に親和性を示す。濃青色／濃紫色を呈する。         |
|          | 好酸性 acidophilia    | エオジン好性ともいう。酸性色素のエオジンに親和性を示す。ピンク／オレンジ色を呈する。 |
|          | 好中性 neutrophilia   | サーモンピンク／薄紫色（ライラック色）を呈する。                   |
|          | アズール好性 azurophilia | 赤紫色を呈する。                                   |

1) **赤血球** erythrocyte, red blood cell（女性  $3.5 \sim 5 \times 10^6 / \mu\text{L}$ , 男性  $4 \sim 5.5 \times 10^6 / \mu\text{L}$ ）

◆直径約  $7 \sim 7.5 \mu\text{m}$  の無核細胞で、両面がくぼんだ円盤形を呈する。肺で取り込まれた酸素は赤血球内のヘモグロビンに結合し、赤血球とともに全身へ送られる。酸化ヘモグロビンは鮮紅色を呈し、肉眼でも個々の細胞は橙黄色に見える。



2) **白血球** leukocyte, white blood cell ( $3500 \sim 9000 / \mu\text{L}$ )

①**顆粒球** granulocyte：細胞質に特殊顆粒を持つ血球で、特殊顆粒の染色性から好中球、好酸球、好塩基球に分類される。

◆**好中球** neutrophilic granulocyte は末梢血の白血球のうち最も多い。核は分葉状（**分葉核白血球** segmented cell）ないし馬蹄形（**杆状核白血球** stab cell）を呈する。特殊顆粒は好中性で、はっきり見えない。他にライソソームの一種である**アズール顆粒** azurophil granule を認める。活発な食作用を有し、炎症局所で細菌などを貪食する。

◆**好酸球** eosinophilic granulocyte は末梢血の白血球の  $2 \sim 4\%$  を占める。好酸性色素に染まる大型球状の特殊顆粒が細胞質に充満している。核は二分葉のものが多く。抗原抗体複合体の食作用も持つが、寄生虫に対する防御作用や、花粉症・気管支喘息などのアレルギー反応に関与すると考えられている。

◆**好塩基球** basophilic granulocyte は末梢血の白血球のうち最も少なく、 $0 \sim 1\%$  を占めるにすぎない。核は二分葉であるが、細胞質には好塩基性の大型特殊顆粒が多数存在するため、形態がわかりにくい場合が多い。特殊顆粒はヒスタミンやヘパリンを含

み、形態的にも結合組織の肥満細胞に類似する。両者は骨髓における共通の前駆細胞に起源を持つと考えられているが、その関係については不明な点が多い。

②**単球** monocyte

◆末梢血の白血球の  $3 \sim 7\%$  を占める。白血球中最大の細胞で、馬蹄形や腎形の核を有する。核クロマチンが繊細な網目構造を呈しているのが特徴である。細胞質は淡い紫・青色ですりガラス状を呈し、アズール顆粒が認められる。運動性が高く、組織損傷や微生物感染などが起こると血管外へ遊走し、**マクロファージ**（大食細胞）に分化する。マクロファージは高い貪食能を持ち、組織片や異物を分解処理する。

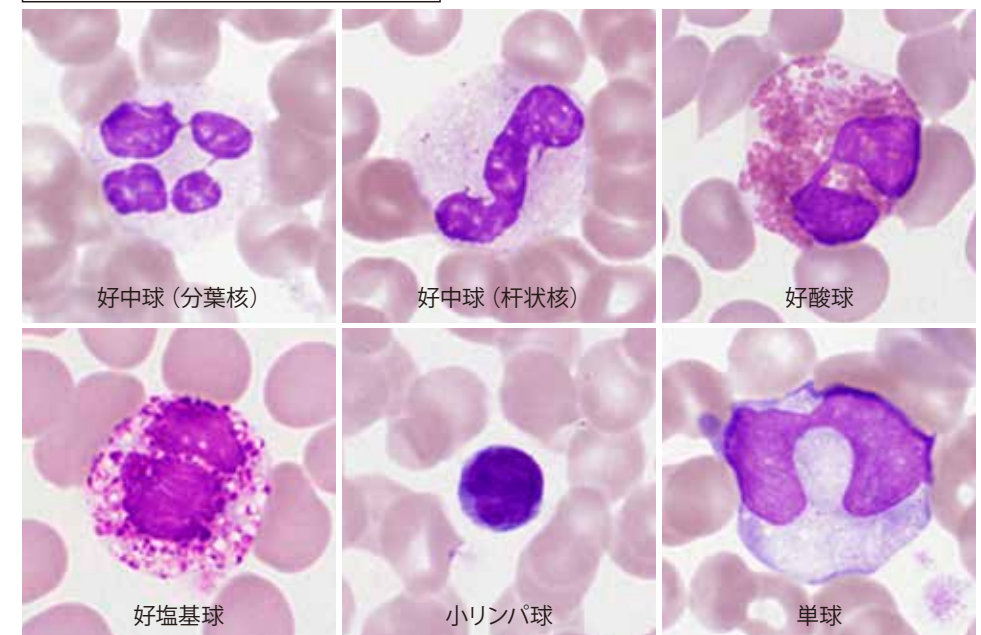
③**リンパ球** lymphocyte

◆末梢血の白血球の  $20 \sim 24\%$  を占め、大きさにより大・小リンパ球に分類される。**小リンパ球** は赤血球とほぼ同じ大きさで、球形の暗い小さな核（ときに切れ込みがみられる）と狭い細胞質を持つ。**大リンパ球** は小リンパ球よりも細胞質の量が多く、大型で、細胞質にも少数のアズール顆粒が認められるため、大型顆粒リンパ球とも呼ばれる。リンパ球は体液性免疫および細胞性免疫に関与する。

3) **血小板** blood platelet ( $15 \sim 35 \times 10^4 / \mu\text{L}$ )

◆骨髓で巨核球の細胞質の一部がちぎれてできる。赤血球の約  $1/4$  の大きさで、好塩基性の顆粒状構造（アズール顆粒）とそれを取り巻く透明な部分からなる。核はなく、細胞というよりも細胞成分である。損傷した血管の修復や血液凝固に関与し、塗抹標本では凝集していることがある。血小板の顆粒には血液凝固因子のほか、セロトニン、ATP、血小板由来成長因子 platelet-derived growth factor ; PDGF などが含まれている。

血液の塗抹標本（ライト・ギムザ染色）



①腸腺（陰窩 crypt あるいはリーベルキューン腺 crypt of Lieberkühn gland）

絨毛上皮から連続した上皮が固有層に陥入して作る浅い腺。陰窩の上皮には、腸上皮の幹細胞、未分化な吸収上皮細胞のほか、パネート細胞や少数の消化管ホルモン分泌細胞が含まれる。パネート細胞 Paneth cell は、管腔側の細胞質に強い好酸性を示す粗大顆粒を含む細胞で、通常陰窩の基底部に数個まとまって存在する。顆粒中には細菌の細胞壁を破壊するリゾチームや抗微生物ペプチドのディフェンシンが含まれている。

②十二指腸腺 duodenal gland またはブルネル腺 Brunner's gland

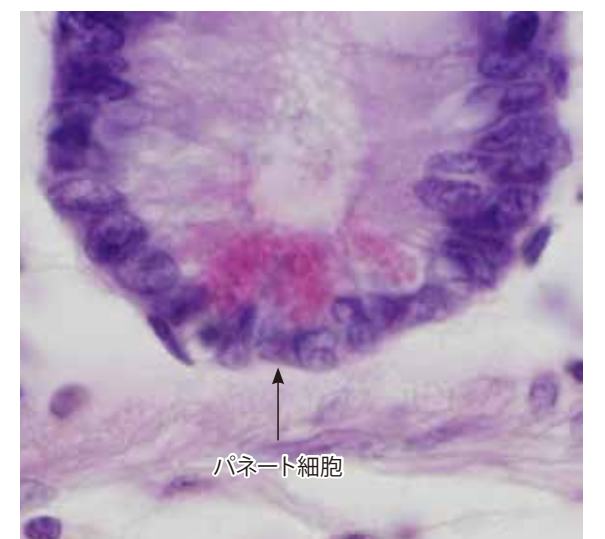
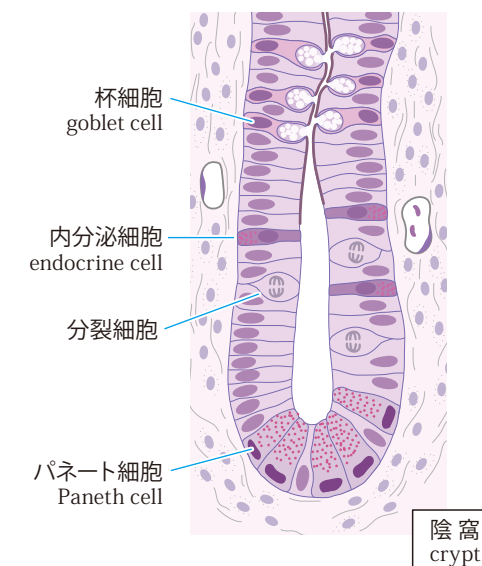
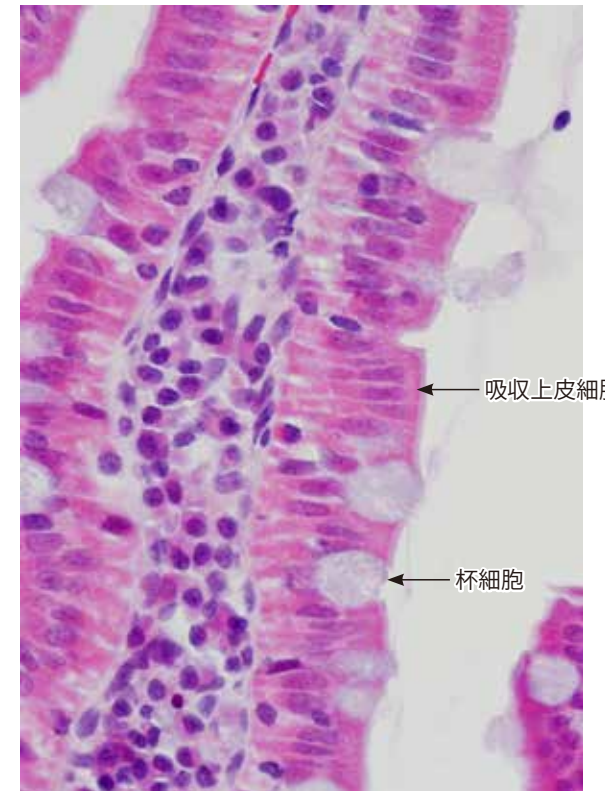
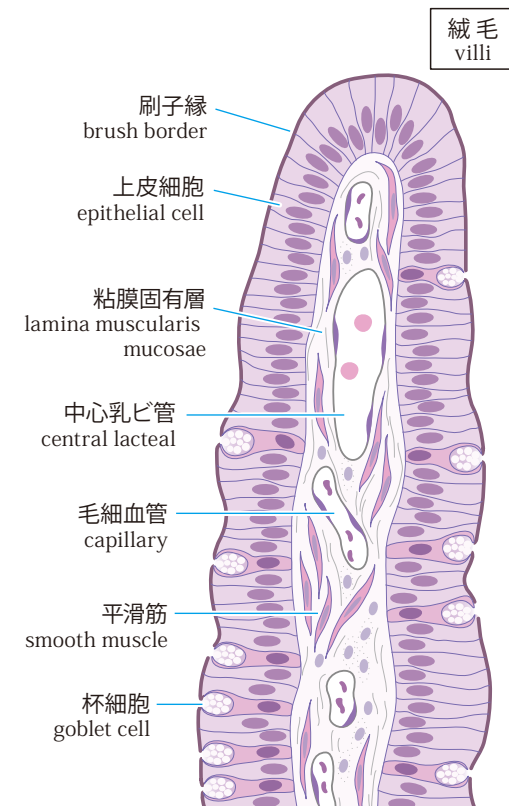
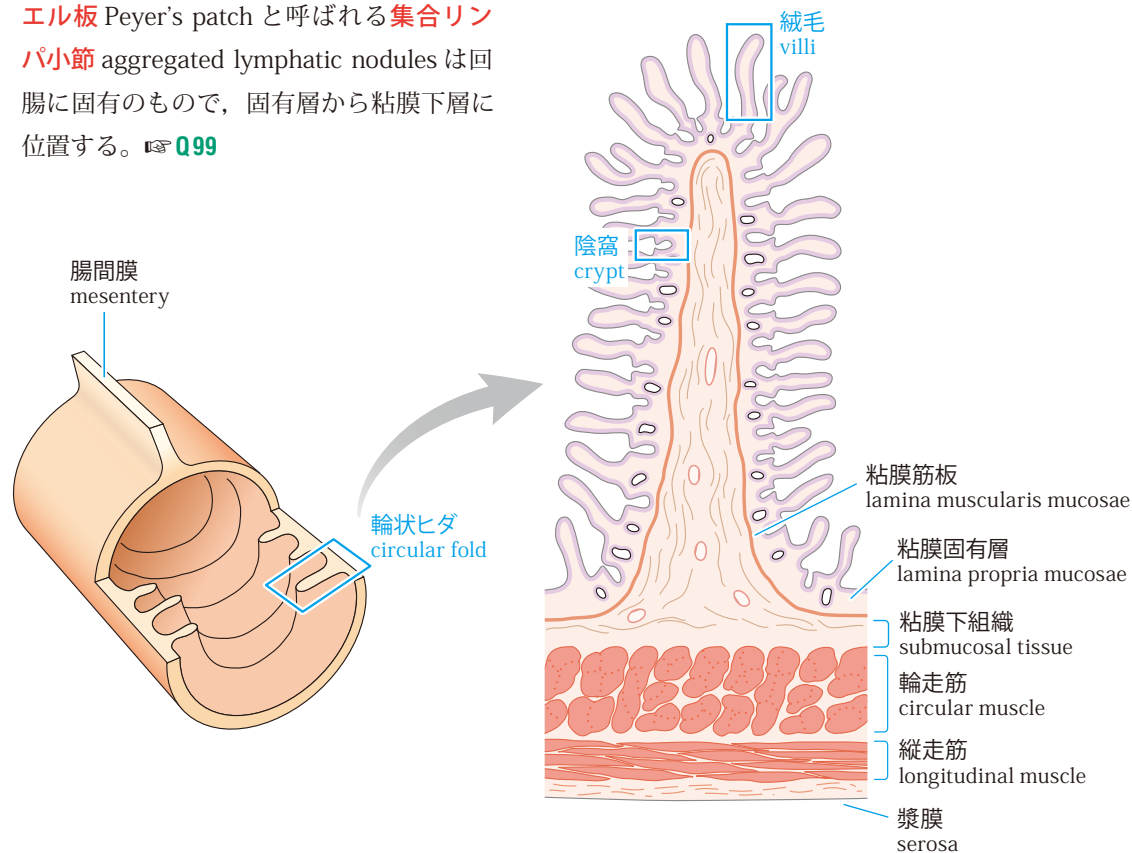
十二指腸に固有の粘液腺であり、空腸や回腸には認められない。固有層ばかりでなく粘膜下層にも存在する。分泌液はアルカリ性で、胃から送られてきた酸を腓液とともに短時間のうちに中和して上皮を保護し、腓液中の消化酵素が働ける pH 環境を作り出す。

③中心乳び管・毛細血管網

上皮細胞が吸収した栄養素を取り込む。中心乳び管 central lacteal はリンパ管であり、脂質を運ぶ。毛細血管網には糖やアミノ酸が入り、門脈を経て肝臓に至る。この部位の血管は有窓性である。

④リンパ性組織

固有層にリンパ浸潤が頻繁に認められるほか、固有層から粘膜下層にかけて孤立リンパ小節 lymph nodule がみられる。パイエル板 Peyer's patch と呼ばれる集合リンパ小節 aggregated lymphatic nodules は回腸に固有のもので、固有層から粘膜下層に位置する。Q99



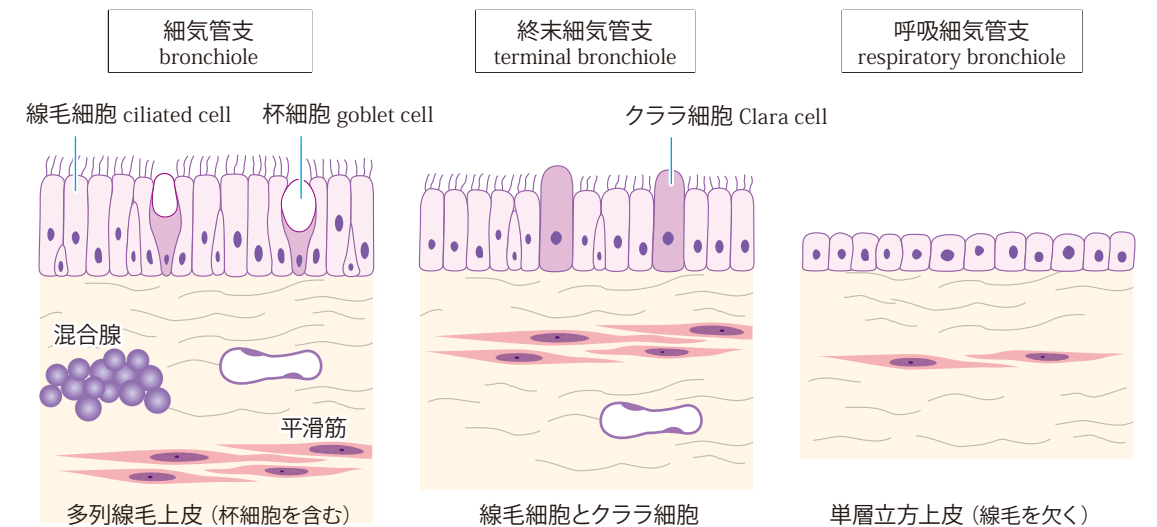
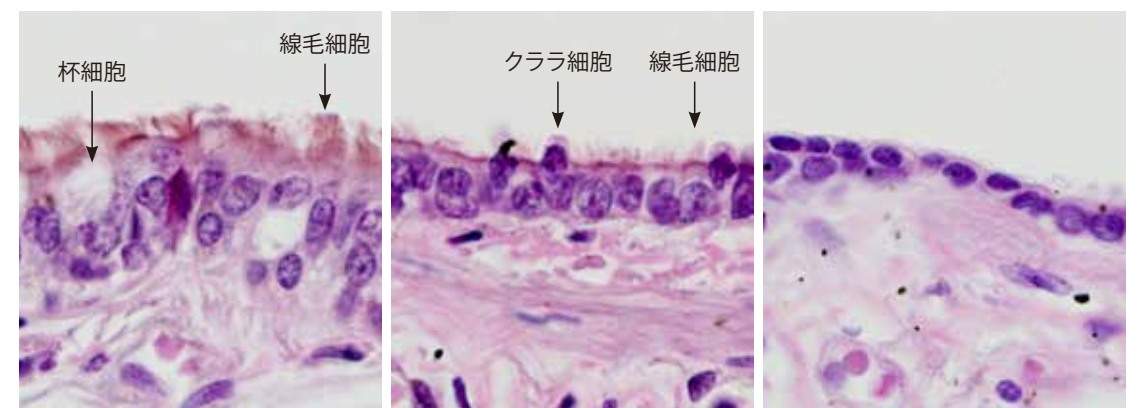
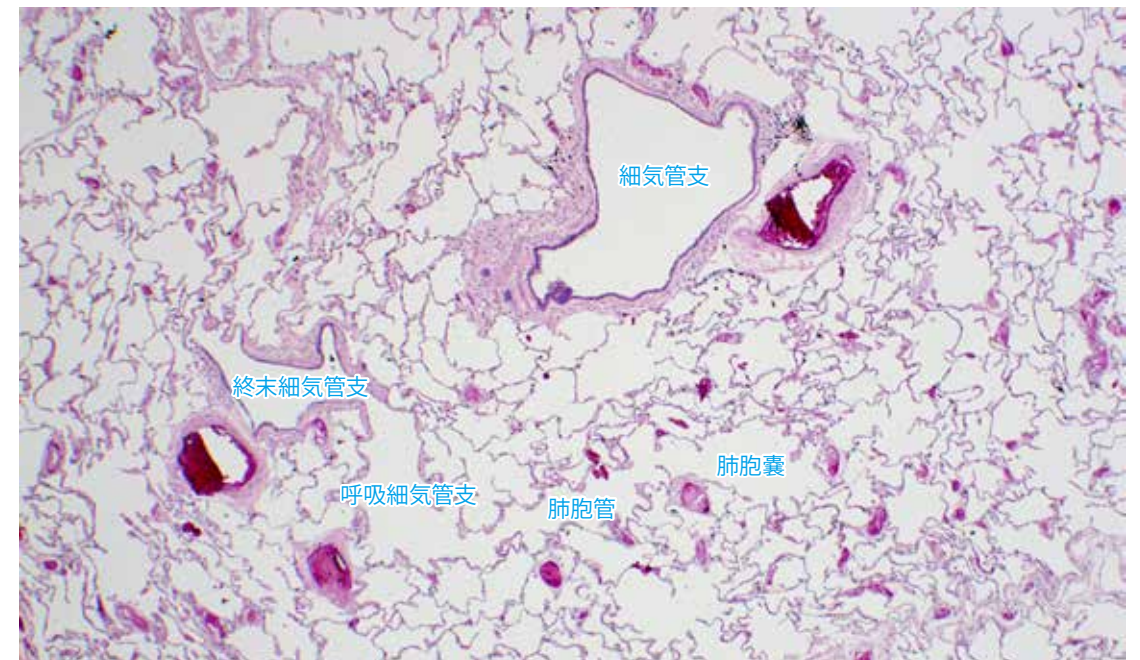
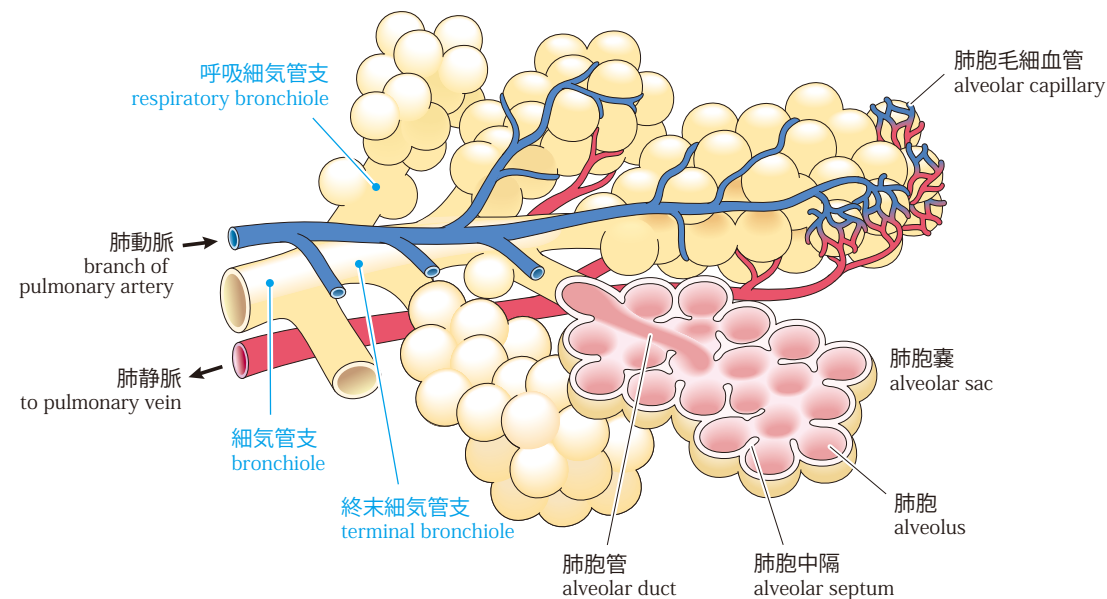
**消化管上皮の細胞分化** 陰窩の上皮のうち腺底部に近い部分では細胞分裂が盛んで、ここで分裂・増殖した細胞が吸収上皮細胞あるいは杯細胞に分化し、絨毛の先端に向かって移動していく。一般に胃から大腸までの上皮はこのように一定の場所で新生し、2～4日の寿命しかない。小腸の場合、死んだ細胞は絨毛の先端で抜け落ちる。



## 気管支から肺胞まで

- 気管の基本構造は直径 1 mm ほどの細い気管支まで保たれる。
- 細気管支からは上皮組織の構成が変化してゆくことに注意。

- ◆ 気管は左右に二分し**気管支** bronchus となる。気管支は肺門から肺に入り、分岐して次第に細い気管支となる。径の大小にかかわらず、肺内気管支の組織構築は気管と似ている。上皮は多列線毛上皮であり、固有層には粘液腺あるいは混合腺がみられる。
- ◆ 肺内気管支が気管と異なる点は、① C 字型の軟骨が次第に分断され不整形となって気管支を取り巻く、② 上皮がヒダをつくる、③ 平滑筋が管壁を取り巻くように上皮と軟骨の間にみられるようになる、などである。
- ◆ 気管支は必ず二分しながら枝を増してゆくが、分岐が何回起こるかについては報告によって異なる。ある報告では十数回の分岐後、直径 1 mm ほどになるという。直径 1 mm 以下になると、軟骨や腺がみられなくなる。上皮も多列線毛上皮の形態をとらなくなり、杯細胞と単層の線毛円柱上皮からなる。このような部分を**細気管支** bronchiole と呼ぶ。細気管支の上皮下には平滑筋層がみられる。
- ◆ 細気管支は直径 0.2mm 前後の 5 ～ 6 本の**終末細気管支** terminal bronchiole に分かれ、さらに数本の**呼吸細気管支** respiratory bronchiole となる。終末細気管支の上皮は、背の低い単層の線毛細胞と、線毛を持たない大型の**クララ細胞** Clara cell (クラブ細胞 club cell と呼ばれる) からなる。クララ細胞は電子顕微鏡で高電子密度の分泌顆粒が見られ、**サーファクタント** (表面活性物質) を分泌するほか、気道上皮の再生、免疫などに関わるとされている。
- ◆ 呼吸細気管支は線毛を持たない立方上皮となり、ところどころに**肺胞** alveolus が開口する。呼吸細気管支は多数の肺胞からなる**肺胞管** alveolar duct に続き、その先は**肺胞嚢** alveolar sac と呼ばれる袋状の空間で終わる。





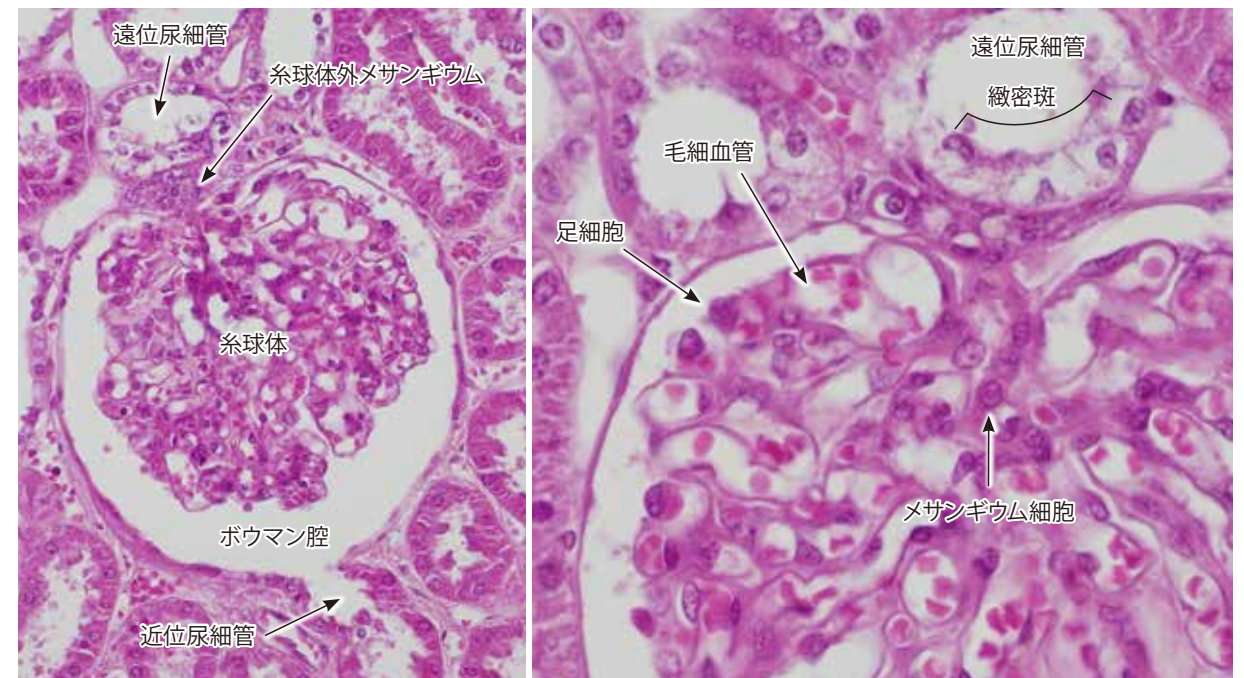
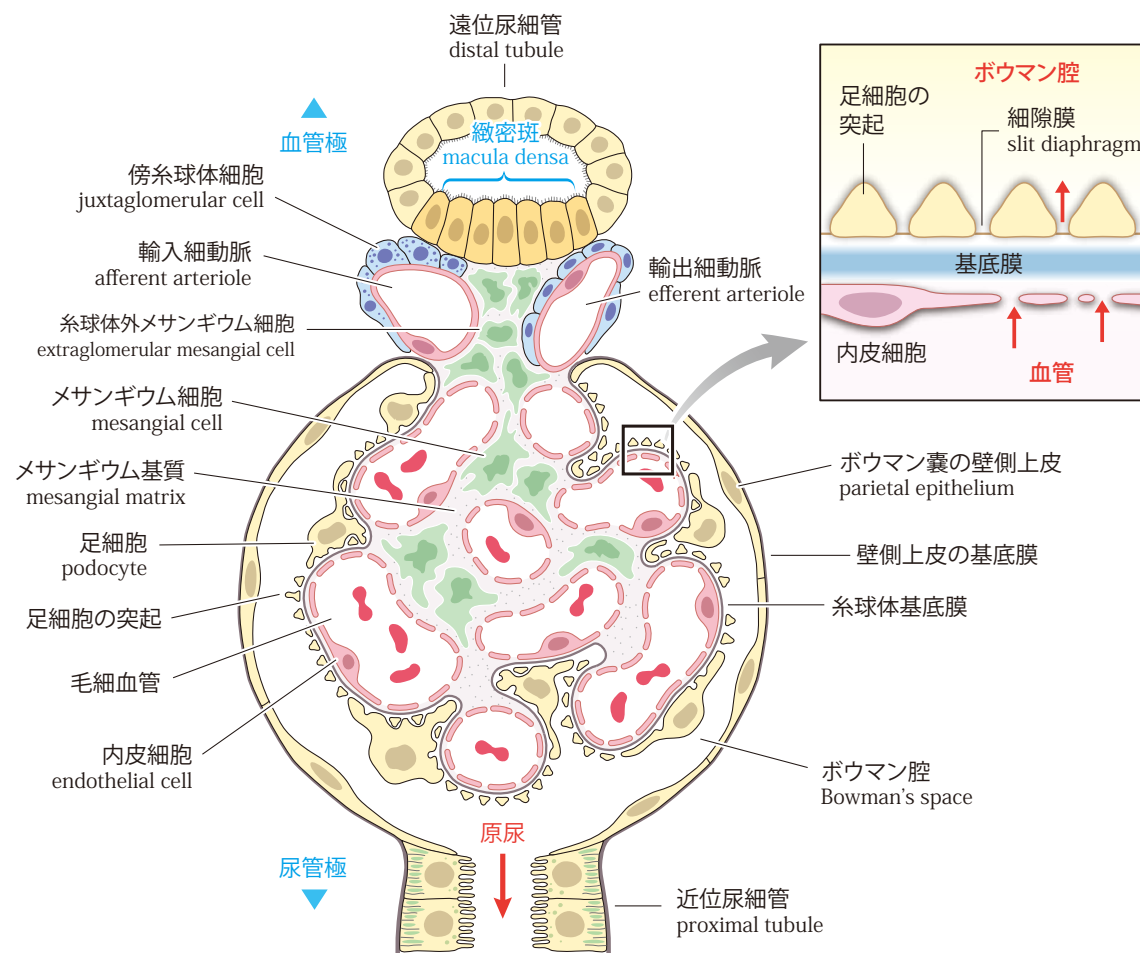
## Q70 腎小体の構造

- 糸球体を構成する細胞は内皮細胞、足細胞、メサンギウム細胞である。
- 糸球体における選択的濾過を可能にする微細構造を理解する。

◆**腎小体** renal corpuscle は、**糸球体** glomerulus と **ボウマン嚢**<sup>のう</sup> Bowman's capsule からなる球状の構造で、皮質に局在する。腎小体に分布する 1 本の輸入細動脈はボウマン嚢内で複雑に分岐し、多数の毛細血管からなる塊を作る。これが糸球体である。その遠位端は 1 本の輸出細動脈となり腎小体から出てゆく。糸球体では血漿が濾過され原尿となる。原尿はボウマン嚢の内腔（ボウマン腔）に入り、尿管へと流れる。

### 1) 糸球体

◆糸球体を構成する毛細血管は有窓性であり、その外側には厚い基底膜を伴っている。毛細血管の間にはメサンギウム細胞という一種の血管周囲細胞があり、<sup>こうげん</sup> 膠原線維を分泌して毛細血管どうしを固定する疎性結合組織を作る。基底膜の外側は足細胞の突起によって、すき間なく覆われている。このように、糸球体は毛細血管、メサンギウム細胞、足細胞で構成される。



#### ①毛細血管

◆糸球体毛細血管は、直径 70 ～ 90 nm という大きな窓を多数備えた内皮細胞で作られる。他の組織の有窓性の内皮にみられる横隔もなく、物質の透過に適した構造となっている。しかし、血球がここを通過することはない。

#### ②糸球体基底膜 glomerular basement membrane

◆足細胞の基底膜と内皮細胞の基底膜が合わさったものである。電子顕微鏡では、内皮に接する内透明層と緻密層、および足細胞に接する外透明層が区別できる。内透明層はヘパラン硫酸などのプロテオグリカンが多く含み、荷電の強い血漿分子の透過に対する障壁となっている。緻密層は他の基底膜と同様IV型コラーゲンを主体とする。

◆基底膜は、分子量約 6 万以上または 3.6 nm 以上の分子を透過させない。したがって、血中のアルブミン（分子量約 67000）は、原尿中にはほとんど含まれない。

#### ③メサンギウム細胞 mesangial cell

◆線維芽細胞のように膠原線維を分泌して間質（**メサンギウム基質** mesangial matrix）を作る。この領域は H-E 染色でははっきりしないが、アザン染色では青に染まる。

◆メサンギウム細胞は細胞質中に収縮タンパクを持ち、糸球体濾過率の調節に関与している。アンギオテンシンⅡはメサンギウム細胞を収縮させ、心房性ナトリウム利尿ペプチドは弛緩させる。メサンギウム細胞の増殖やメサンギウム基質の増加は、糸球体機能障害の指標となる。

#### ④足細胞 podocyte

◆ボウマン嚢の 2 層の上皮のうち、臓側の上皮細胞である。足細胞は多数の一次細胞質突起およびこれからさらに分岐する無数の二次突起を出し、これによって実際はすべての毛細血管を覆っていると考えられる。



## Q90 副腎皮質と副腎髄質

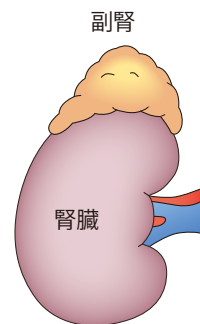
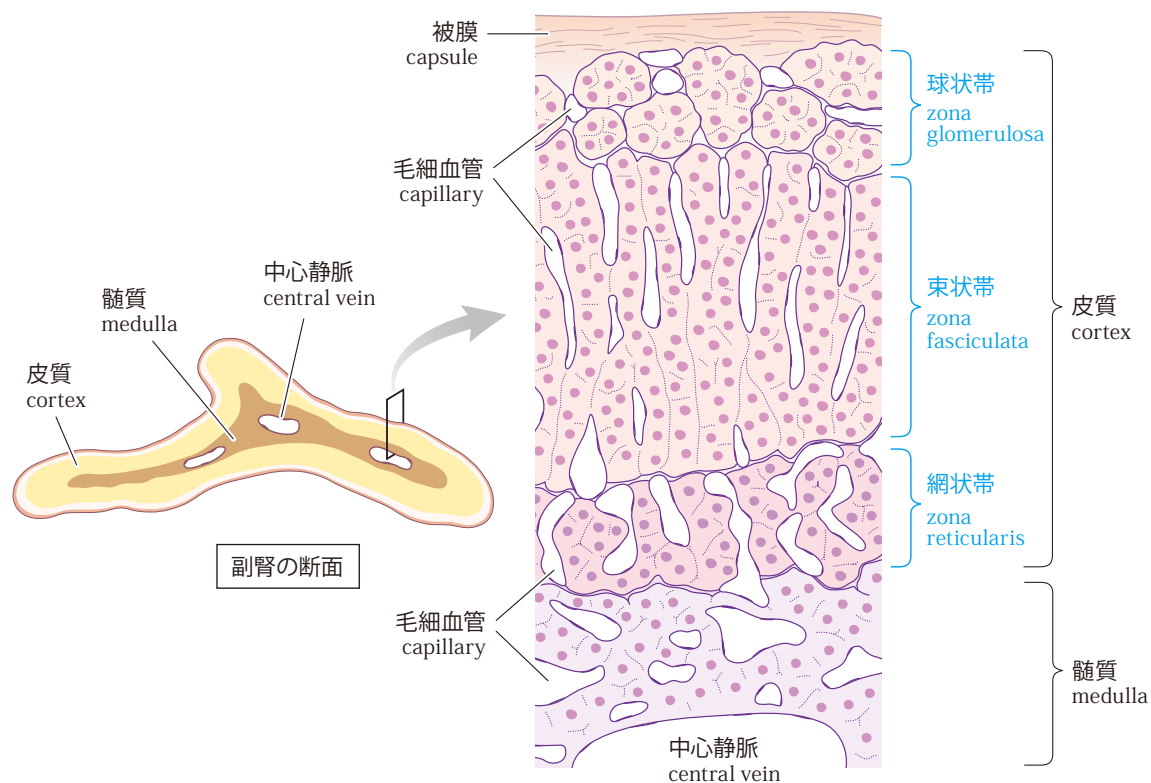
- 副腎は発生、機能の異なる皮質と髄質からなる。
- 皮質はステロイドホルモン、髄質はカテコールアミンおよびペプチドホルモンを産生する。

### 1) 皮質 cortex

- ◆中胚葉由来で、ステロイドホルモン産生組織である。皮質細胞はステロイドホルモン産生細胞としての形態的特徴を持つ。すなわち滑面小胞体、ミトコンドリア（小管状、小胞状のクリスタを持つ）、脂肪小滴（ステロイドホルモンの原料となるコレステロールを含む）の発達が認められる。
- ◆副腎皮質は、細胞の配列状態から次の3層に区別される。

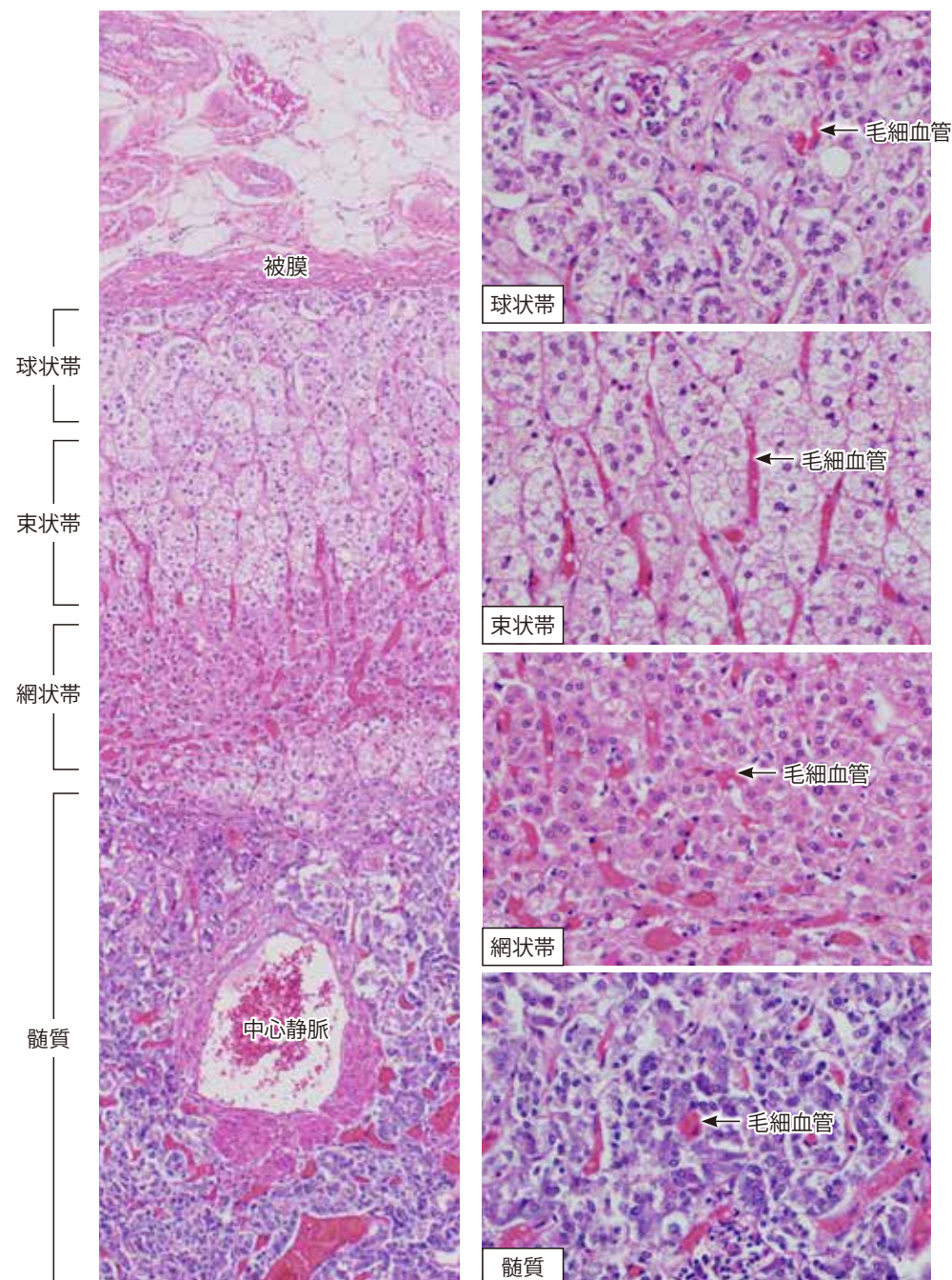
#### ①球状帯 zona glomerulosa

被膜直下。皮質細胞が球状の細胞塊を形成している。皮質のおよそ15%を占める。細胞は多くの滑面小胞体、複数のゴルジ装置、大型のミトコンドリアを含む。球状帯は電解質コルチコイド mineralocorticoid（アルドステロン aldosterone）を分泌する。アルドステロンは腎臓の遠位尿細管、胃腺、唾液腺などで $\text{Na}^+$ の再吸収を促進する。アルドステロンの分泌は主にアンギオテンシンⅡにより促進される。

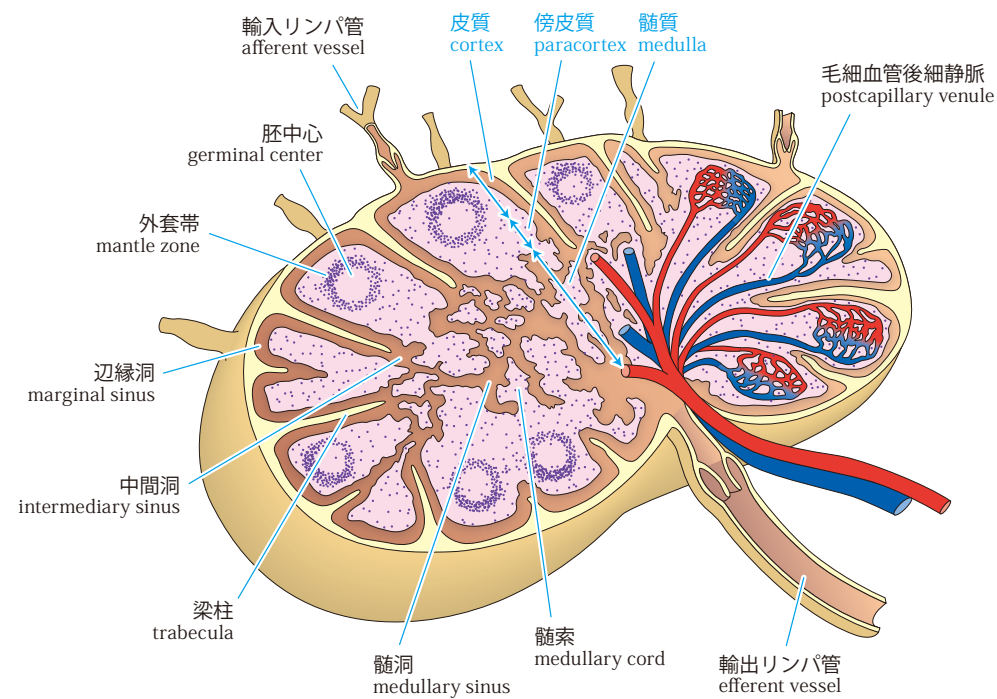


#### ②束状帯 zona fasciculata

球状帯の内側の層。比較的大型の皮質細胞が髄質に向かう有窓型毛細血管にはさまれた細胞索を形成している。束状帯は、下垂体から分泌される副腎皮質刺激ホルモンの制御下に、糖質コルチコイド glucocorticoid（コルチゾール cortisol）を分泌する。糖質コルチコイドは脂肪分解を促進し、糖新生を刺激する。また免疫系を抑制し、炎症反応を抑える。







### 1) リンパ液の流れ

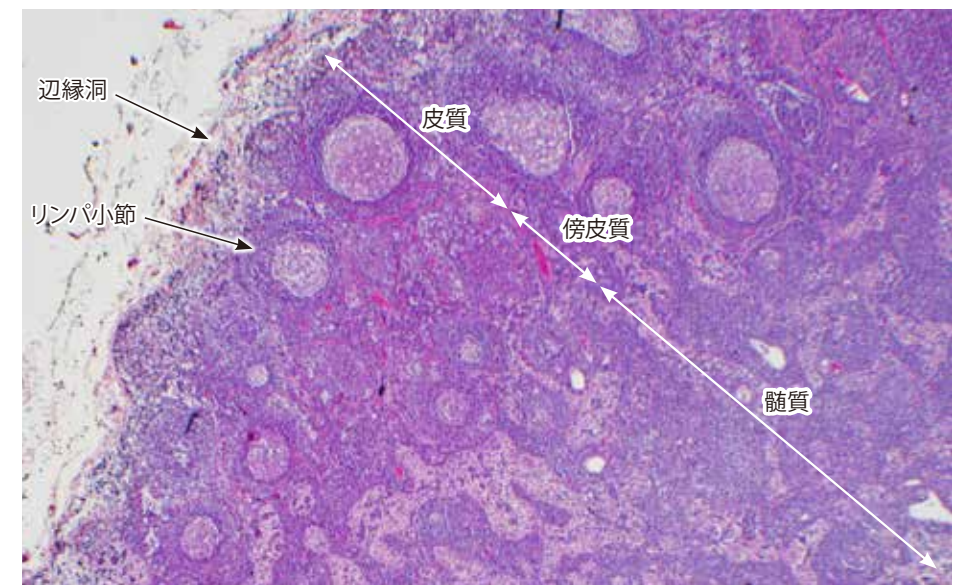
- ◆ 輸入リンパ管から被膜直下の**辺縁洞** marginal sinus に入ったリンパ液は、梁柱のわきの**中間洞** intermediary sinus を経て髄質の**髄洞** medullary sinus に流れ込む。髄質は、髄洞とそれに囲まれた索状の実質組織である**髄索** medullary cord からなる。髄洞の内腔には疎な細網線維の網目がみられ、表面は細網細胞が覆っている。洞内皮は1層の扁平な細胞（沿岸細胞）で構成されているが、細網細胞を含めて数種類の細胞からなるという。
- ◆ 髄洞のリンパ液は、リンパ節の門にある**輸出リンパ管** efferent vessel を経てリンパ節の外に出る。

### 2) 血液の流れ

- ◆ リンパ節の門から入った動脈は細動脈となり、髄質から皮質に至る。リンパ小節の毛細血管は集合して**毛細血管後細静脈** postcapillary venule ; **PCV** となり傍皮質を流れたのち、静脈となって門から出る。
- ◆ 毛細血管後細静脈は丈の高い内皮で覆われているのが特徴である。リンパ球はこの内皮細胞の表面に存在する特殊な接着分子を認識することにより、毛細血管後細静脈からリンパ節の実質に入り込む。
- ◆ リンパ節に存在するリンパ球の多くは、血行性にリンパ節に入り込んだものである。皮質と髄質にはBリンパ球が、傍皮質にはTリンパ球が多く分布している。

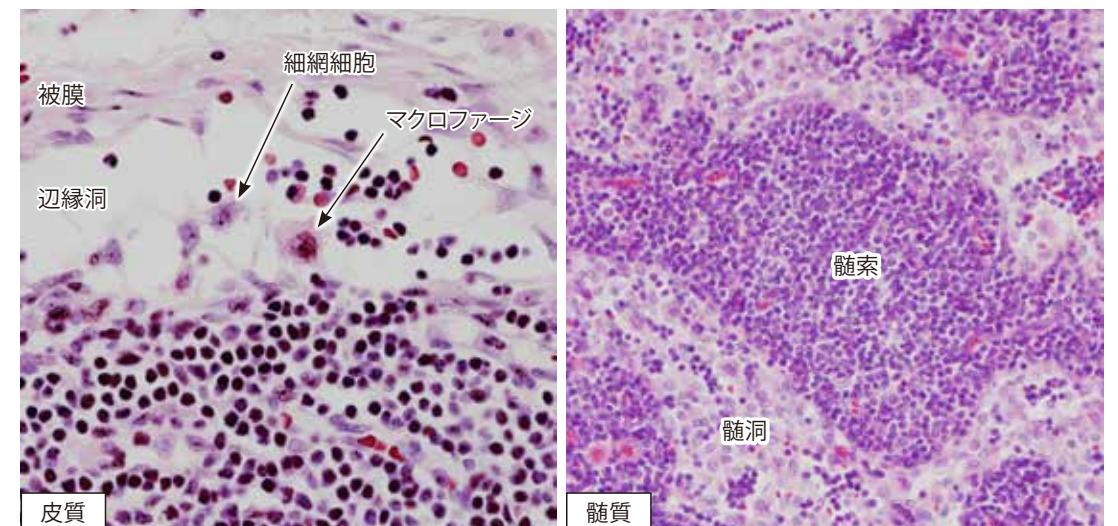
### 3) リンパ節における抗原提示

- ◆ リンパ節内には多数のマクロファージのほか、**樹状細胞** dendritic cell と呼ばれるリ




ンパ球の分化・機能調節に重要な働きをする細胞群が存在する。樹状細胞はリンパ組織をはじめ全身の組織に広く分布している**抗原提示細胞** antigen-presenting cell で、組織内で樹状ないし樹枝状の形態を呈することからこの名がある。抗原提示とは、食作用や飲作用によって捕らえた抗原をリンパ球に提示する働きをいう。樹状細胞は抗原提示を主な機能とする細胞であり、食作用を主な機能とするマクロファージとは区別される。

- ◆ 特殊な領域に認められる樹状細胞として、リンパ小節（リンパ濾胞）の**濾胞樹状細胞** follicular dendritic cell, 皮膚の**ランゲルハンス細胞** Langerhans cell, リンパ節や胸腺の**かみ合い細胞** interdigitating cell, 輸入リンパ管の**ヴェール細胞** veiled cell などが知られている。これらの多くは骨髄に起源を持つと考えられている。



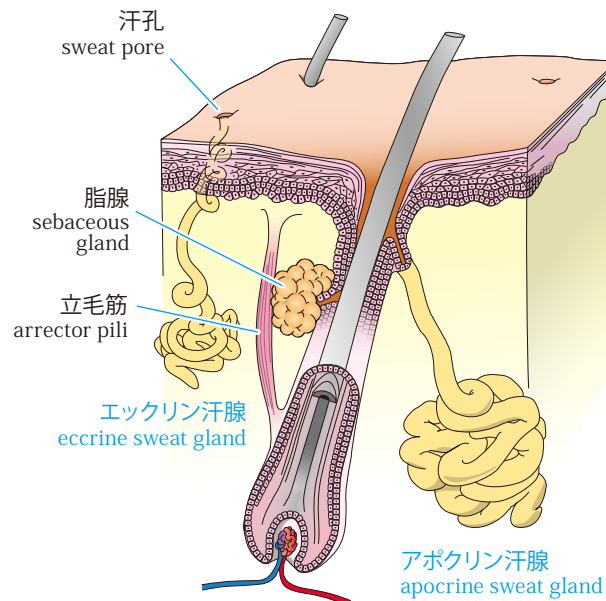


- ◆ 脂腺の分泌様式は**ホロクリン分泌** holocrine secretion (**全分泌**  **Q24**) と呼ばれる。すなわち腺細胞が導管に近づくにつれ核は濃縮し、脂肪小滴は融合して大型化する。やがて自壊した細胞は、その脂肪とともに導管を経て体表に分泌される。脂腺は毛と立毛筋の間にはさまれており、**交感神経の興奮により立毛筋** arrector pili の収縮が起きると脂腺の内容物が絞り出される。

## 2) 汗腺 sweat gland

### ① エククリン汗腺 eccrine sweat gland

- ◆ 大部分の皮膚にみられ、発汗により体温調節を行う。単一管状腺で、終末部は真皮深部でとぐろを巻いている。導管は表層に向かって上行し、表皮を貫いて体表に開口する。終末部上皮は表層細胞(暗調細胞)と基底細胞(明調細胞)からなる。表層細胞は分泌顆粒を持ち、粘液多糖類を分泌する。基底細胞には基底陥入の発達や細胞間細管の形成がみられ、水分や電解質の分泌に関与する。
- ◆ 基底細胞の外側には**筋上皮細胞** myo-epithelial cell が存在する。汗腺の終末部の筋上皮細胞は紡錘形で、腺管に沿って平行にラセン状に配列しており、唾液腺などの外分泌腺にみられる細胞(星状ないしカゴ状に突起を伸ばして終末部を囲む)とは形状が異なる。筋上皮細胞は平滑筋と同様の収縮タンパクを持つ上皮性の細胞で、その収縮により汗腺の分泌物が絞り出される。導管は2層の暗調細胞により構成されている。



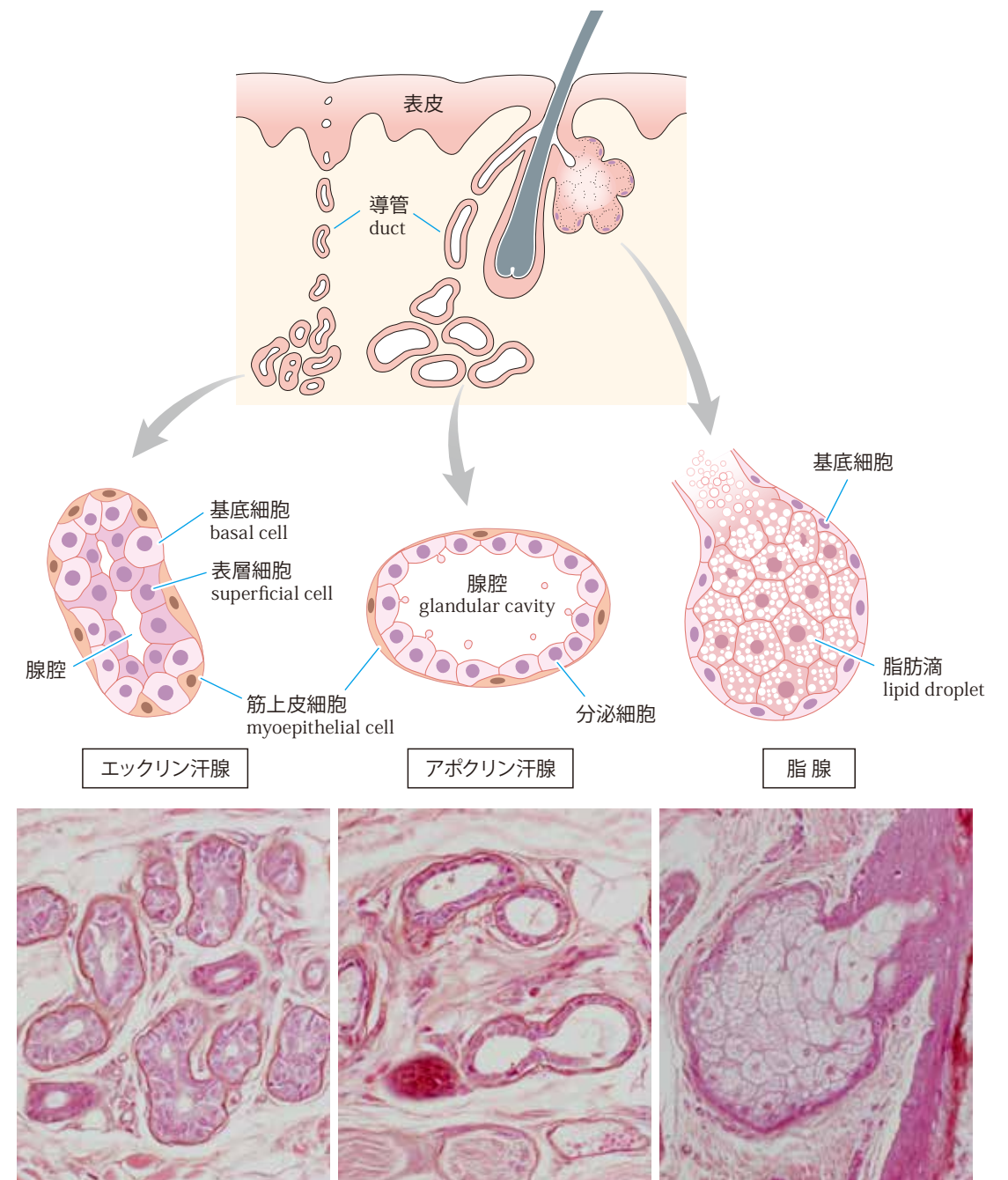
### ② アポクリン汗腺 apocrine sweat gland

- ◆ 特殊な部位の皮膚にのみ存在する汗腺で、**腋窩腺** <sup>えき か</sup>、**乳輪腺** <sup>しゅうろう</sup>、**耳道腺**、**睫毛腺** などがある。その分泌機能は性ホルモンの影響を強く受ける。分泌物はエククリン汗腺のそれより粘稠で、細菌などにより分解されると異臭を生じる。
- ◆ 終末部はエククリン汗腺に比べ大型で、腺腔も広い。腺腔の大きさや腺細胞の丈は分泌機能状態に伴って変化する。エククリン汗腺とは異なり腺細胞は1種類で、エオジンに強く染まる細胞質を持ち、頂部の自由表面には小さな突起状の構造が多数みら

**酸外套 acid mantle (表皮脂肪膜 surface lipid film)** 脂腺から分泌された皮脂、エククリン汗腺からの分泌物、角質層の分解産物の混合物は、皮膚の表面で弱酸性の乳液状被膜を形成する。この被膜を酸外套あるいは表皮脂肪膜と呼び、水や毒物に対するバリアーとして働くと同時に、酸性の性状によって、アルカリ性化学物質に対する中和作用や抗細菌・抗真菌作用を発揮する。

れる。これは分泌物を包んだ細胞質が細胞からちぎれて離れようとしているところと考えられたため、大汗腺をアポクリン汗腺と呼ぶことになった。しかしながら、アポクリン汗腺も開口分泌による分泌が主であることが明らかにされている。

- ◆ 導管は2層の上皮細胞からなり、毛包に開口する。腺細胞の基底側には、エククリン汗腺と同様の形態的特徴を有する筋上皮細胞が存在する。





## Q112 小脳の組織構造

- 小脳皮質は分子層、神経細胞層、顆粒層に区別される。
- プルキンエ細胞は大型の神経細胞で、その樹状突起は分子層に、軸索突起は髄質に向かって伸びる。

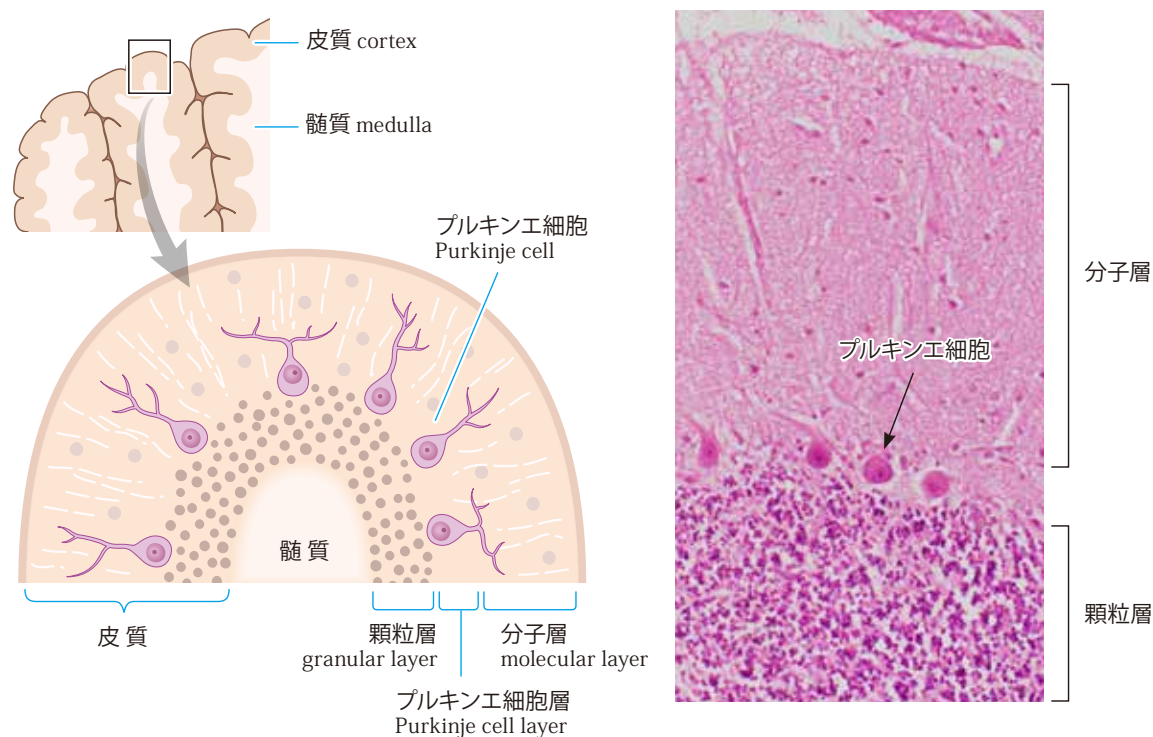
◆**小脳** cerebellum も大脳と同様、表層の皮質（灰白質）と内部の髄質（白質）からなり、髄質には小脳核が存在する。

### 1) 皮質

- ①**分子層** molecular layer：星細胞、カゴ細胞などの小型の神経細胞と神経膠細胞が存在する。通常の H-E 染色標本でこれらの細胞を鑑別することはできない。分子層にはプルキンエ細胞の樹状突起、顆粒細胞の神経突起が伸びている。
- ②**プルキンエ細胞層** Purkinje cell layer：**プルキンエ細胞** Purkinje cell（大型の神経細胞）の細胞体が存在する。プルキンエ細胞の軸索突起は小脳核まで伸びている。
- ③**顆粒層** granular layer：**顆粒細胞** granule cell の球状・小型の細胞体が集合し、H-E 染色ではヘマトキシリンに濃染して見える。

### 2) 髄質

有髄神経線維束と、その間に介在する神経膠細胞からなる。**歯状核** dentate nucleus, **球状核** globose nucleus, **栓状核** emboliform nucleus, **室頂核** fastigial nucleus の4つの**小脳核** cerebellar nuclei が島状に散在する。☞ **Q110**

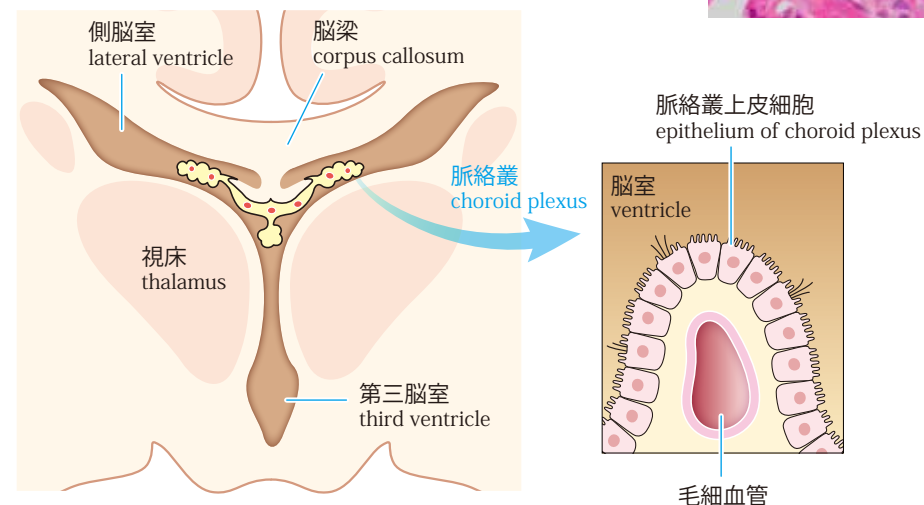
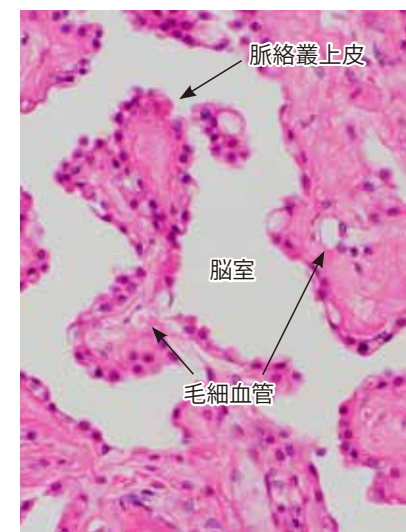


## Q113 脳室壁を構成する組織

- 脳室壁は上皮細胞に覆われ、脈絡叢で髄液が産生される。
- 脳室周囲器官の血管は血液-脳関門を欠いている。

### 1) 脳室

- ◆脳室系は、大脳半球の側脳室、間脳の第三脳室、脳幹の中脳水道と第四脳室、脊髓中心管により構成される。脳室壁は基本的に単層の**上衣細胞** ependymal cell により覆われている。
- ◆脳室内に**脈絡叢** choroid plexus という絨毛状の構造が突き出ている。脈絡叢は、上衣細胞が特殊に分化した単層立方上皮に覆われ、豊富な血管と少量の疎性結合組織で構成されている。脈絡叢は血液を濾過して脳脊髄液を産生する装置である。



### 2) 脳室周囲器官

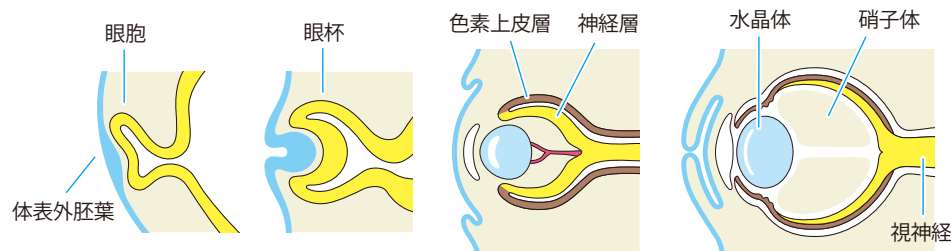
- ◆脳室の周囲を取り巻くように**脳室周囲器官** circumventricular organs と呼ばれる組織が点在する。脳室周囲器官としては下垂体後葉や松果体のほかに、終板器官、交連下器官、脳弓下器官、最後野、正中隆起などがあげられる。

**分泌細胞としての脈絡叢上皮** 脈絡叢上皮は脳脊髄液を産生するばかりでなく、甲状腺ホルモンの結合タンパクであるトランスサイレチンや、成長因子の1つである IGF-II などを産生して脳脊髄液中に分泌していることがわかった。

## Q120 網膜の層構造

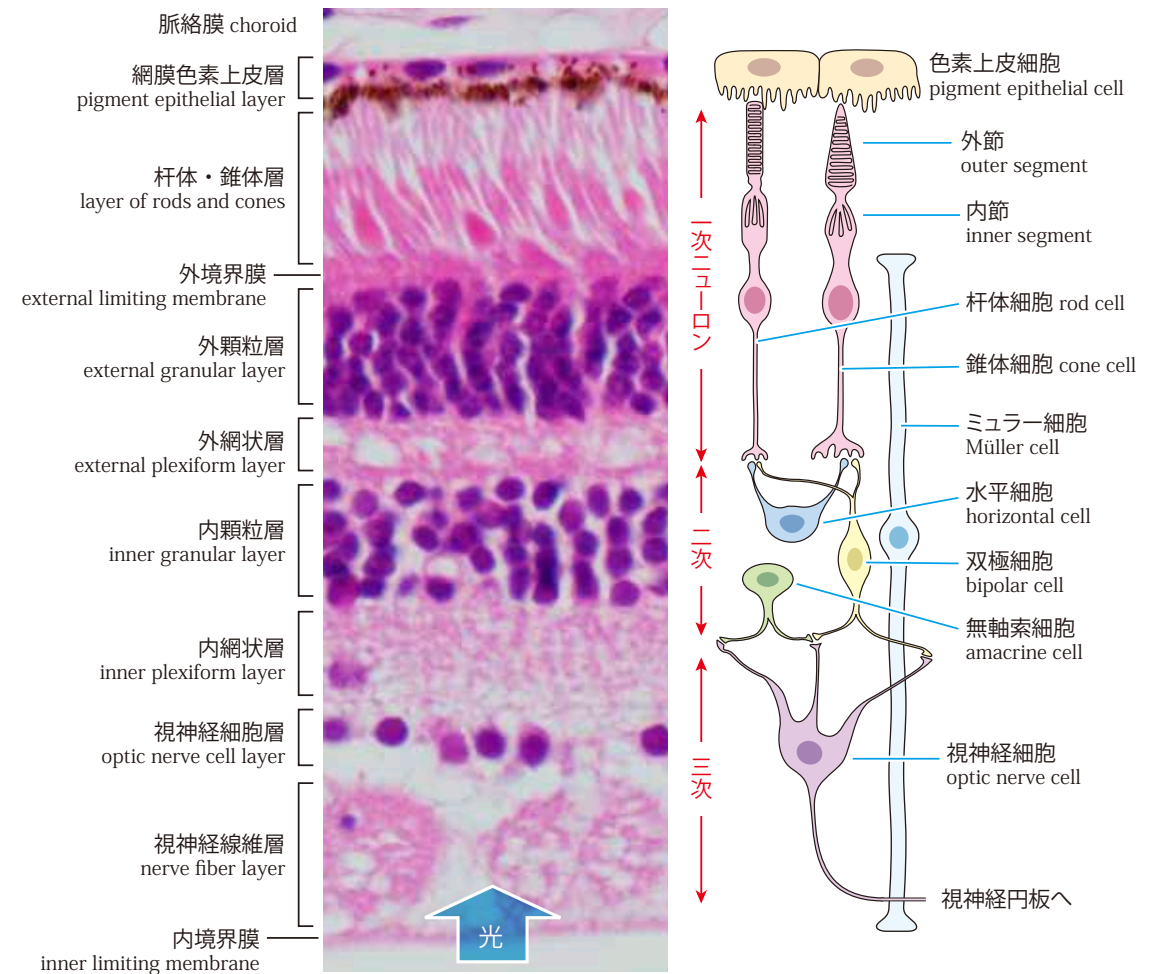
- 視部（神経網膜＝狭義の網膜）と盲部（虹彩部、毛様体部）がある。
- 光は⑩～③層を貫き、②層で受容される。

- ◆網膜 retina の大部分は光を受容する部位であり**網膜視部** optic part という。毛様体および虹彩の後部を覆う部分は光を感じず**網膜盲部** nonvisual retina という。
- ◆網膜は、間脳胞の突出部である**眼胞** optic vesicle から発生する。眼胞の中央部が陥凹して内外2層の上皮からなる**眼杯** optic cup が形成され、その内層は神経層、外層は色素上皮層に分化する。神経層は前端部には及ばないため網膜盲部が形成される。



- ◆網膜視部（神経網膜）は数種類の神経細胞と支持細胞、色素上皮細胞で構成され、大脳皮質と同様に高度に分化した層構造を示す。

- ①**網膜色素上皮層** pigment epithelial layer：脈絡膜に接する単層立方上皮層。上皮細胞はメラニン顆粒を豊富に含有する。メラニン色素の光吸収能により、網膜に入射する光の散乱を防止する。さらに、**視物質** visual substance およびビタミンAの代謝、レチノールの吸収、視細胞の老朽化した外節の処理などの重要な機能を持つ。
- ②**杆体・錐体層**：視細胞である**杆体細胞** rod cell、**錐体細胞** cone cell の外節が存在する。外節内には入射光に対して垂直に配列する外節円板という層板構造があり、視物質は外節円板上に局在している。
- ◆杆体細胞は光に敏感で、視野が暗いとき主に受容器として機能する。杆体細胞の視物質は**ロドプシン** rhodopsin で、色彩は受容しない。ロドプシン分子の合成にはレチナールが必要であり、ビタミンAの欠乏は暗所での視力を低下させる。
- ◆錐体細胞は長・中・短波長域の光に感受性のある3種類の視物質、**ヨドプシン** iodopsin を持っており、それぞれ赤・緑・青の3色の受容に関わっている。錐体細胞は形態的には1種類だが、3種の視物質のうちの1つを持っている。
- ③**外境界膜** external limiting membrane：**ミュラー細胞** Müller cell の接着帯が横に連続している部分で、光学顕微鏡では線状に見える。ミュラー細胞は神経膠細胞で、互いに接着帯で結合し網膜組織を支えるとともに、代謝調節などの役割を持つ。
- ④**外顆粒層** external granular layer：視細胞の細胞体（核周部）が存在する。
- ⑤**外網状層** external plexiform layer：視細胞の突起と双極細胞の樹状突起の終末が存在する。**双極細胞** bipolar cell は視細胞の入力を受け、視神経細胞へ伝達する。



- ⑥**内顆粒層** inner granular layer：双極細胞、ミュラー細胞の細胞体（核周部）が存在する。また、水平方向に突起を伸ばす2種類の細胞が存在する。**水平細胞** horizontal cell は横に数本の樹状突起を伸ばし、錐体細胞の突起とシナプスを形成する一方、その軸索突起は杆体細胞の突起との間にシナプスを形成する。**無軸索細胞**（**アマクリン細胞** amacrine cell）は双極細胞の軸索との間にシナプスを形成する。
- ⑦**内網状層** inner plexiform layer：双極細胞の軸索突起、無軸索細胞の突起、視神経細胞の樹状突起、およびこれらの突起間のシナプス結合が存在する。
- ⑧**視神経細胞層** optic nerve cell layer（**神経節細胞層** ganglion cell layer）：**視神経細胞** optic nerve cell の細胞体が存在する。
- ⑨**視神経線維層** nerve fiber layer：視神経細胞の軸索突起、星状膠細胞が存在する。
- ⑩**内境界膜** inner limiting membrane：硝子体との間に存在するミュラー細胞の基底膜である。ここでは円錐形に膨らんだミュラー細胞の突起が互いに結合しており、光学顕微鏡では線状に見える。

**網膜剥離** 色素上皮層と視細胞（杆体細胞、錐体細胞）の間には形態的接着装置は存在せず、色素上皮の産生するムコ多糖が両者の接着に重要であると考えられている。したがって、さまざまな病的状態で両者の間で剥離が起こりやすい。