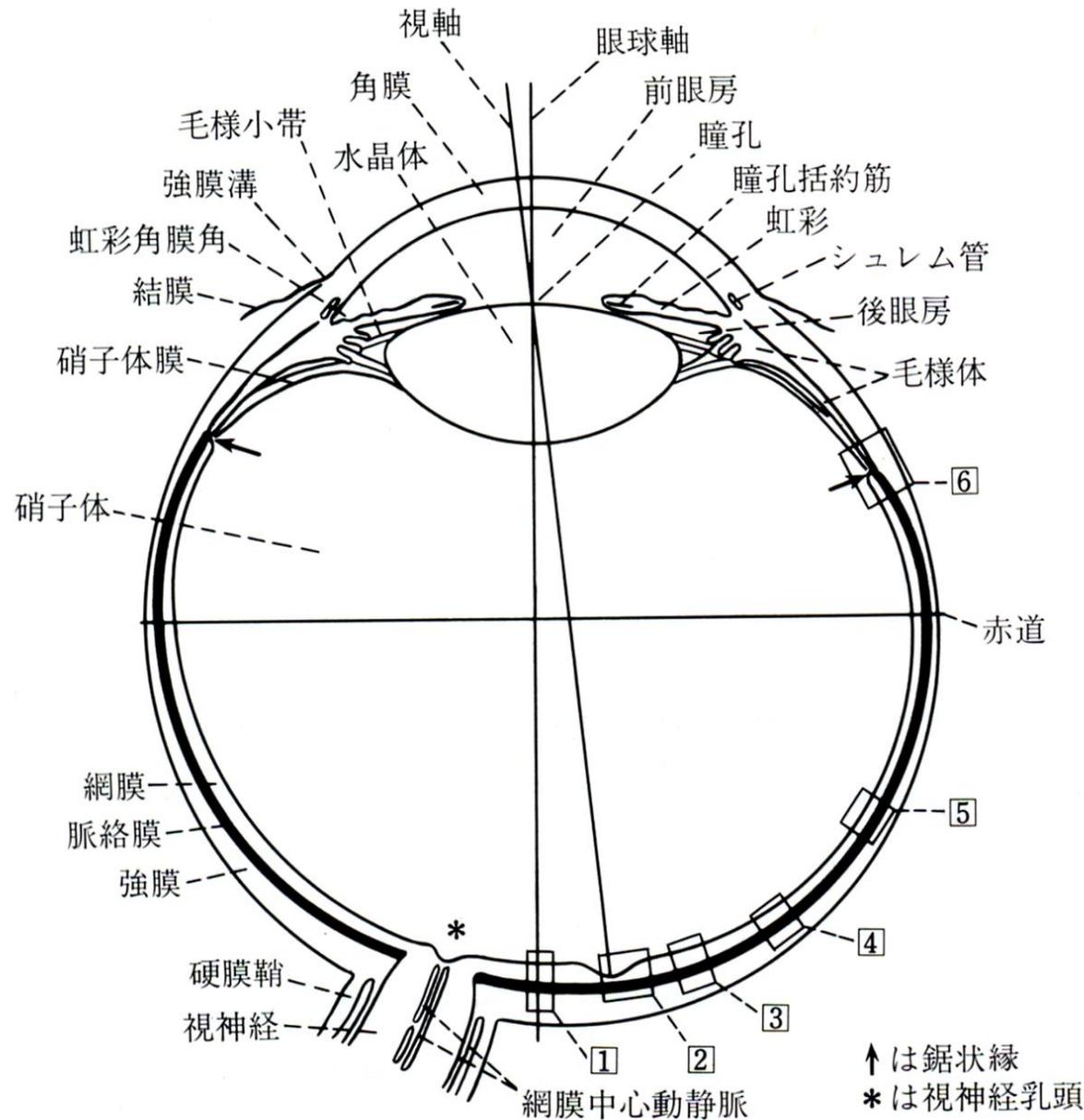


19 視覚器

19 視覚器 Menu

- 19 [視覚器](#)
- 19-01 [眼球の構造を示す模式図 \(右の眼球の水平断\)](#)
- 19-02 [眼球の構築を示す表](#)
- 19-03 [眼球 1. サル. H-E染色. X 1.2.](#)
- 19-04 [眼球 2. サル. H-E染色. X 1.6.](#)
- 19-05 [眼球前方部. サル. H-E染色. 2.0.](#)
- 19-06 [眼球後方部. サル. H-E染色. X 4.0.](#)
- 19-07 [眼球後壁. サル. H-E染色. x 30.](#)
- 19-08 [網膜 1. サル. H-E染色. X 100.](#)
- 19-09 [ゴルジー法 網膜の構造 模式図 電顕像](#)
- 19-10 [光の入射方向と興奮伝達の方法](#)
- 19-11 [網膜における錐状体と杆状体の分布](#)
- 19-12 [網膜中心窩 1. サル. H-E染色. X 25.](#)
- 19-13 [網膜中心窩 2. サル. H-E染色. X 50.](#)
- 19-14 [網膜中心窩 3. サル. H-E染色. X 25.](#)
- 19-15 [網膜中心窩 4. サル. H-E染色. X 64.](#)
- 19-16 [網膜 2. サル. H-E染色. X 100.](#)
- 19-17 [網膜 3. サル. H-E染色. X 100.](#)
- 19-18 [網膜 4. サル. H-E染色. X 160.](#)
- 19-19 [網膜 5. 鋸状縁. サル. H-E染色. X 30.](#)
- 19-20 [脈絡膜. サル. H-E染色. X 160.](#)
- 19-21 [視神経乳頭. サル. H-E染色. X 10.](#)
- 19-22 [虹彩角膜角 1. サル. H-E染色. X 6.0.](#)
- 19-23 [網膜毛様体部. サル. H-E染色. X 64.](#)
- 19-24 [毛様体と水晶体赤道部. サル. H-E染色. X 25.](#)
- 19-25 [毛様体と虹彩基部. サル. H-E染色. X 30.](#)
- 19-26 [シュレム管. サル. H-E染色. X 40.](#)
- 19-27 [水晶体赤道部. サル. H-E染色. X 50.](#)
- 19-28 [毛様体小帯 \(チン氏帯\). サル. H-E染色. X 100.](#)
- 19-29 [虹彩瞳孔縁. サル. H-E染色. X 30.](#)
- 19-30 [虹彩の全層. サル. H-E染色. X 50.](#)
- 19-31 [虹彩後部. サル. H-E染色. X 160.](#)
- 19-32 [角膜全層. サル. H-E染色. X 64.](#)
- 19-33 [角膜前方部. サル. H-E染色. X 130.](#)
- 19-34 [角膜後方部. サル. H-E染色. X 160.](#)
- 19-35 [眼瞼 矢状断. ヒト. H-E染色. X 4.0.](#)
- 19-36 [瞼板腺 ヒト. H-E染色. x 10.](#)
- 19-37 [瞼板腺 2. ヒト. H-E染色. X 100.](#)
- 19-38 [涙腺 1. ヒト. H-E染色. X 64.](#)
- 19-39 [涙腺 2. ヒト. H-E染色. X 100.](#)

19-01 眼球の構造を示す模式図 (右の眼球の水平断)



眼球は前端に半球形の突出部を持った直径約 24mm の球状の構造物である。眼球の前端(前極)と後端(後極)を連ねる直線を眼球軸という。眼球軸を含む平面が眼球の表面と交わる線を経線、眼球軸に直交する平面が眼球表面と交わる線を緯線といい、その最大のものを赤道という。眼球後極の約 3mm 内側(鼻側)で、約 1mm 下方から視神経が出る。

左右の眼球の構造は、顔面の正中線を挟んで左右対称である。眼球では内側を鼻側(nasal)、外側を耳側(temporal)という。

眼球は眼球壁と、その中を満たす内容物からなり、眼球壁は外から眼球繊維膜、血管膜および内膜(網膜)の 3 層によって構築されているが、これらのうちで光を感知するのは網膜(の視部)のみである。角膜と眼球の内容物である眼房水、水晶体及び硝子体は光を屈折する媒質で、完全に無色透明である。
(続きは解説へ)

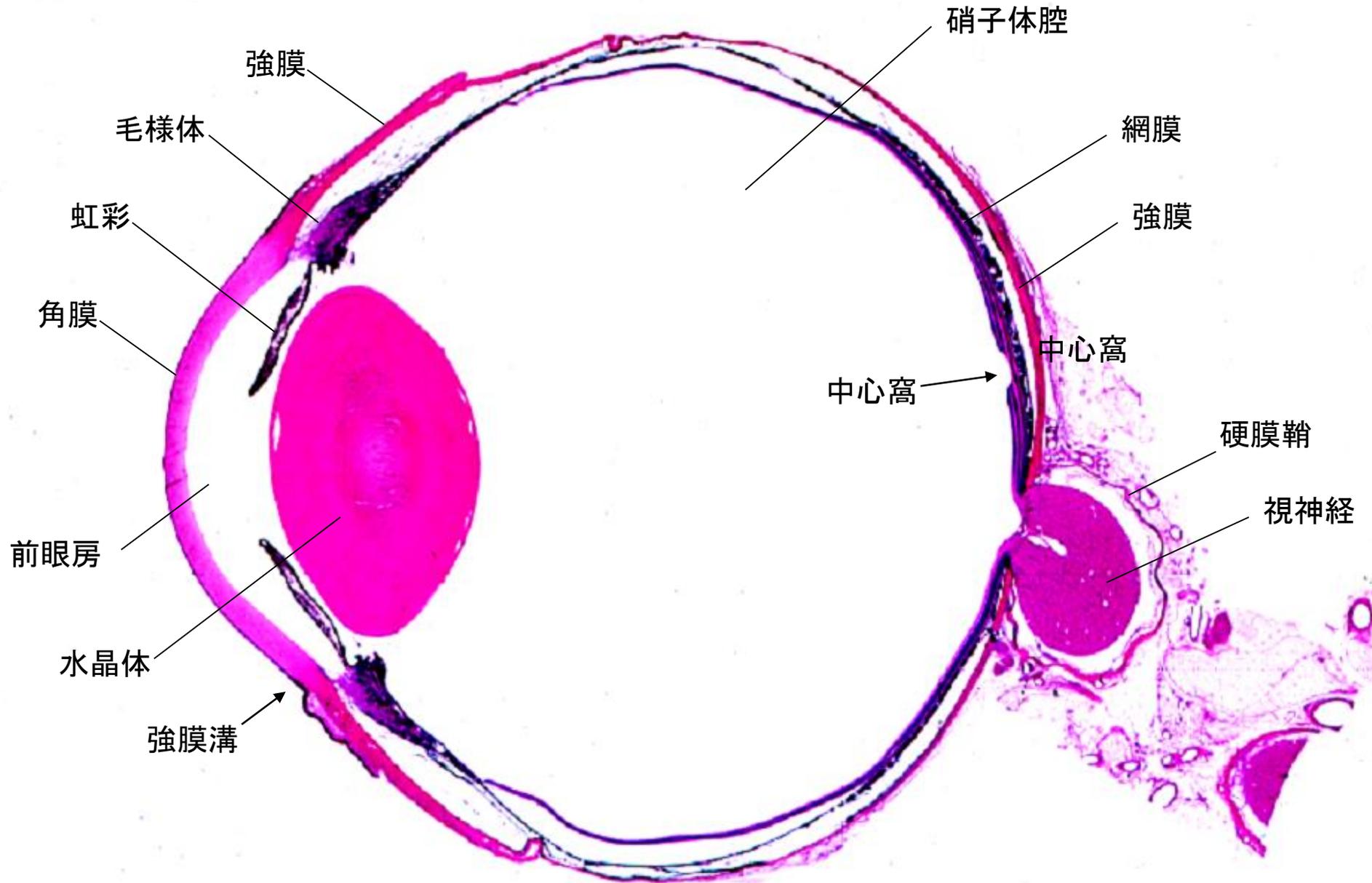
19-02 眼球の構築を示す表

		前 部	後 部
眼 球 壁	眼 球 線 維 膜	角 膜	強 膜
	眼 球 血 管 膜	虹彩と毛様体	脈絡膜
	眼 球 内 膜	網膜盲部* { 網膜虹彩部と 網膜毛様体部	網膜(視部)
内 容 物		眼房水と水晶体	硝子体

* 網膜盲部は虹彩と毛様体の構成要素となっている。

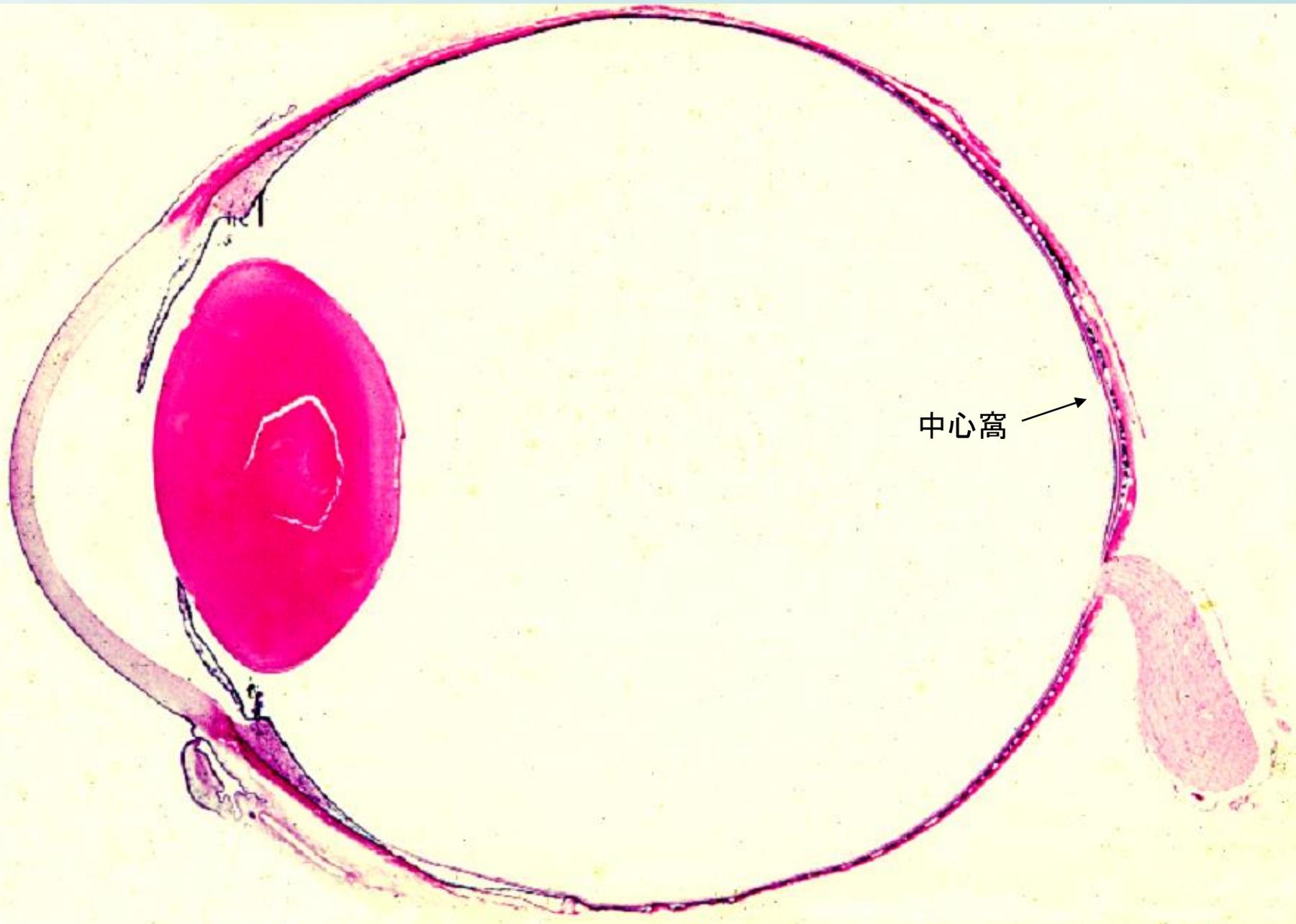
眼球は、眼球壁とその中を満たしている内容物とでできている。眼球壁は外側から、1)眼球繊維膜、2)眼球血管膜、3)眼球内膜の3層からなる。眼球壁も内容物も、眼球の前方部と後方部で異なっている。これらを纏めたのがこの表である。

眼球内膜は、発生 of 早期に、将来間脳になるべき間脳胞の腹外側壁から膨れ出した眼胞に由来するもので、脳の一部である。この眼胞は遠位側が近位方向に陥没して内外二重壁の眼杯となり、内側壁が網膜に、外側壁が網膜色素上皮層となる。眼杯と間脳胞とをつなぐ眼杯茎は発生が進むと網膜の神経細胞から出て間脳に達する視神経繊維によって満たされて視神経となる。
(続きは解説へ)



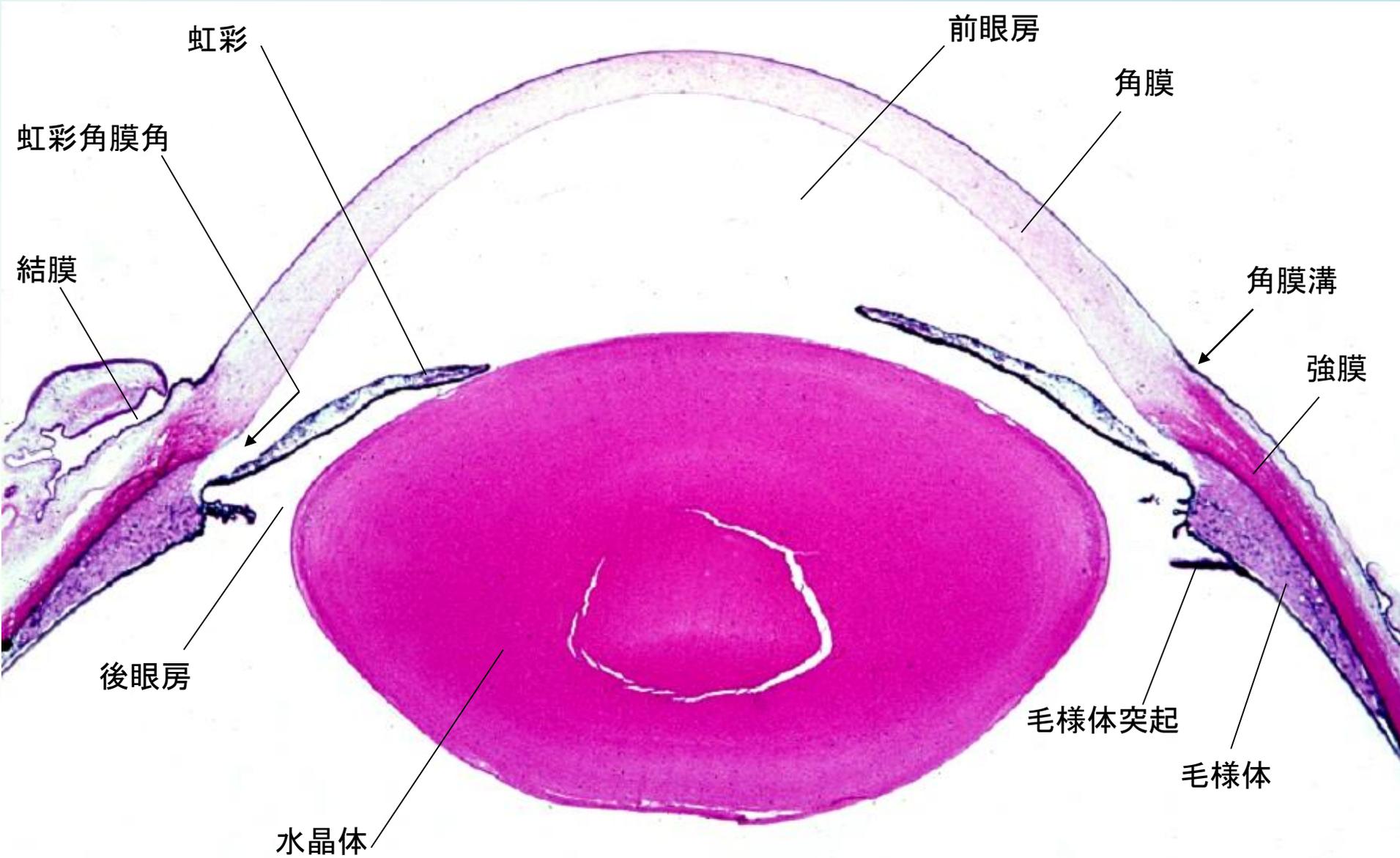
これはサル(ジャワザル)の右の眼球の水平断の全景である。左方が前方、右方が後方である。前端部の桃色の半球状の部分が角膜(cornea)で、その右側(後方)の腔所が眼房水を満たしている前眼房である。前眼房の後部に濃い桃色に染まった両凸レンズ形的水晶体(lens cristalina)が位置し、その前面に接して入射光の量を調節する絞りである虹彩(iris)が存在する。虹彩の付け根に存在する細長い直角三角形状の濃染部は毛様体(corpus ciliare)である。水晶体の後方は、硝子体(corpus vitreum)で満たされた広い硝子体腔(cavum vitreum)であり、硝子体腔の周囲を閉ざしているのが狭義の眼球壁である。眼球の後端から後下方に伸びる太い神経が視神経(nervus opticus)である。(続きは解説へ)

19-04 眼球 2. サル. H-E染色. x 1.6.

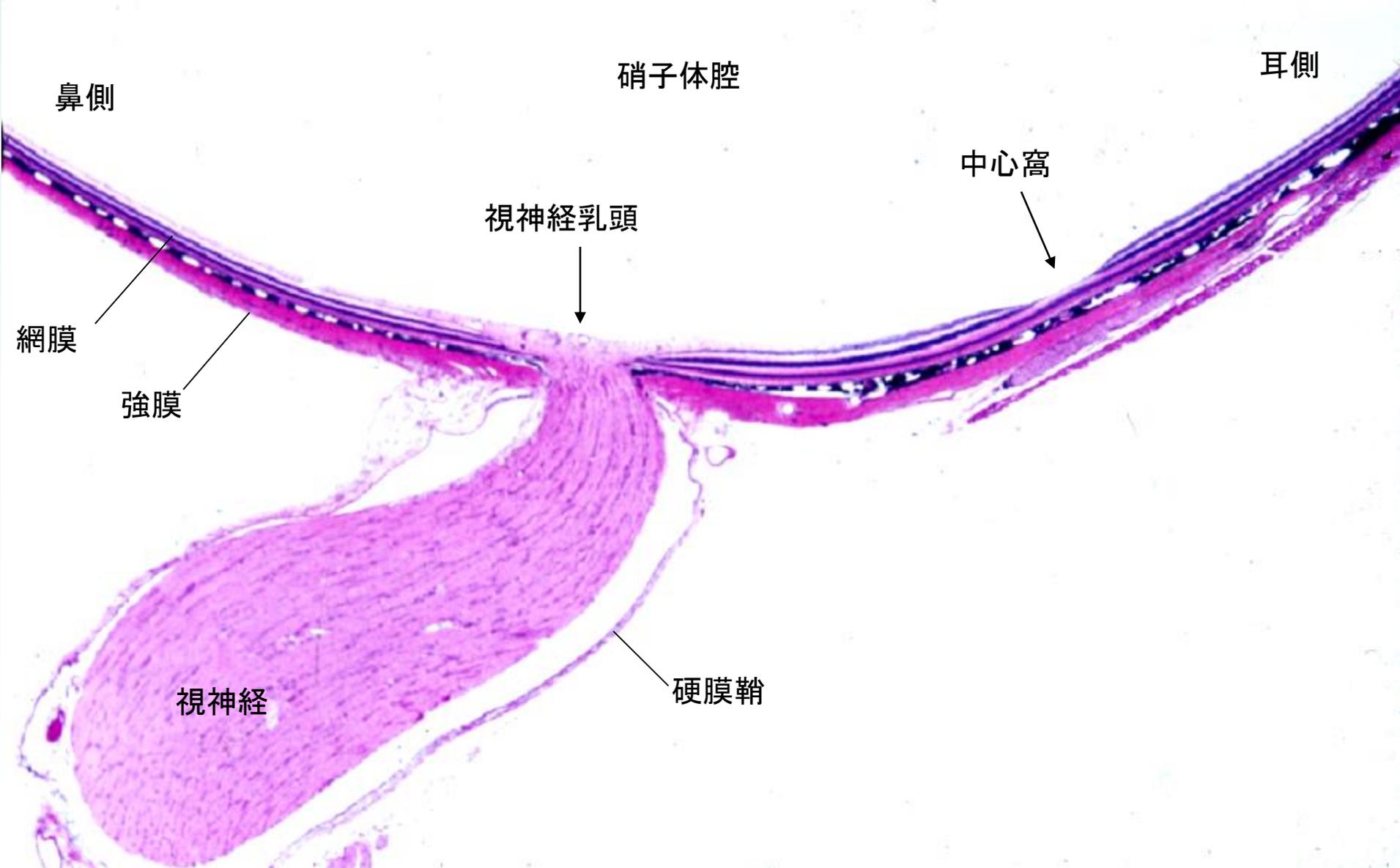


これは昭和 39 年(1964年)に作られた、サルの右の眼球の水平断の全景である。すでにかなり褪色しているが、できた当初は驚嘆に価する美しい標本であった。この標本は切片が薄く、H-E 染色の色調が美しかったので、各部の拡大写真がこの『視覚器』の中に多数採用されている。

19-05 眼球前方部. サル. H-E染色. x 2.0.



これは図19-04の眼球の前方部である。中央上部に半球状に突隆しているのが角膜で、その下方にある大きな桃色に濃染した両凸レンズ形の物体が水晶体である。水晶体の上面(実際は前面)に付着している薄い舌状のものが虹彩で、虹彩の付け根から後外方に伸びる桃色の細長い直角三角形が毛様体である。毛様体から突出している小さい突起が毛様体突起である。水晶体の後方は硝子体腔である。毛様体の外周に接する濃赤色の部分が強膜で、この赤みが急に薄く桃色に変化した所からが角膜である。この画面の範囲では、強膜の表面は眼球結膜で被われている。

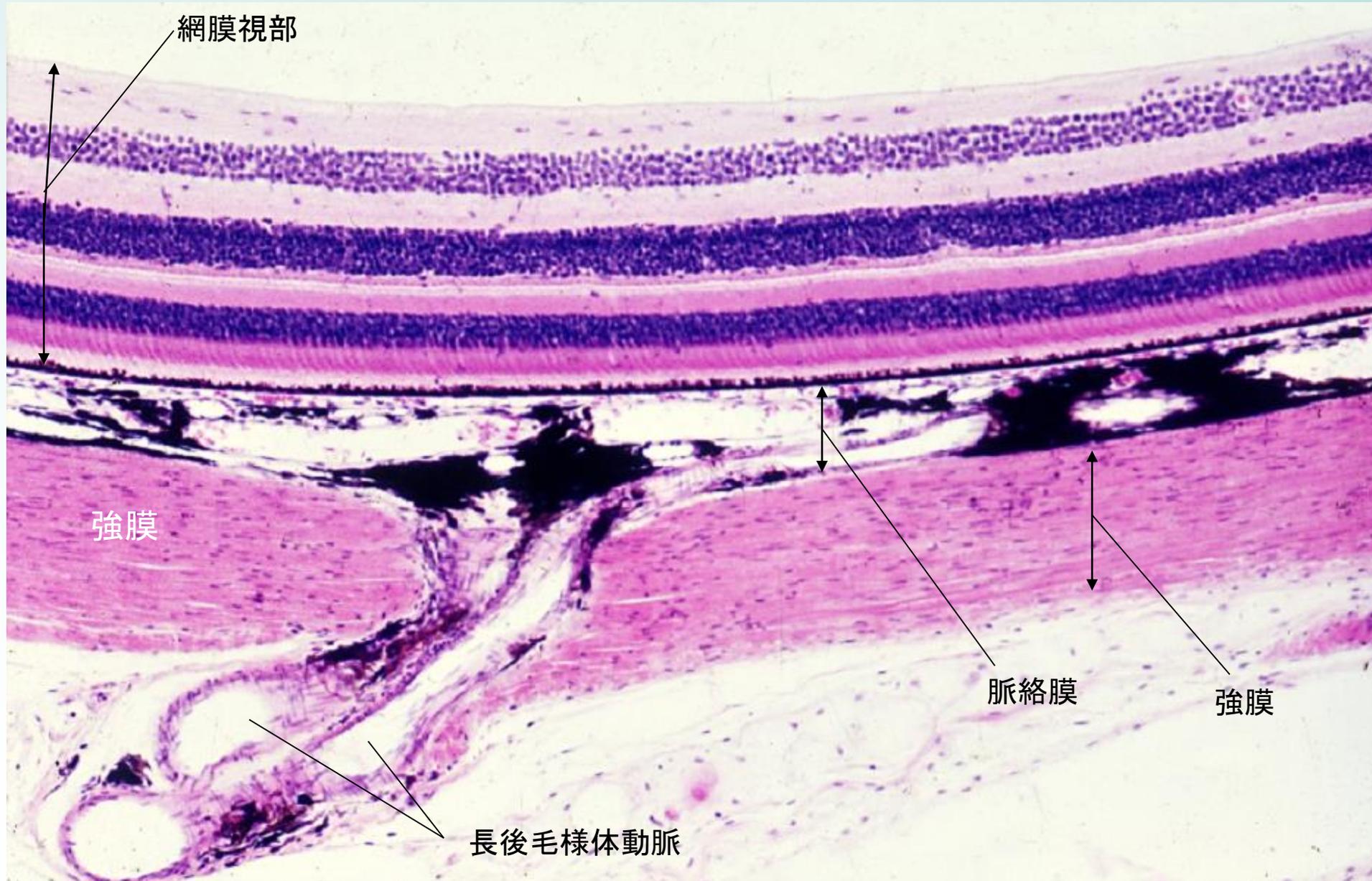


これも図 19-04 の眼球の後方部の写真である。

画面の上部の空白部は硝子体腔で、その下方を限っているのが眼球後壁である。眼球後壁の中央やや左側から左下方に伸びているのが視神経であり、視神経が網膜を去る部位を視神経乳頭という。この図で視神経乳頭の約 5cm 右側(耳側)に、網膜が「すりばち」形に凹んでいる部位がある。これが網膜中心窩である。

この画面では眼球壁の外層(強膜、濃赤色)、血管膜(真っ黒の中に点々と血管が抜けて見える)、および内層(網膜視部)が明らかに識別できる。

19-07 眼球後壁. サル. H-E染色. x 30.

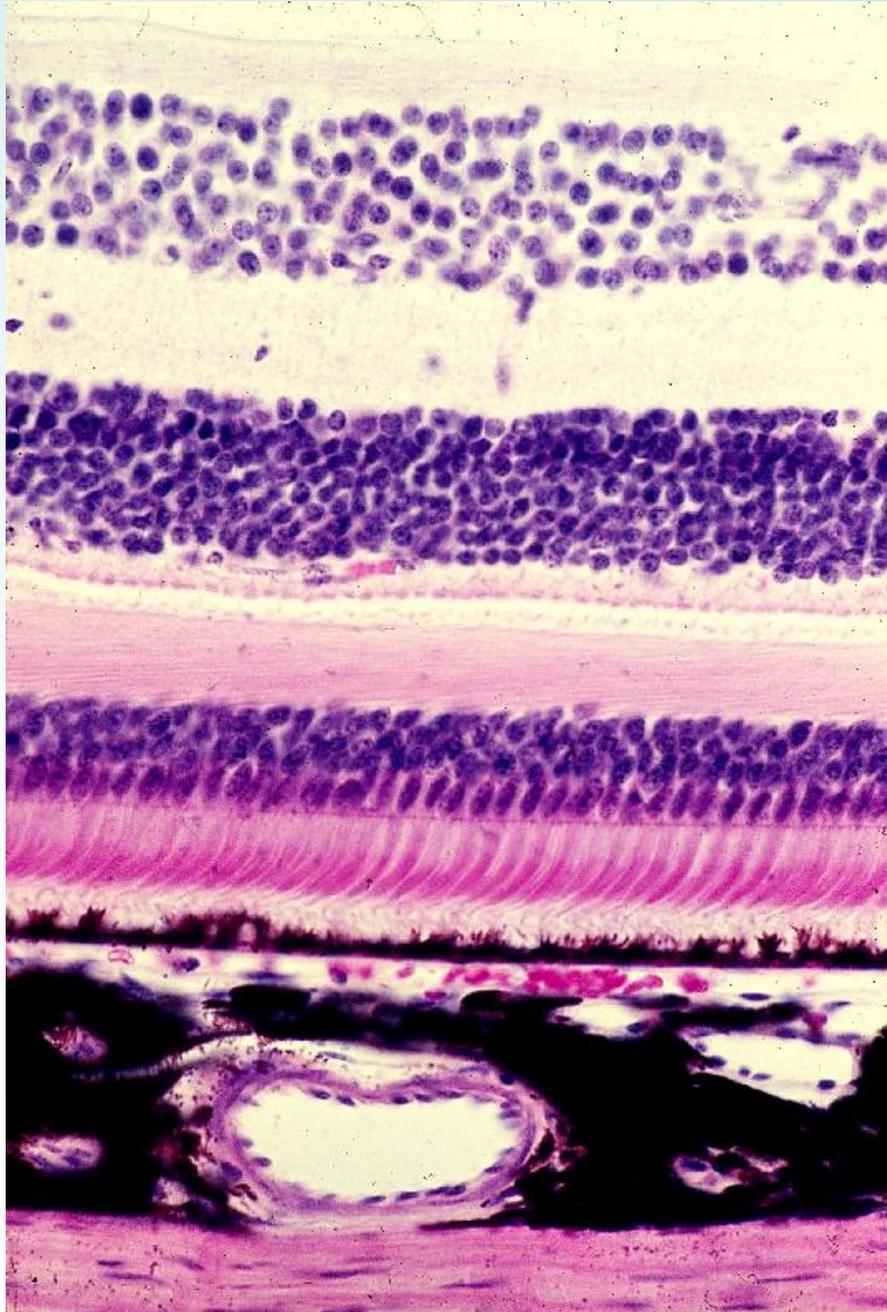


これも図 19-04 の眼球の写真である。

内層の網膜視部は厚く、最表層の内境界膜から、視神経繊維層、視神経細胞層、内網状層、内顆粒層、外網状層、外顆粒層、錐状体杆状体層、および網膜色素上皮層が識別できる。

脈絡層では網膜に接する脈絡毛細血管板、および血管板が区別できる。

最外層は桃色の厚い強膜で、この画面では長後毛様体動脈が強膜を貫いて脈絡膜の中に進入する像が明らかである。



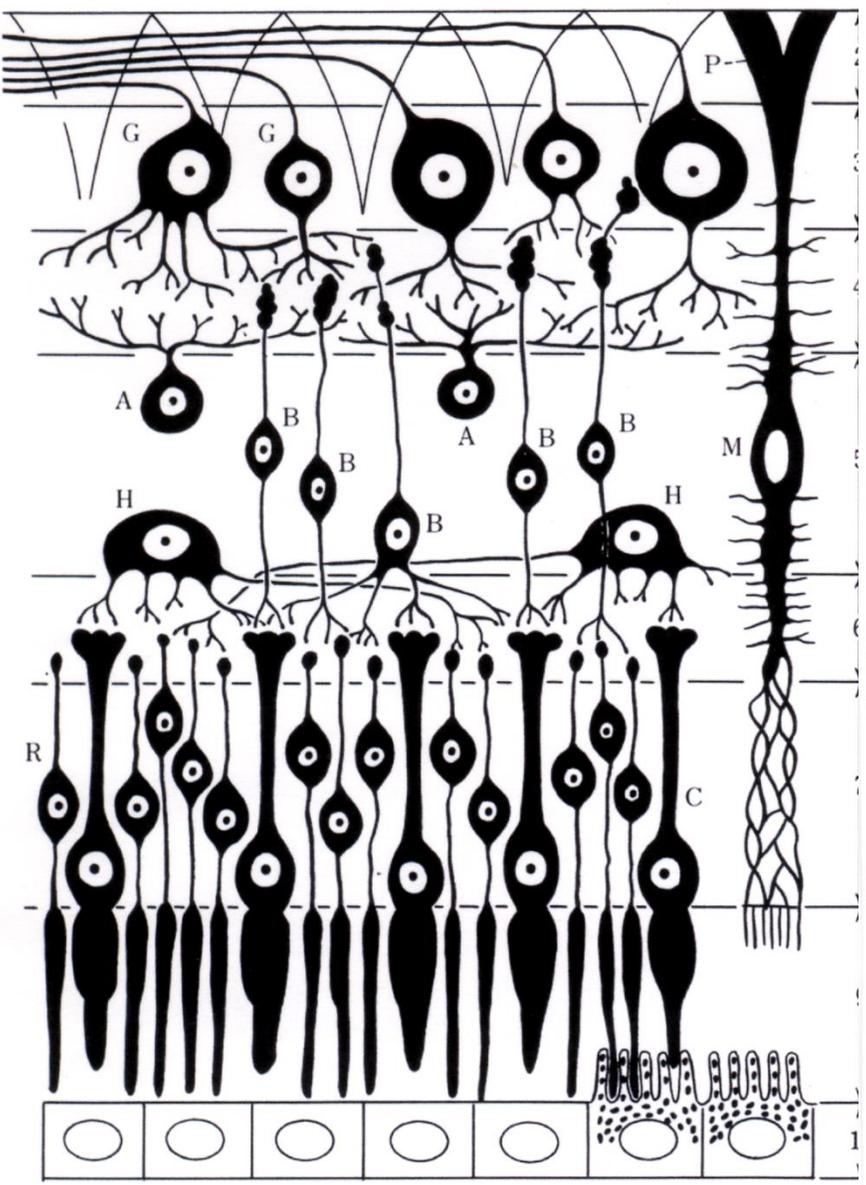
- 1 内境界膜
- 2 視神経繊維層
- 3 視神経細胞層
- 4 内網状層
- 5 内顆粒層
- 6a 外網状層
- 6b ヘンレ繊維層
- 7 外顆粒層
- 8 外境界膜
- 9 錐状体杆状体層
- 10 色素上皮層
- 11 脈絡毛細血管板
- 12 血管板
- 13 強膜

これは図 19-01 の眼球の、中心窩のやや耳側の部分(図19-01 の[3]の部分)の網膜である。

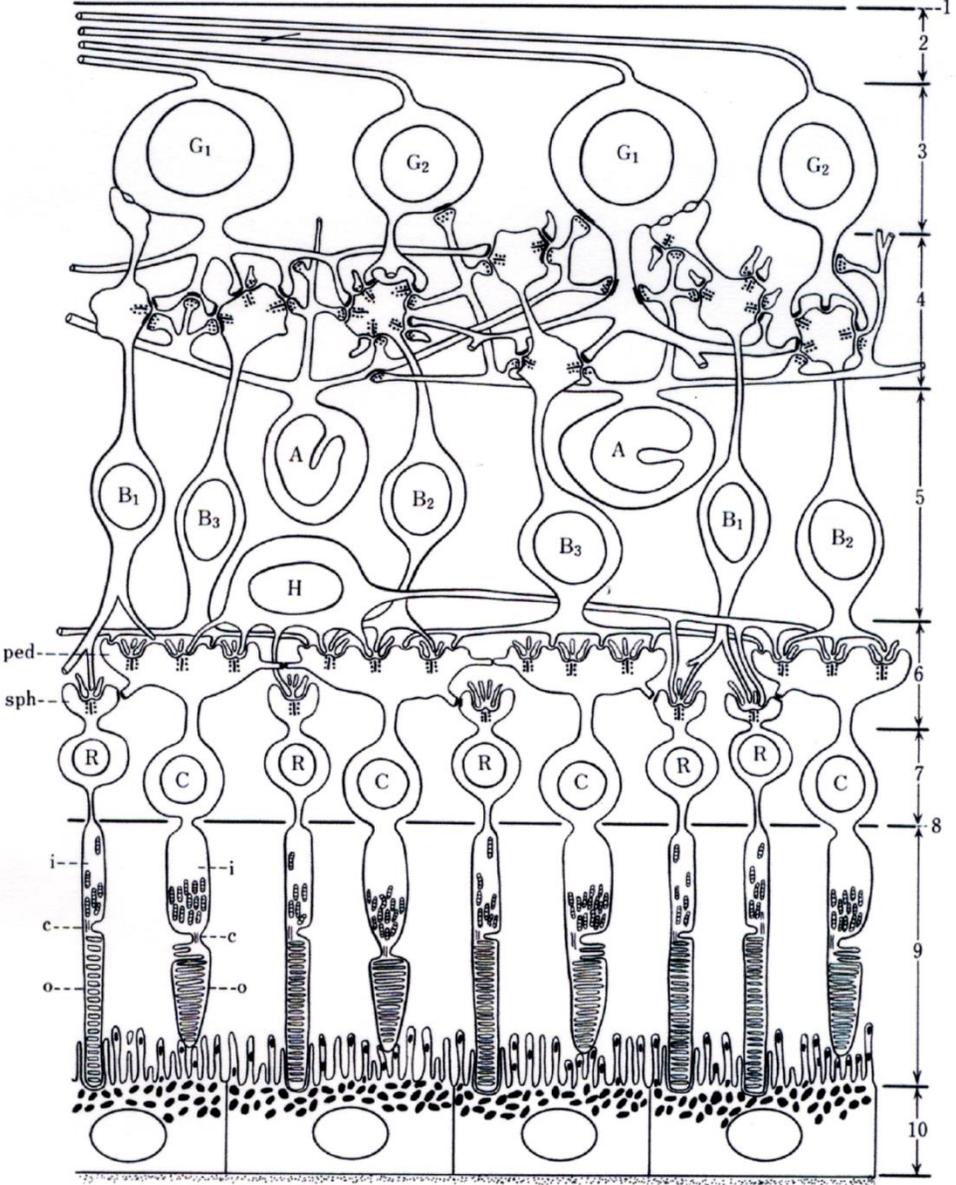
網膜を構成する細胞の配列は非常に規則正しくて、硝子体腔に接する表面から、1) 内境界膜、2) 視神経線維層、3) 視神経細胞層、4) 内網状層、5) 内顆粒層、6a) 外網状層、6b) ヘンレ繊維層、7) 外顆粒層、8) 外境界膜、9) 錐状体杆状体層、10) 網膜色素上皮層、が整然と平行に並んでいる。この図では更にその外側に 11) 脈絡毛細血管板、12) 血管板、13) 強膜が明瞭に観察される。6b) は中心窩の辺縁部で最も厚く、中心窩を遠ざかるにつれて薄くなり、ついには確認できなくなる。8) は 錐状体細胞および杆状体細胞の細胞体と、その突起である 錐状体および杆状体の境界線であり、これは特殊な支持細胞であるミュラー細胞の突起によって形成される。

(続きは解説へ)

19-09 網膜の構造 模式図 ゴルジー法と電顕観察



ゴルジー法



電顕像

これは網膜における細胞の配列とシナプス関係を示す模式図で、左半分がゴルジー鍍銀法に基づく像であり、右半分は電子顕微鏡観察に基づく像である。図19-08 で述べられている3種類の細胞の配列とシナプス関係が正確に理解できる。左図は Polyak, 1941 により、右図は Dowling & Boycott, 1966 および Young, 1971 に基づいて作図した。

われわれヒトの視覚には、明暗の感知と、色の識別および2点を2点と識別するという識別力との二つの要素がある。明暗の感知は専ら杆状体の機能であり、色の識別と2点の識別は専ら錐状体が担っている。中心窩の中央部には杆状体は全く存在せず、極端に細長くなった錐状体がぎっしり詰め込まれた形で配列している。

(続きは解説へ)

19-10 光の入射方向と興奮伝達方向

光の入射する方向	網膜の層構造	網膜を構築する細胞	視覚性興奮伝達方向
↓	1. 内境界膜 2. 視神経線維層 3. 視神経細胞層 4. 内網状層 5. 内顆粒層 6. 外網状層 7. 外顆粒層 8. 外境界膜 9. 錐状体・杆状体層	-----d. 視神経細胞 -----c. 双極神経細胞 -----b. 錐状体細胞と 杆状体細胞	↑
	10. 網膜色素上皮層	----- a. 色素上皮細胞	

これは網膜における光の入射方向と、光によって引き起こされた神経性興奮が伝達されて行く方向とを示した図である。これで一目瞭然のように、光刺激を視覚性興奮に変換する錐状体および杆状体からすれば、それより内層の諸構造は全て鋭敏な識別を邪魔するものといえることができる。このことが十分に理解されると、中心窩における特殊な細胞配列が容易に理解できる。

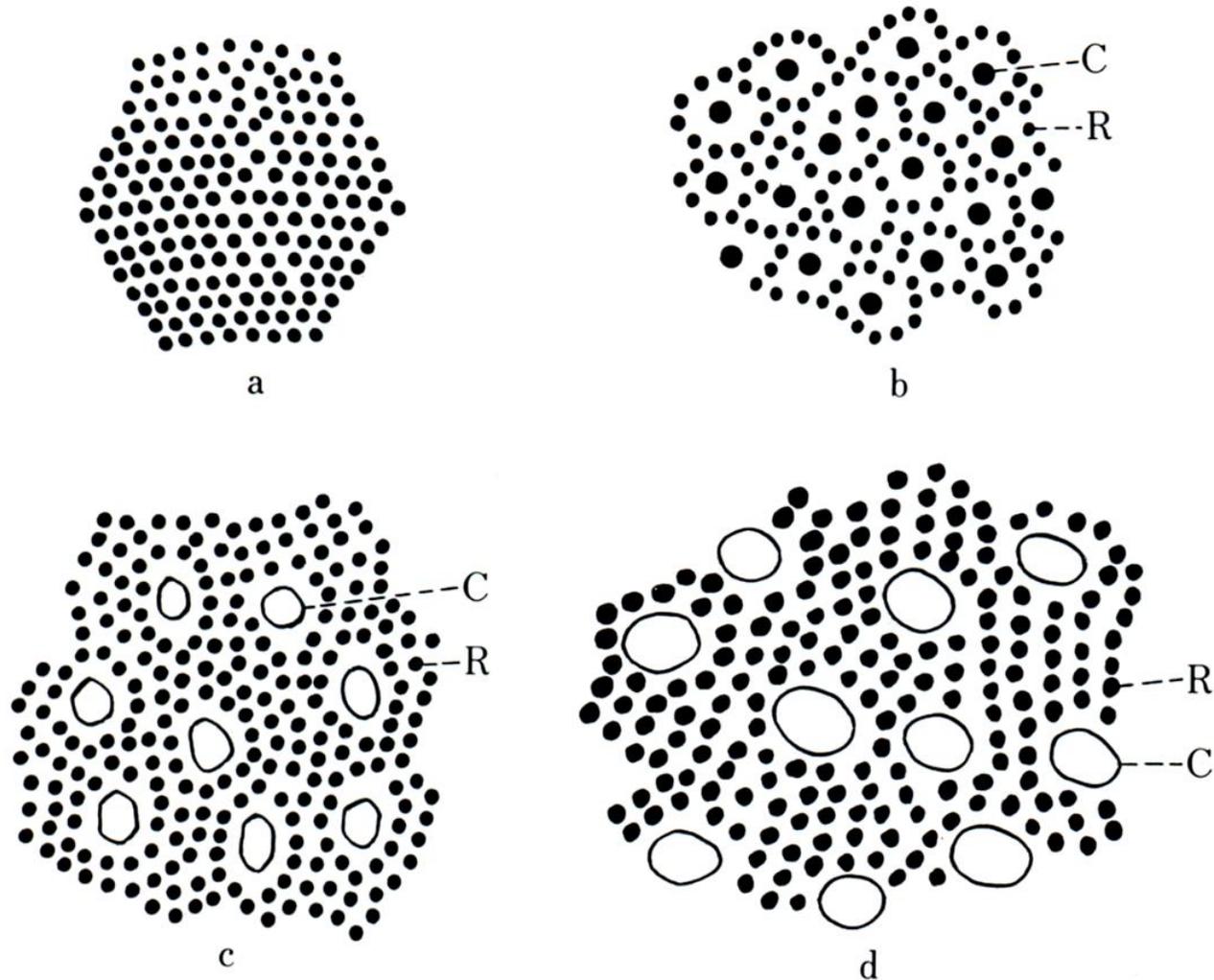
この表は『図説組織学』（溝口史郎著 金原出版）より転載した。

19-11 網膜における 錐状体と桿状体の分布

これは Young, R. W. が1971年に発表したサルの網膜の各部における 錐状体と桿状体の分布図である。

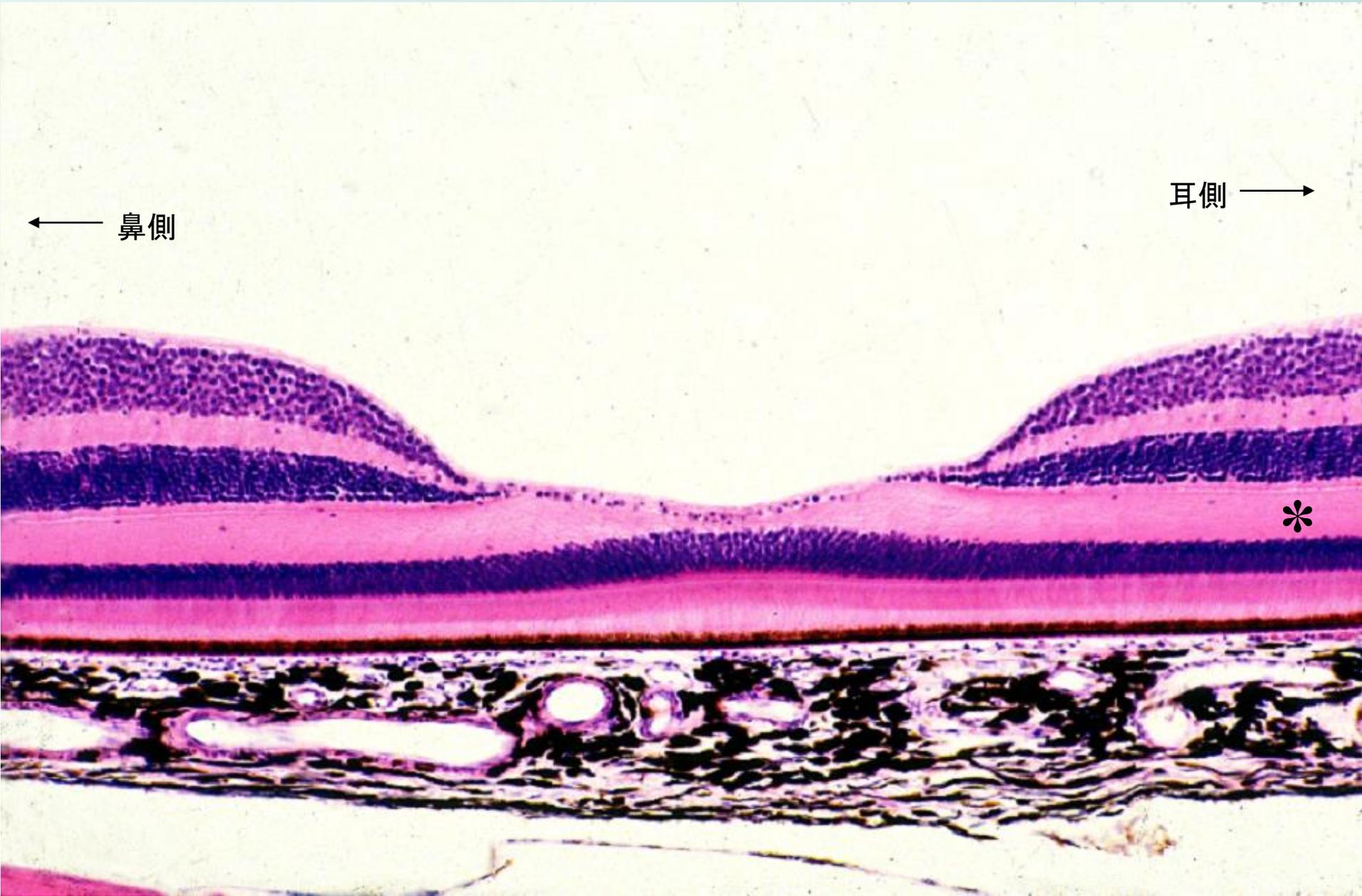
中心窩の中心部では、錐状体は通常の桿状体と同じ程度の細さで、ぎっしり詰まって配列しているが、中心窩の辺縁部では 錐状体はやや太くなり、その配列は急に疎となり、その間を埋めるように桿状体を取り巻いている。中心窩の外周を取り巻く輪状の領域では、錐状体は著明に太くなって配列が疎となり、その間を桿状体がぎっしり埋めている。鋸状縁に近い網膜の最辺縁部では、錐状体は非常に太くなり(実際には太くて短くなり)、その間を桿状体が埋めるが、桿状体の密度も c に比べると低くなっている。

この図は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。



- a: 中心窩の中心部
- b: 中心窩の辺縁部
- c: 中心窩の外周を取り巻く輪状の部分
- d: 鋸状縁に近い網膜の最辺縁部
- C: 錐状体
- R: 桿状体

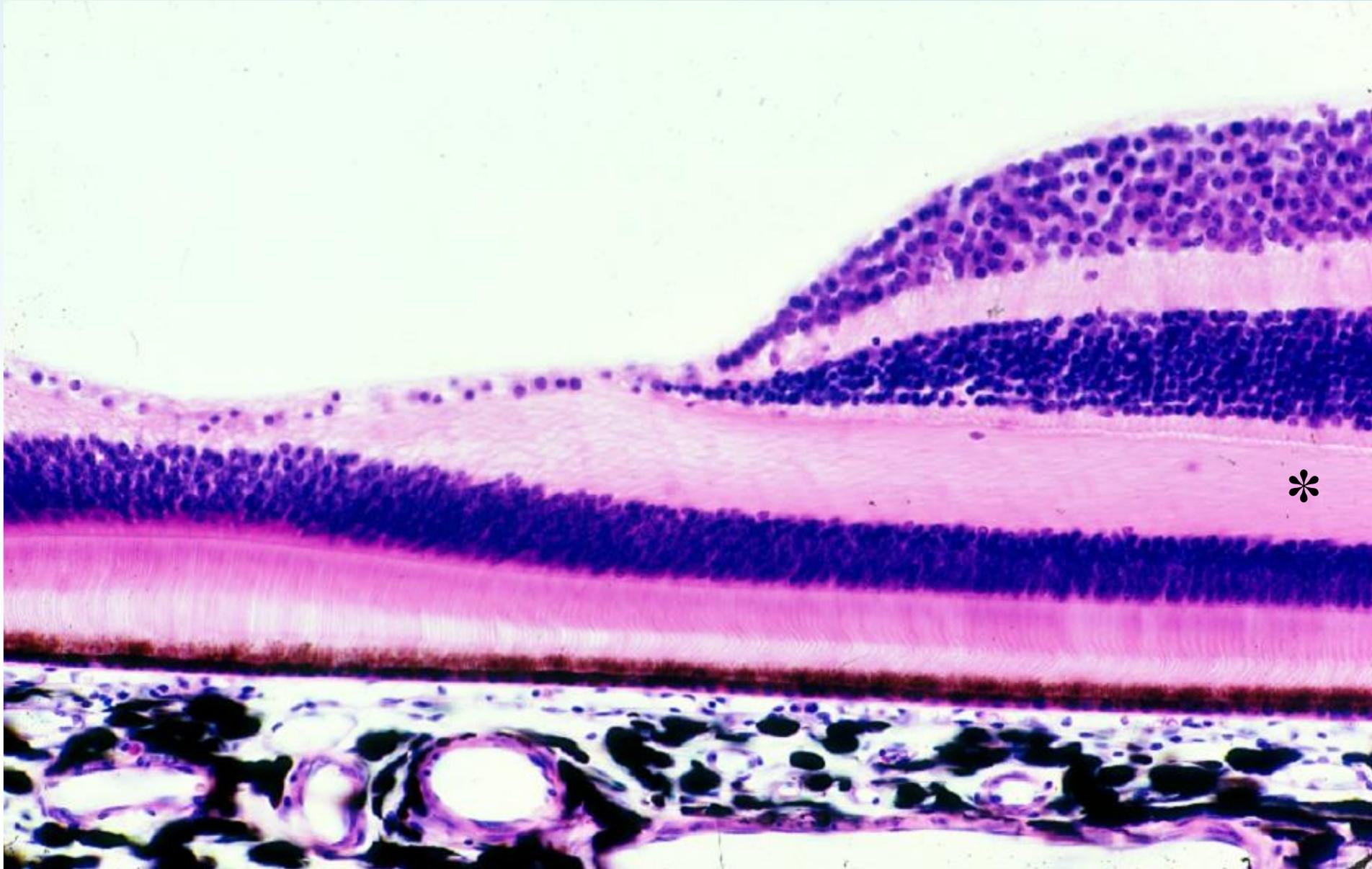
19-12 網膜中心窩 1. サル. H-E染色. x 25.



これは図 19-03 の眼球の網膜中心窩であり、左方が視神経乳頭側(鼻側)、右方が耳側である。この切片は中心窩の中央を通っているので、網膜中心窩の構造が正確に理解できる。

図19-08、19-09、19-10、19-11で学習したように、中心窩は視力の最も鋭敏な部位であるが、それは、ここには極端に細くなった錐状体がぎっしり詰まっているからである。錐状体の体積はどこでもほぼ同じであるから、錐状体の直径が細くなれば長さは長くなる。それで中心窩の中心部では錐状体と錐状体細胞の境界線である外境界膜が硝子体腔に向かって軽度に盛り上がる。(続きは解説へ)

19-13 網膜中心窩 2. サル. H-E染色. x 50.

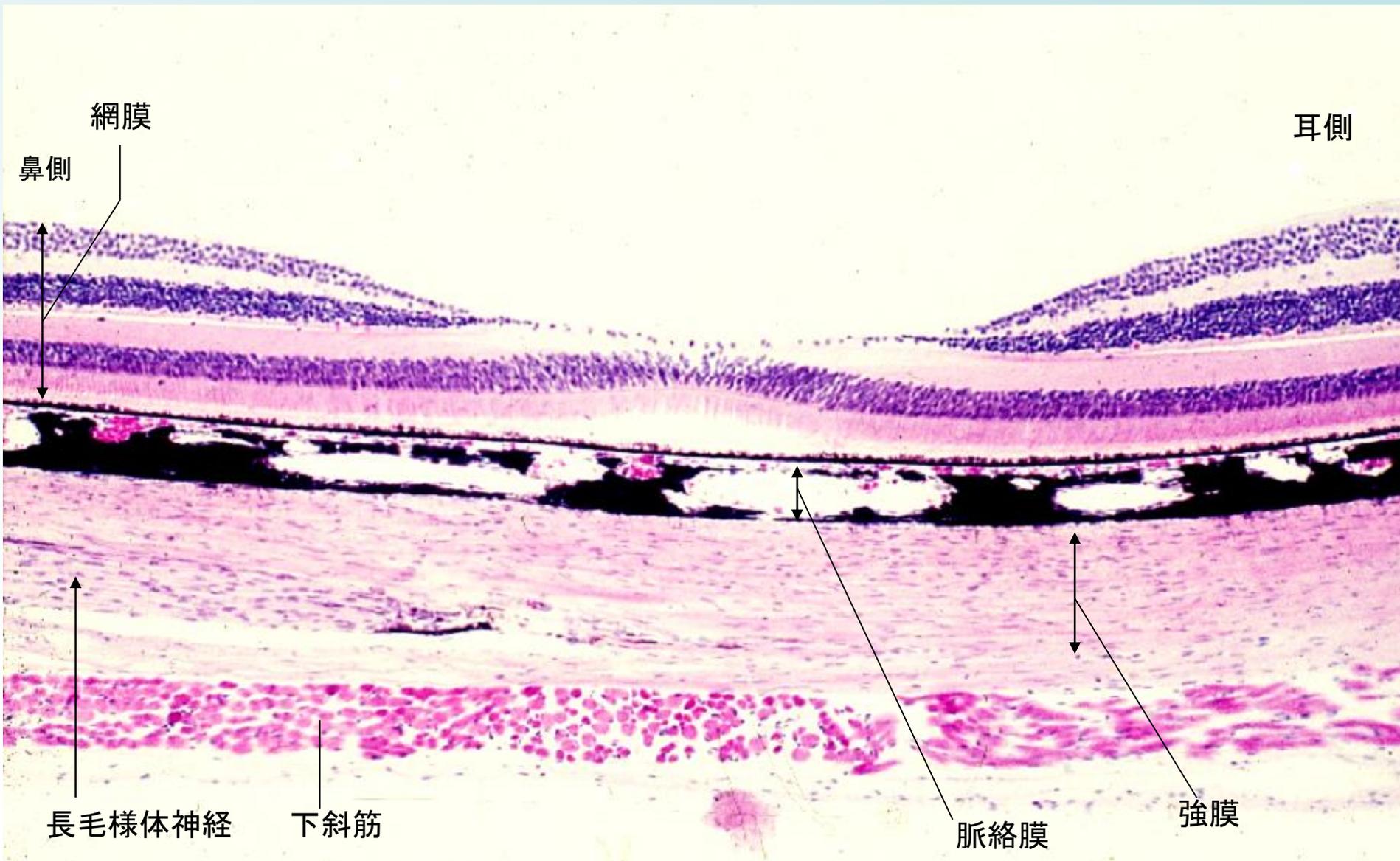


これは図 19-12 の中心窩の耳側半分の拡大である。この切片は網膜中心窩の中央を通っているので、中心窩の実際がよく観察できる。何よりも著明なのは錐状体と錐状体細胞の境界線である外境界膜が中心窩の中央を頂点として高まっており、これに対向して網膜の内面の内境界膜がすり鉢形に陥凹していることである。

中心窩の範囲では双極神経細胞の核の層である内顆粒層の核も、第三ニューロンの核の層である神経細胞層の核も、光の通過を遮らないように中心窩の辺縁部に偏移している。このように中心窩の中心部では水晶体を通過してきた視野の中心部からの光が、直接錐状体に入射するようになっているのである。

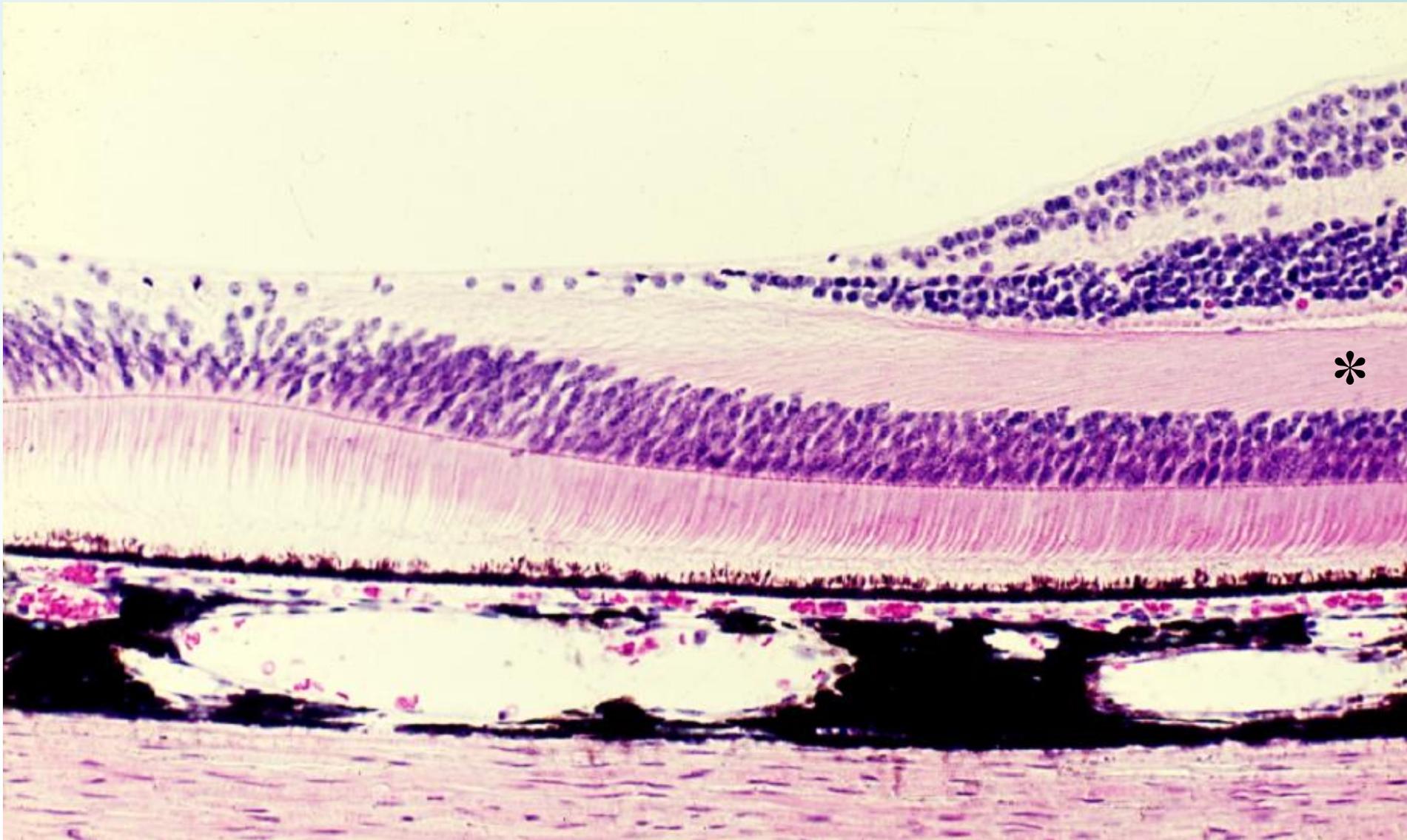
(続きは解説へ)

19-14 網膜中心窩 3. サル. H-E染色. x 25.



これは図 19-04 の眼球の網膜中心窩である。この標本は図 19-03 の標本より薄く切れているので、細胞の配列状態が図 19-12 および図 19-13 よりよく分かる。この図で強膜の下に接している桃色の構造物は外眼筋の一つである下斜筋の断面である。この画面では網膜、脈絡膜、強膜の間に裂け目が無く、各層が整然と並んでいる。矢印は長毛様体神経である。

19-15 網膜中心窩 4. サル. H-E染色. x 64.

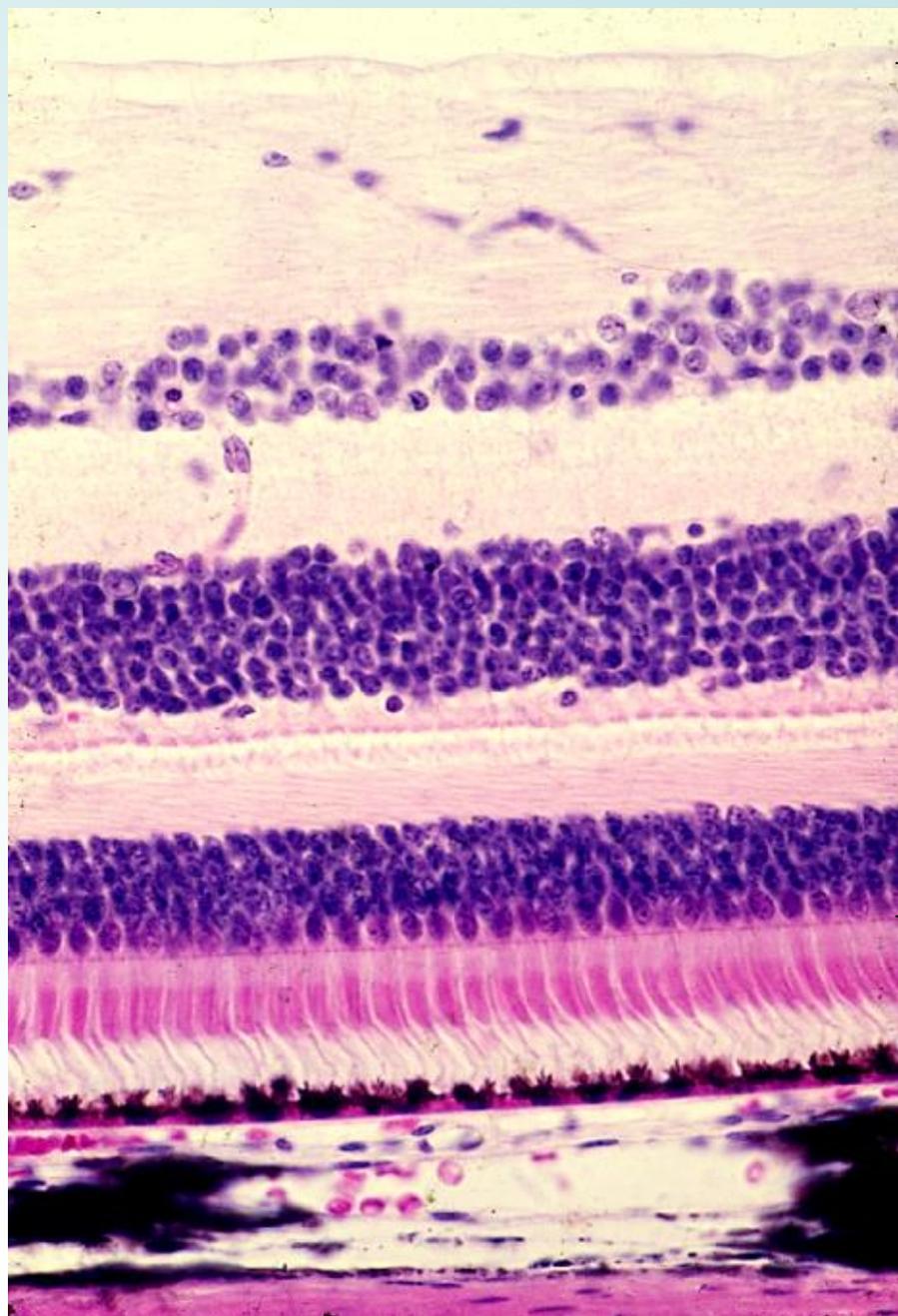


これは図 19-14 の網膜中心窩の耳側半分である。標本が薄いので、外境界膜の盛り上がりと内境界膜の陥凹とが非常によく分かる。更に中心窩の中央では、外顆粒層の核さえも左右に分散して、光が錐状体に直接あたることを助けている。中心窩の中央を遠ざかるにつれて、錐状体がしだいに太く短くなって行く状態も明らかに観察される。中心窩の辺縁部ではヘンレの繊維層(*)は非常に厚く、著明である。

この写真は図 19-01 の [2] の位置にあたる。

* : ヘンレ繊維層

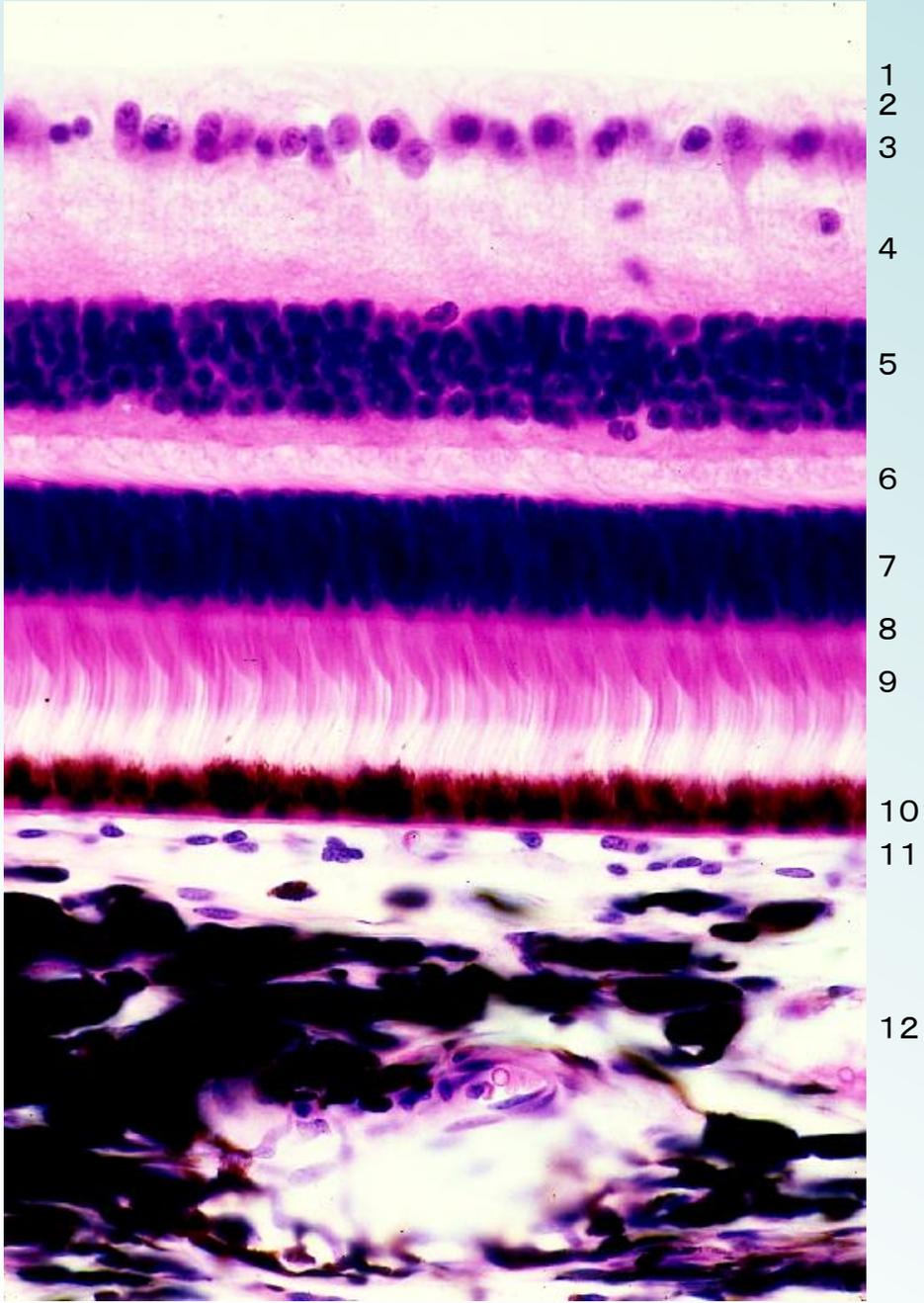
19-16 網膜 2. サル. H-E染色. x 100.



- 1 内境界膜
- 2 視神経繊維層
- 3 視神経細胞層
- 4 内網状層
- 5 内顆粒層
- 6a 外網状層
- 6b ヘンレ繊維層
- 7 外顆粒層
- 8 外境界膜
- 9 錐状体杆状体層
- 10 色素上皮層
- 11 脈絡毛細血管板
- 12 血管板
- 13 強膜

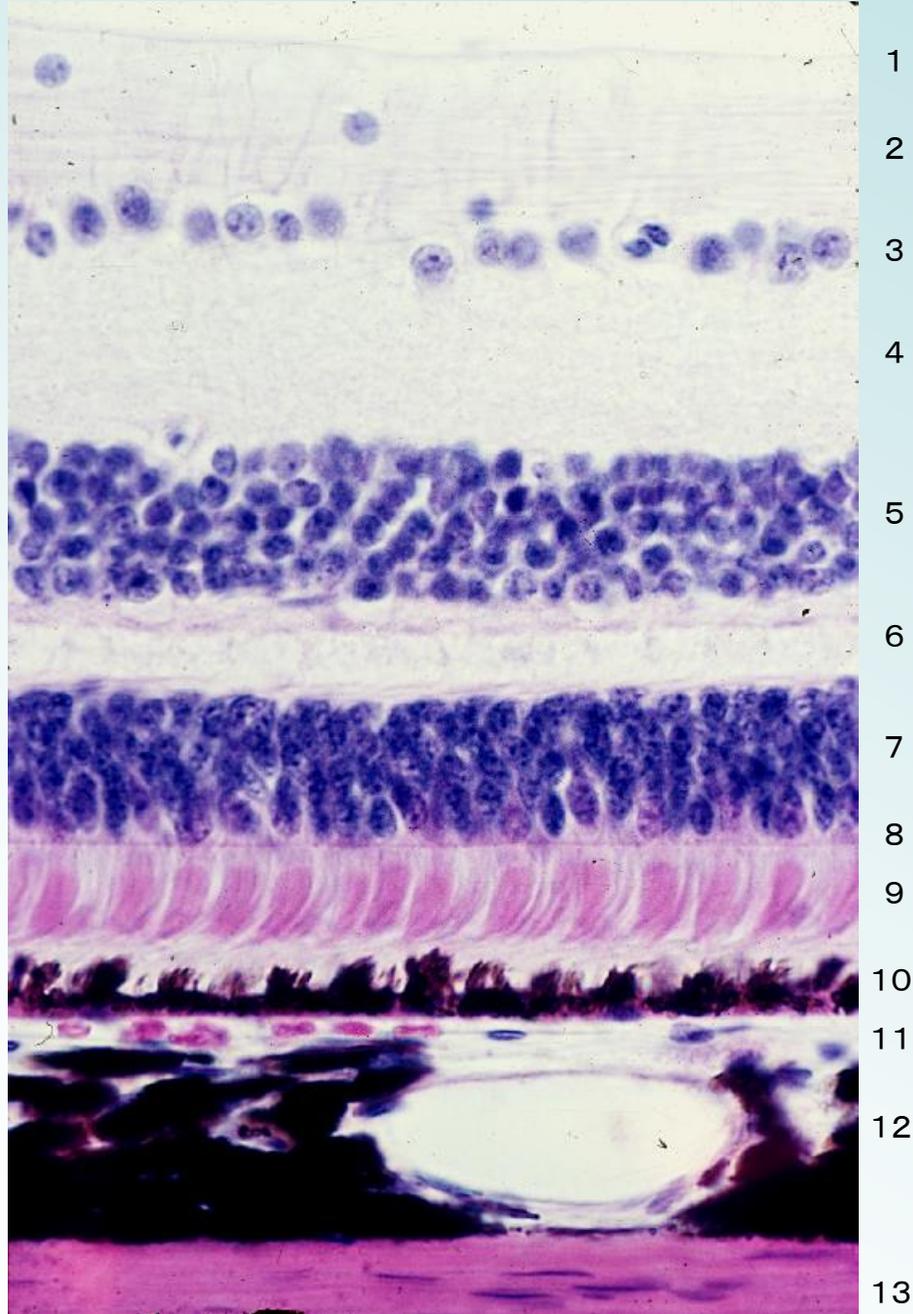
これは図 19-01 の[1]の位置にあたり、網膜中心窩と視神経乳頭の間の中位置である。
中心窩と視神経乳頭の間部分であるから、当然、視神経線維層 (2) が厚くなっている。また (6a) における錐状体細胞の小足が一行に点々と並んでいる状態がよく観察される。(9) においては錐状体の内節と外節の区別が明瞭である。(10) の網膜色素上皮層の細胞から (9) の錐状体および杆状体の外節の遠位端に接触する房状突起が多数生えていることがよく分る。

19-17 網膜 3. サル. H-E染色. x 100.

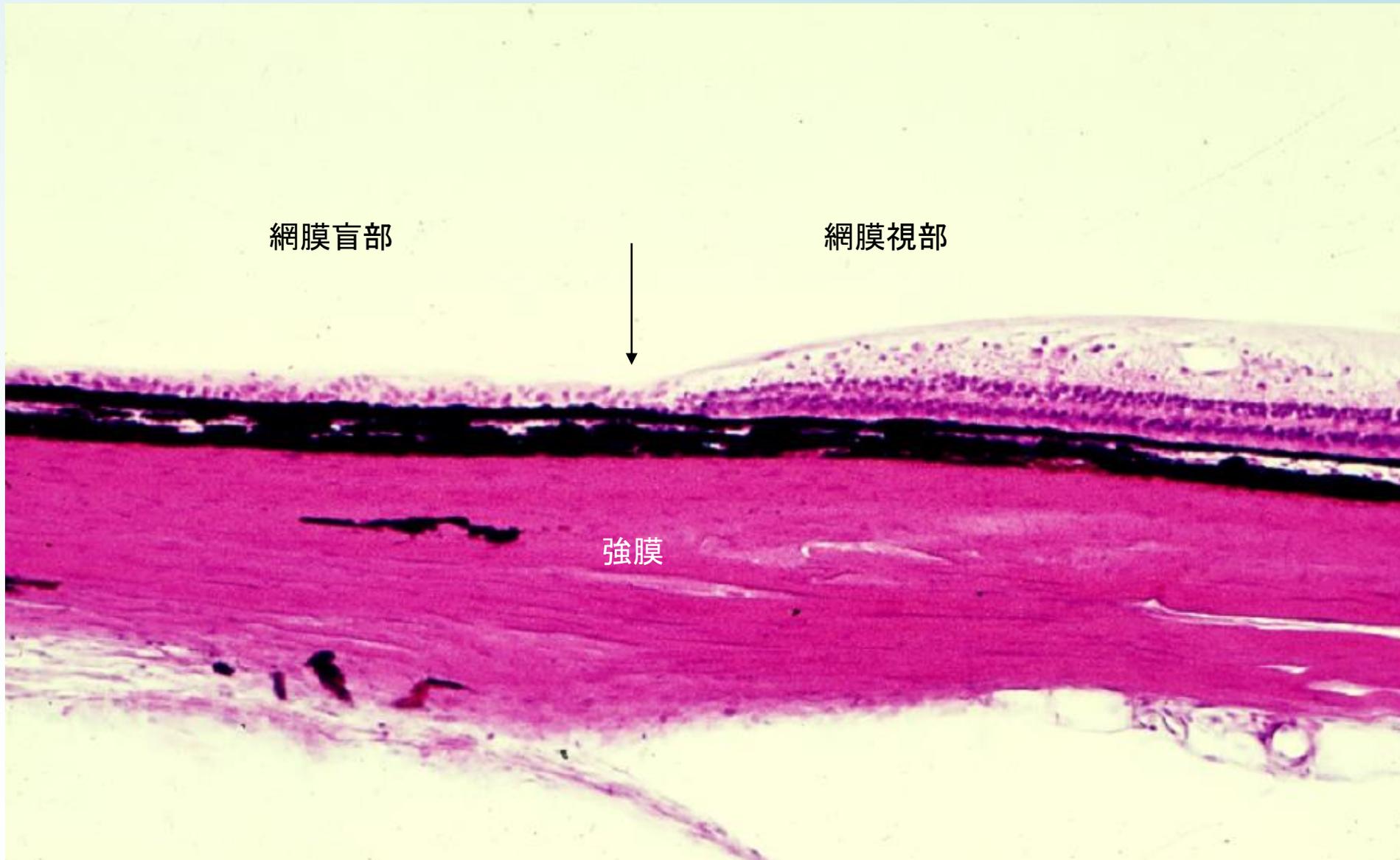


これは図 19-03 の眼球の網膜で、図19-01 の[4]の位置に相当する。(3) の神経細胞層の細胞が著明に少なくなっている。(6) ではヘンレーの繊維層はもはや認められない。

19-18 網膜 4. サル. H-E染色. x 160.



これは図 19-04 の眼球の網膜で、図19-01 の [5] の位置に相当する。(3) の視神経細胞はいよいよ少なくなっている。しかし (5) および (7) の細胞密度はあまり減っていない。(9) では錐状体はいよいよ太くなり、錐状体の間には桿状体が多数観察される。

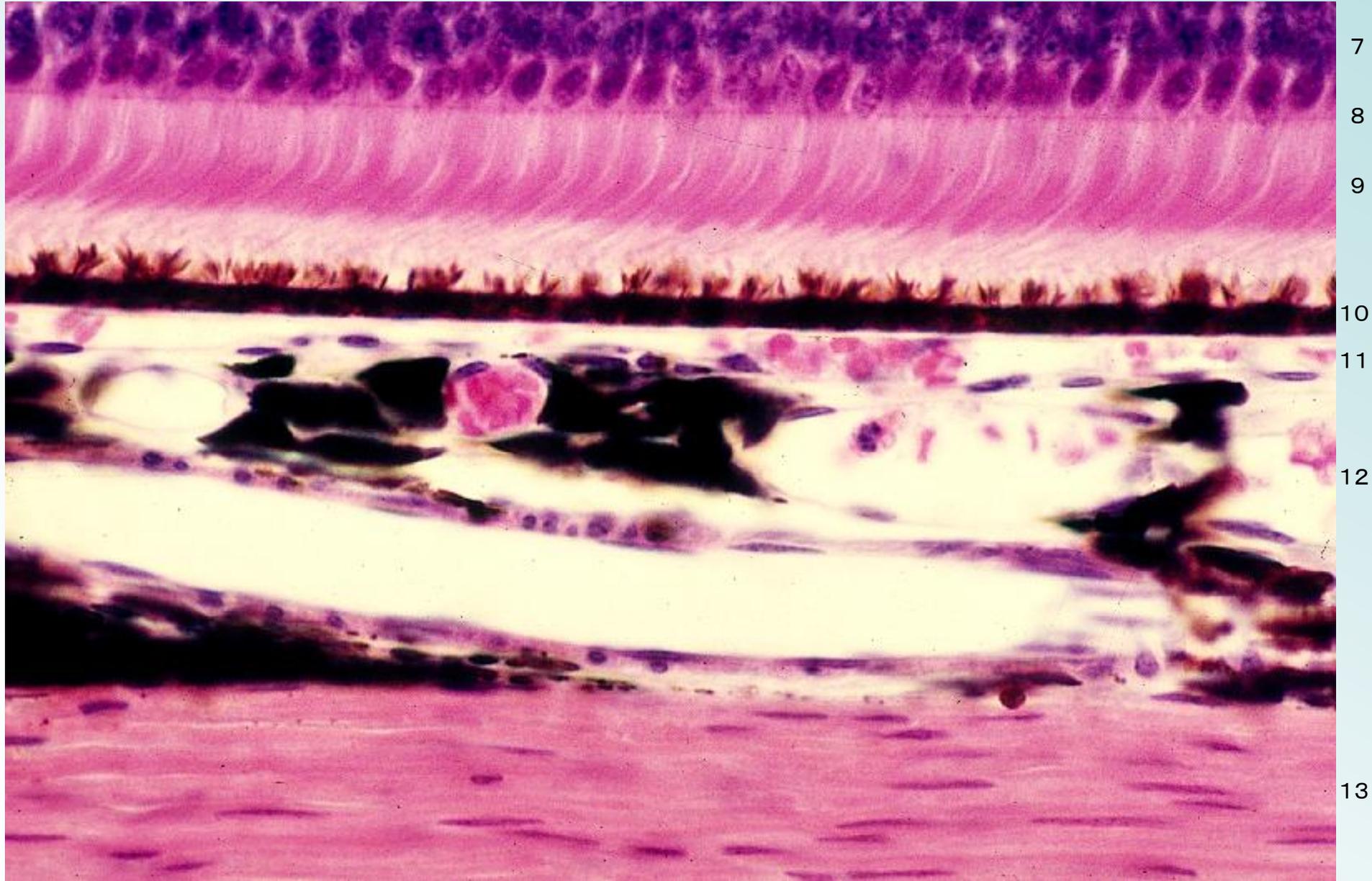


これは網膜視部と網膜盲部の境である鋸状縁で、図19-01の[6]にあたる。画面の中央部に網膜が横たわっており、その右半分は網膜視部、左半分が網膜盲部である。画面の中央部で、核が3列に並んでいる網膜視部が終わり、突然単層の円柱ないし立方上皮からなる網膜盲部となる。網膜色素上皮層は網膜視部の領域から網膜盲部の領域にそのまま続いて行く。

脈絡膜は網膜視部から網膜盲部へ移ると、血管の間に平滑筋繊維が出現し、これは前方に進むに連れて急速に増加し、全体として毛様体を構築する。

脈絡膜の下部に続く強膜は赤く濃染している

19-20 脈絡膜. サル. H-E染色. x 160.



19-21 視神経乳頭. サル. H-E染色. x 10.

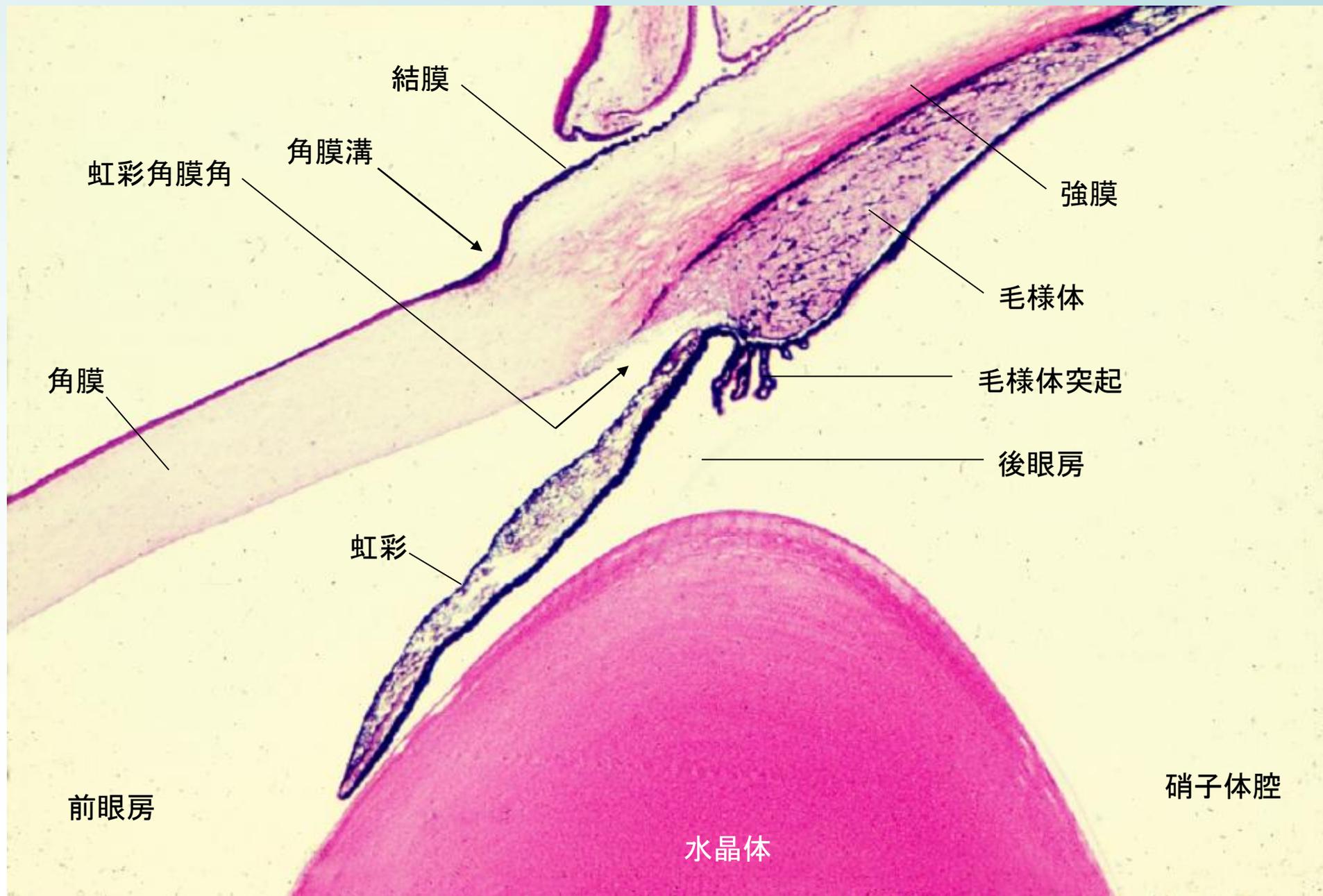


これは図 19-03 の眼球の視神経乳頭であり、視神経の出発部である。視神経の中軸部では、網膜中心動脈 (a) と網膜中心静脈 (v) が縦断されている。

視神経乳頭は、視神経繊維が集約する直径約 1.5mm の円形の白色の領域で、視神経繊維は網膜全域からここに集まって来て、ここで後方に向きを変え、網膜、脈絡膜、強膜を貫いて眼球の外に出て、1本の太い視神経となる。視神経乳頭の領域には錐状体細胞も杆状体細胞も存在しないので、この部位に入射した光は感知されない。

視神経線維が強膜を貫く部位では、強膜の膠原繊維束の配列が疎となり、全体として篩状を呈するので強膜篩板 (lamina cribrosa) と呼ばれる。(続きは解説へ)

19-22 虹彩角膜角 1. サル. H-E染色. x 6.0.

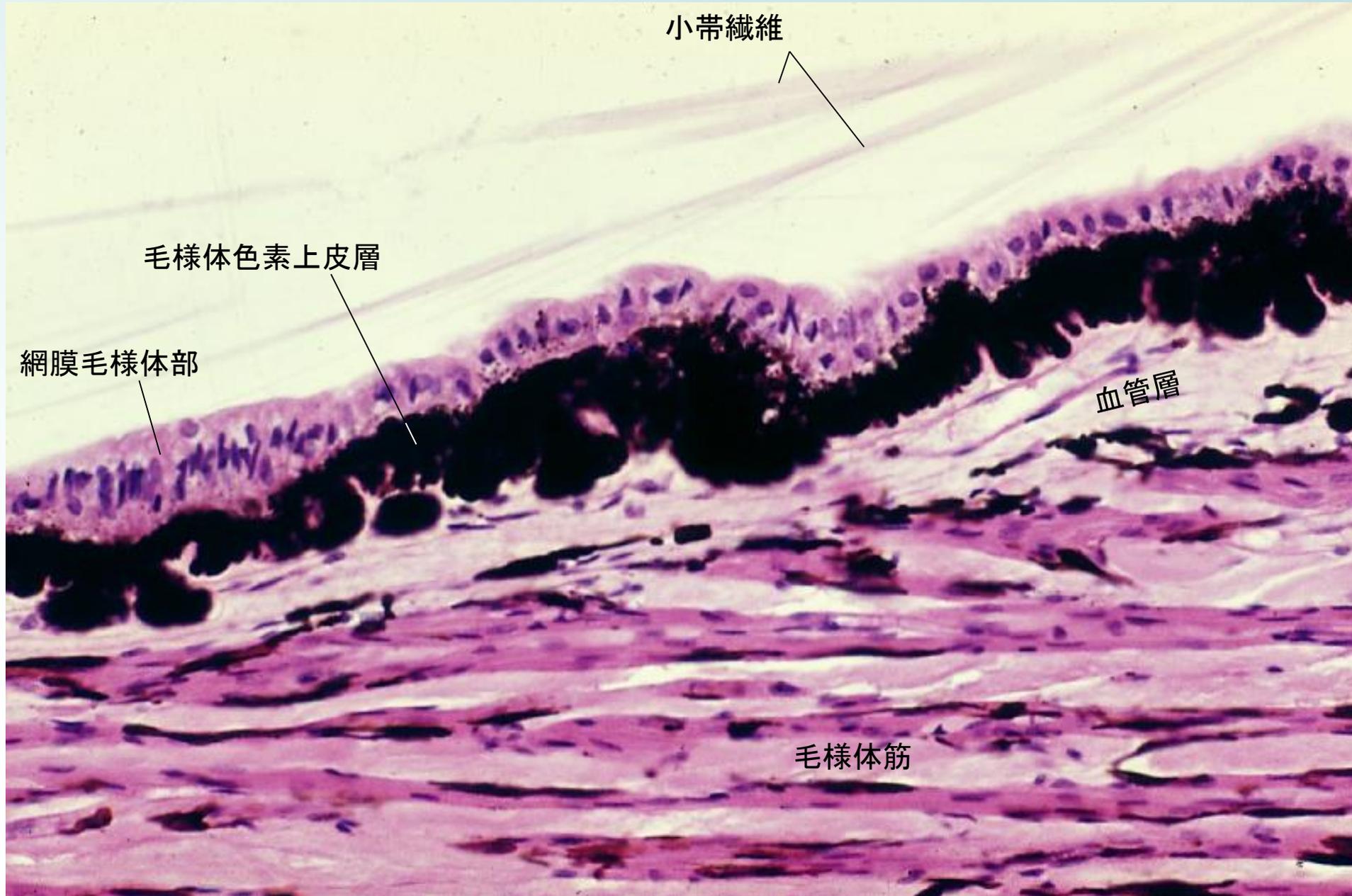


これは図 19-04 の眼球の虹彩角膜角の写真である。画面の右上から左下方に伸びる赤く染まった部分が強膜で、その赤みが消えて薄い桃色となり、左下方に伸びている部分が角膜である。

強膜の右下面に接している細長い直角三角形の桃色の構造物が毛様体で、その左下端から虹彩が左下方に伸びて、水晶体の前面に達している。画面下部中央の濃い桃色に染まった大きな物体が水晶体である。毛様体の下端で虹彩の付け根の右側から突出している小さな突起は毛様体突起である。虹彩の付け根と角膜および強膜が挟む角が虹彩角膜角である。

毛様体は脈絡膜の前方に続く部分で、その前端は角膜と強膜の結合部に達している。

19-23 網膜毛様体部. サル. H-E染色. x 64.



これは毛様体の表層部を示す写真である。画面の下部は毛様体筋層で、その上の狭い隙間が血管層である。血管層の右上部には比較的大きな静脈の縦断面が見られる。最上部の真っ黒い細胞層と桃色に染まった胞体を持つ細胞の層が網膜毛様体部で、メラニン顆粒が充満した真っ黒い細胞の層が毛様体色素上皮層であり、表面の明るい桃色に染まった胞体を持つ単層の円柱ないし立方状の細胞が網膜毛様体部である。

画面上部の空白部は後眼房で、その中を左下から右上方に走る繊維状のものは小帯繊維で、これは網膜毛様体部の細胞の表面を被う基底膜に付着している。

19-24 毛様体と水晶体赤道部. サル. H-E染色. x 25.



画面の左側は水晶体の赤道部であり、画面の右側は毛様体、毛様体突起、および虹彩の付け根である。

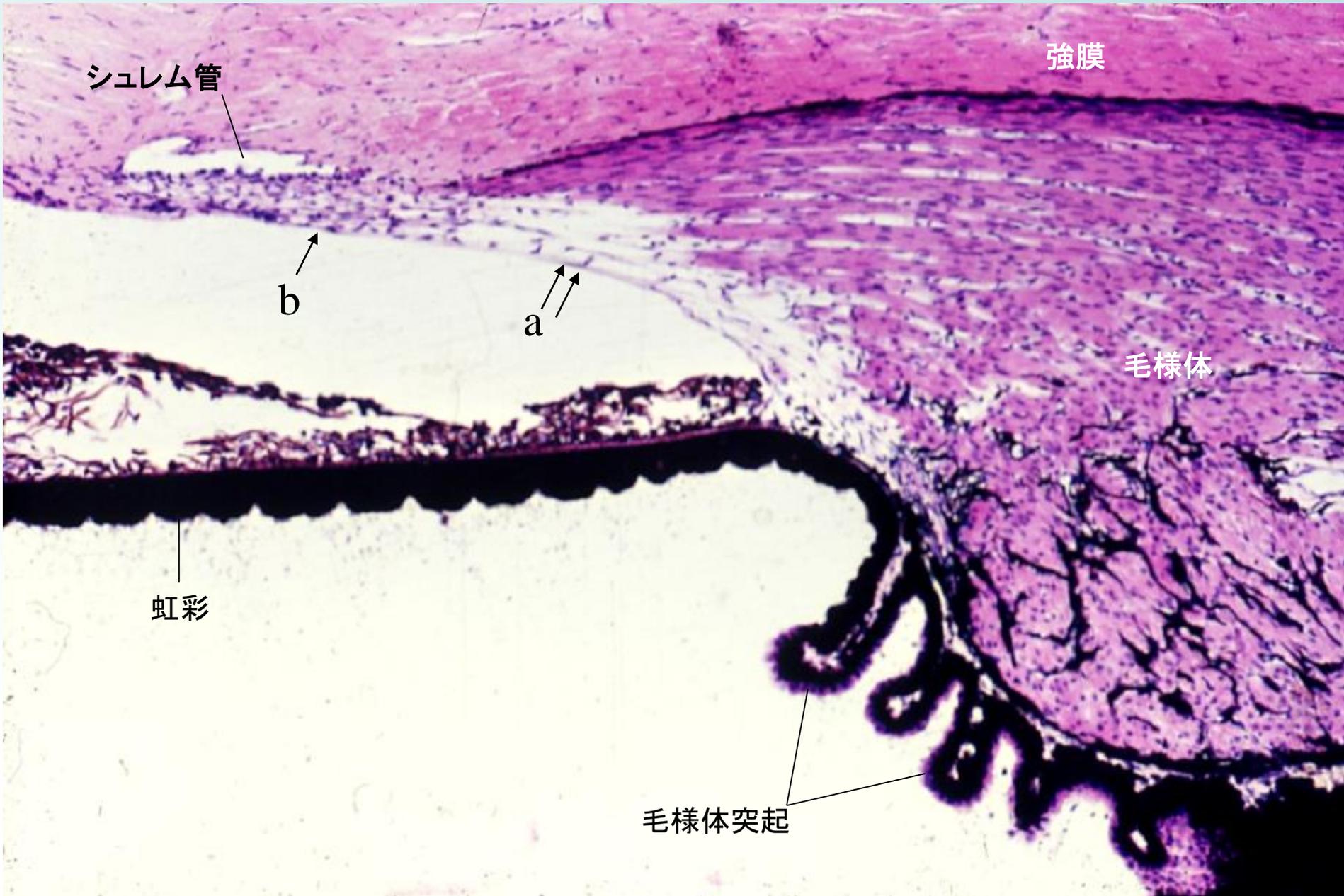
水晶体の右上部から右下方の毛様体の表面に向かって伸びる繊維状のものは、毛様小帯(チン氏帯)で、これは水晶体と毛様体の表面とを結びつける繊維である。画面中央下部の2個の矢印は、硝子体の前面を限界していた硝子体膜の残遺物である。この硝子体膜よりも上方の空白部が後眼房である。

毛様体では下内側の輪走平滑筋群と上外側部の放線状ないし経線状繊維群が区別される。

水晶体では、水晶体の前面(画面では上部)を被ってきた水晶体上皮細胞が、水晶体の赤道部で水晶体繊維に変わるところが示されている。

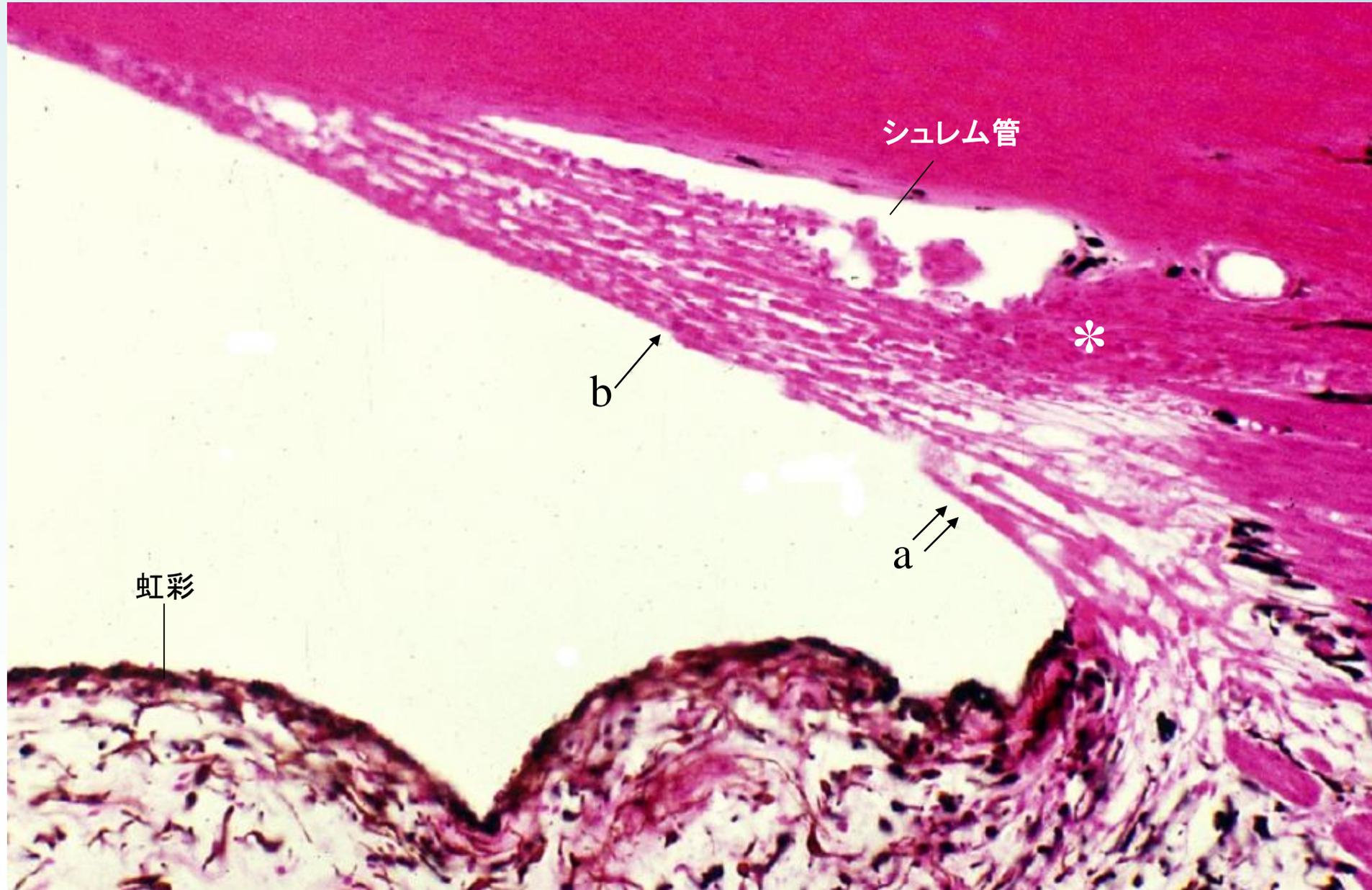
(続きは解説へ)

19-25 毛様体と虹彩基部. サル. H-E染色. x 30.



画面の上縁の右側の赤い部分が強膜、左側の桃色の部分が角膜である。強膜から角膜に移行した部位に横位の隙間が見られるが、これが強膜静脈洞(シュレム管)である。強膜の下に接する毛様体の上部では、平滑筋繊維は左上から右下方に向かって走っている。これが経線繊維(と放射繊維)で、これが収縮すると水晶体が四方に向かって牽引され、水晶体の厚みが減って、遠方に焦点が合うようになる。一方毛様体の右下部を占める輪走繊維(画面では横断されている)が収縮すると、毛様体全体の直径が小さくなり、水晶体を引っ張っているチン氏帯が緩み、水晶体はそれ自身の弾性でちじんで前後径が増し、近くに焦点が合うようになる。(続きは解説へ)

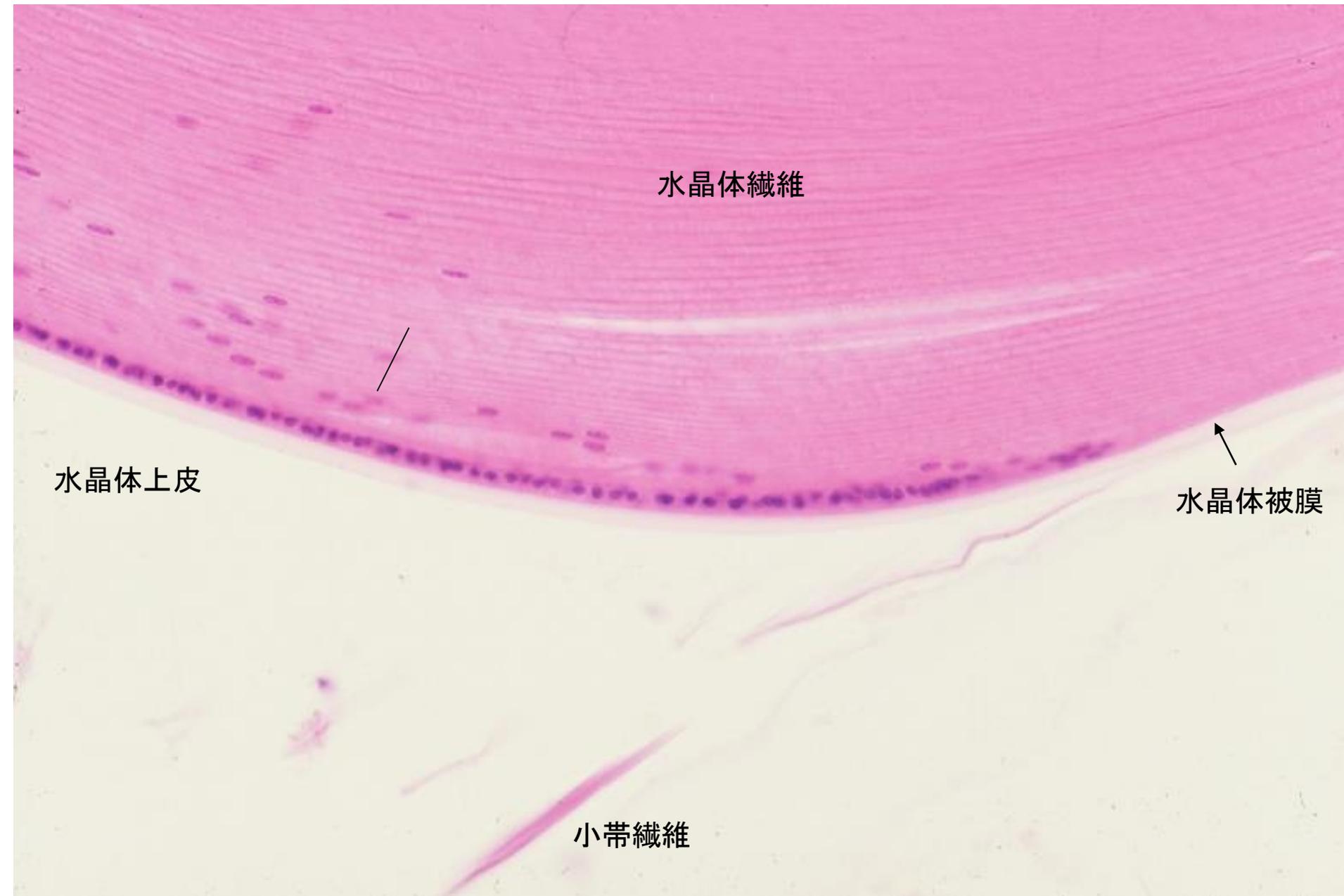
19-26 シュレム管. サル. H-E染色. x 40.



これは図 19-25 とは別の眼球の標本で、虹彩角膜角の諸構造が明瞭に識別される。

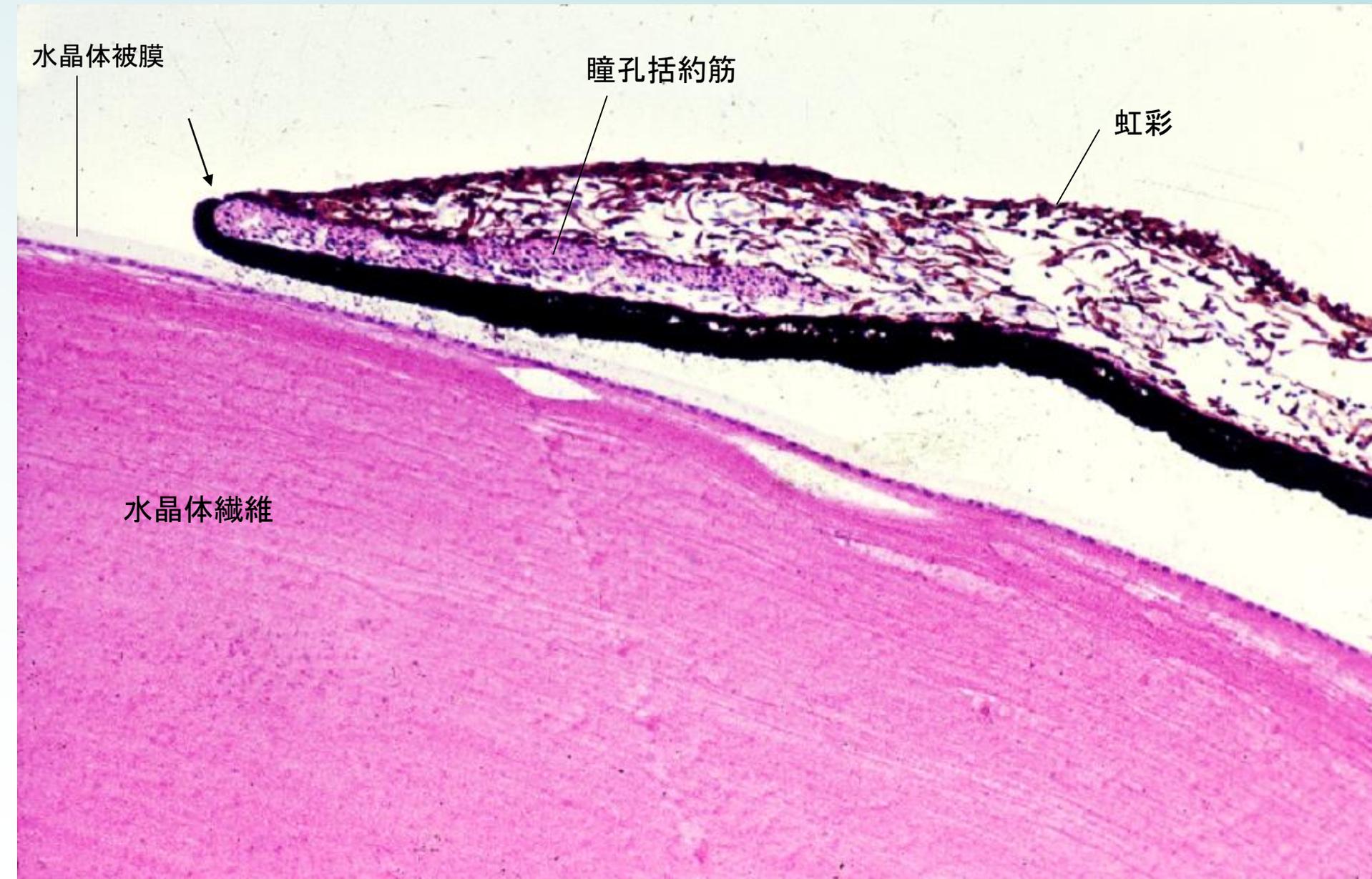
画面の下縁は虹彩で、その右端の上部が虹彩角膜角の櫛状靭帯の脈絡膜部(二重矢印 a)である。これを左上方にたどると、櫛状靭帯の強膜部(1本の矢印 b)に続き、その右上部にシュレム管が開いている。シュレム管の右下方に強膜の一部が突出している。これを強膜痕と呼ぶ(*)。

19-27 水晶体赤道部. サル. H-E染色. x 50.



これは水晶体の赤道部である。水晶体の前面は単層立方上皮である水晶体上皮によって被われている。水晶体上皮は水晶体の赤道部において前後方向に長い繊維状の細胞(水晶体繊維)となり、水晶体の実質を形成する。この写真は画面の左側から続いてきた水晶体上皮細胞が水晶体繊維に移行する部位である。水晶体の後面には上皮細胞は決して見られない。画面の下部中央の斜めの繊維は水晶体小帯であり、矢印は水晶体被膜である。

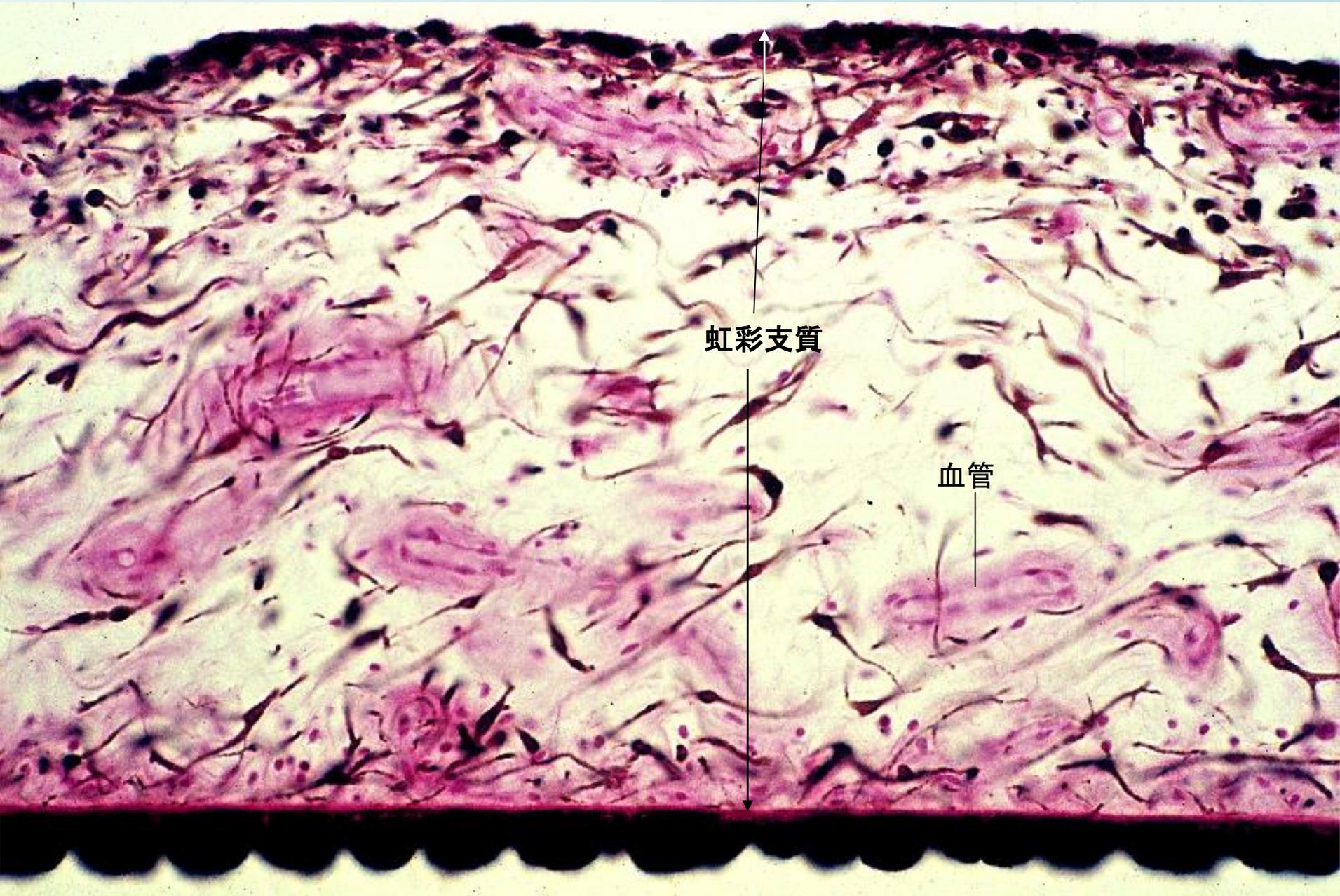
19-29 虹彩瞳孔縁. サル. H-E染色. x 30.



これは水晶体の前面に接触している虹彩の瞳孔縁部である。水晶体の前面には整然と水晶体上皮細胞が並び、さらにその表面を無色透明な水晶体包が被っている。(これも図19-04の眼球の写真である。)

虹彩の本体(虹彩支質)は大量の色素細胞で疎に構築された円盤で、その後面は前後2層の上皮細胞層によって限界されている。前面の上皮層は網膜色素上皮層の延長部であり、後面の上皮は網膜の延長部である狭義の網膜虹彩部である、両者は瞳孔縁のところで反転する(矢印)。この反転縁の右側に接して横断された平滑筋の薄い層が色素上皮層の前面に存在する。これが瞳孔括約筋である。この平滑筋は虹彩色素上皮層の細胞から発生したものである。

19-30 虹彩の全層. サル. H-E染色. x 50.



虹彩支質

血管

これは虹彩の全層で、上が前面、下が後面である。虹彩の本体は間葉細胞である色素細胞が疎にまとまった円盤であるが、虹彩の前面では特に色素細胞が密で、虹彩の前面を限界している。虹彩の内部は図のように多数の血管と色素細胞とが疎に入り混じった状態である。この部分を虹彩支質という。

虹彩の後面を限界するのは、発生学的には眼杯の内外2層の壁に由来する、2層の上皮層である。前面の細胞は眼杯外板である網膜色素上皮層の延長部で、虹彩色素上皮層と呼ばれる。後面の細胞は眼杯内板に由来する網膜そのもの延長で、狭義の網膜虹彩部と呼ばれる。この図で、虹彩の後面に半円形の凹凸が見られるが、これが網膜虹彩部である。
(続きは解説へ)

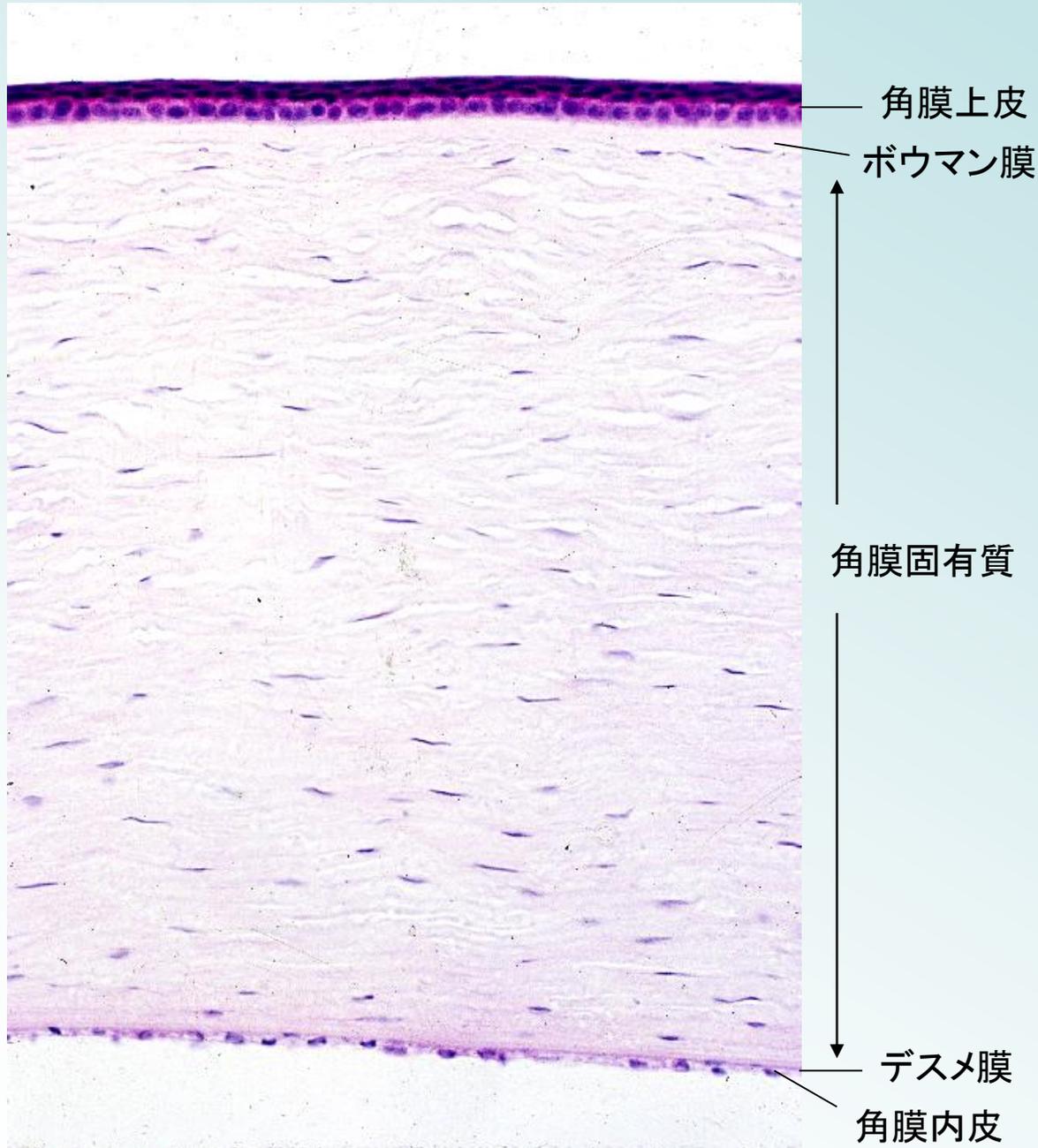
19-31 虹彩後部. サル. H-E染色. x 160.



これは虹彩後部の断面である。この図の上部約 2/3 は虹彩支質で、多数の色素細胞と色素を含まない繊維芽細胞によって疎に構築されている。図の下部約 1/3 が広義の網膜虹彩部で、その上半分が虹彩色素上皮層、下半分が狭義の網膜虹彩部(a)である、狭義の網膜虹彩部は網膜視部の延長で、単層の円柱ないし立方状の細胞からできているのであるが、その胞体はメラニン顆粒で密に充満されており、核の存在すら確認できない。

虹彩色素上皮層の細胞は、狭義の網膜虹彩部に向かい合う後面側の半分(b)はメラニン顆粒に満たされているが、虹彩支質に向かう前面側の半分(c)は細胞質が細長い繊維状となって、瞳孔縁から虹彩の辺縁部に向かって放射状に配列する。(続きは解説へ)

19-32 角膜全層. サル. H-E染色. x 64.



角膜は眼球の前方部約 1/5 を構成する時計皿状の丈夫な膜で、直径約 11mm、厚さ約 1mm、曲率半径は約 7.8mm である。

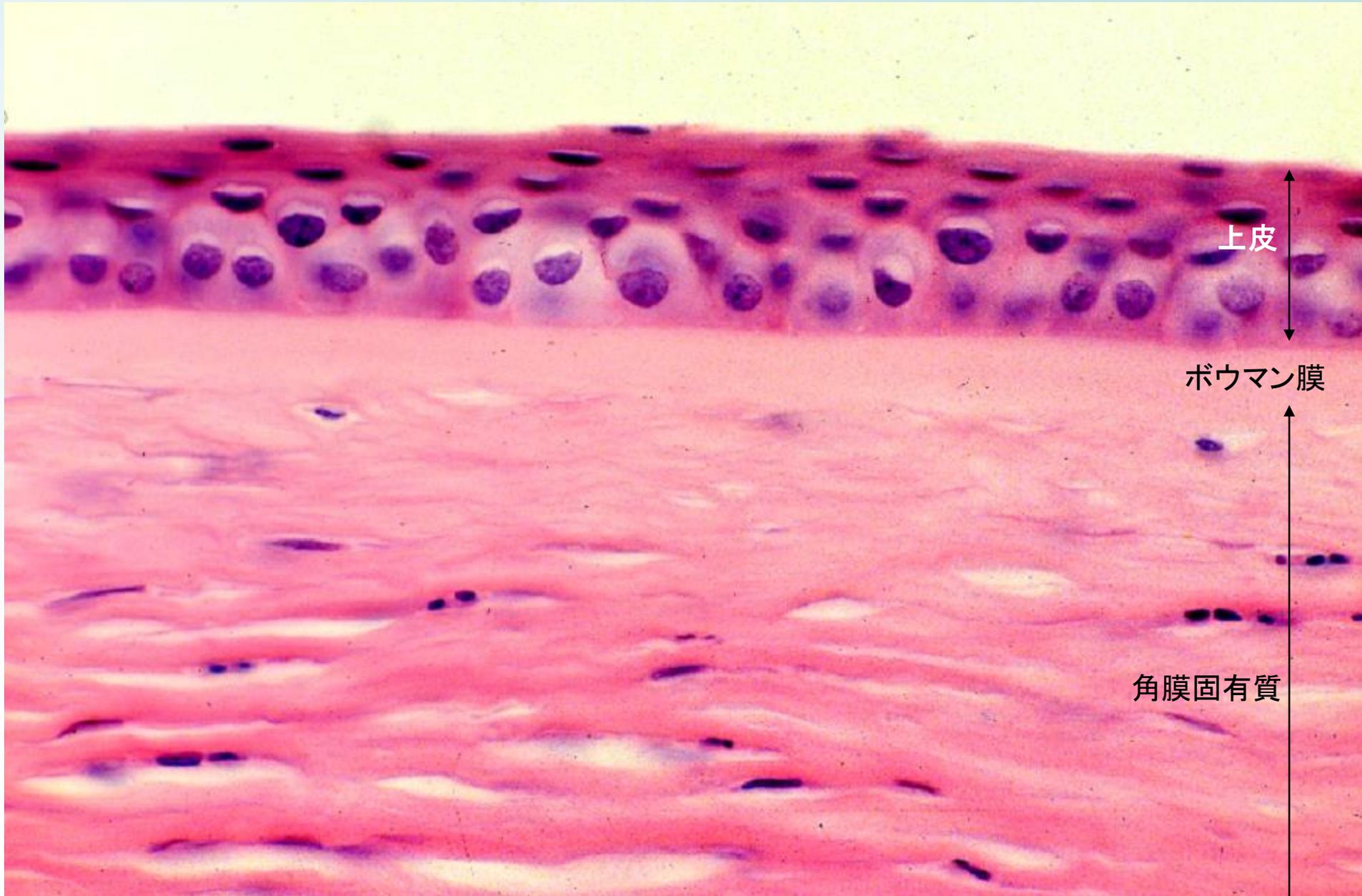
角膜は前面から後面に向かって、1) 角膜上皮、2) 前境界板、3) 角膜固有質、4) 後境界板および 5) 角膜内皮の 5 層からできている。

この図は図 19-04 の眼球の角膜の全層で、上が前方、下が後方である。

角膜上皮は角化しない重層扁平上皮で、5~6 層の細胞からなる。この上皮層を裏打ちする基底膜は非常に厚い均質無構造の層で、前境界板(ボウマン膜)と呼ばれる(図19-33を見よ)。

角膜固有質は角膜の厚さの約 90%を占める厚い層で、層板状緻密結合組織の典型である、角膜の表面に平行に広がる結合組織の層板が多数重積したものである。(続きは解説へ)

19-33 角膜前方部. サル. H-E染色. x 130.



これは角膜の前方部の写真である。

角膜の最表層は角膜上皮で、これは角化しない重層扁平上皮の典型である。図に見られるように、核の重なりは数層に過ぎない。基底部の細胞は円柱形であり、核の形も円形に近いが、上にあがるにつれて細胞の形は多角形になり、核の形は表面に平行な扁平楕円形となり、最表面の細胞は高度に扁平となり、核の形も扁平小楕円形となり、ヘマトキシリンに濃染する。

上皮を裏打ちする基底膜は、厚さ数 μm の均質無構造の膜であり、ボウマン膜(前境界膜)と呼ばれる。

(続きは解説へ)

19-34 角膜後方部. サル. H-E染色. x 160.

これは角膜の後方部の断面である。

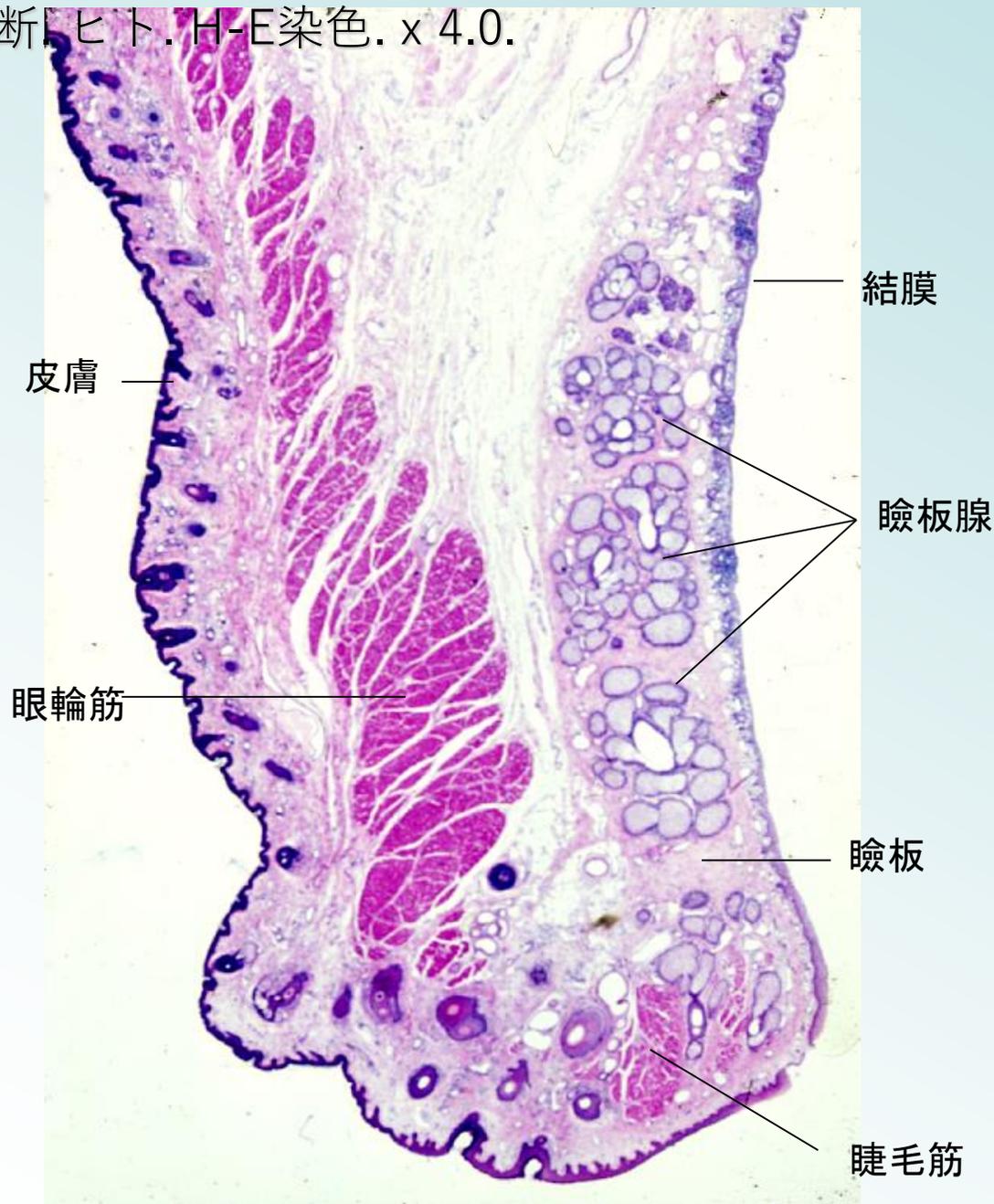
角膜の後面は単層扁平上皮様の角膜内皮で縁取られ、この標本では白く抜けて見える後境界膜(デスメ膜)で裏打ちされている。この画面では、角膜固有質の膠原繊維の間の液間隙は少数である。

角膜固有質

角膜内皮

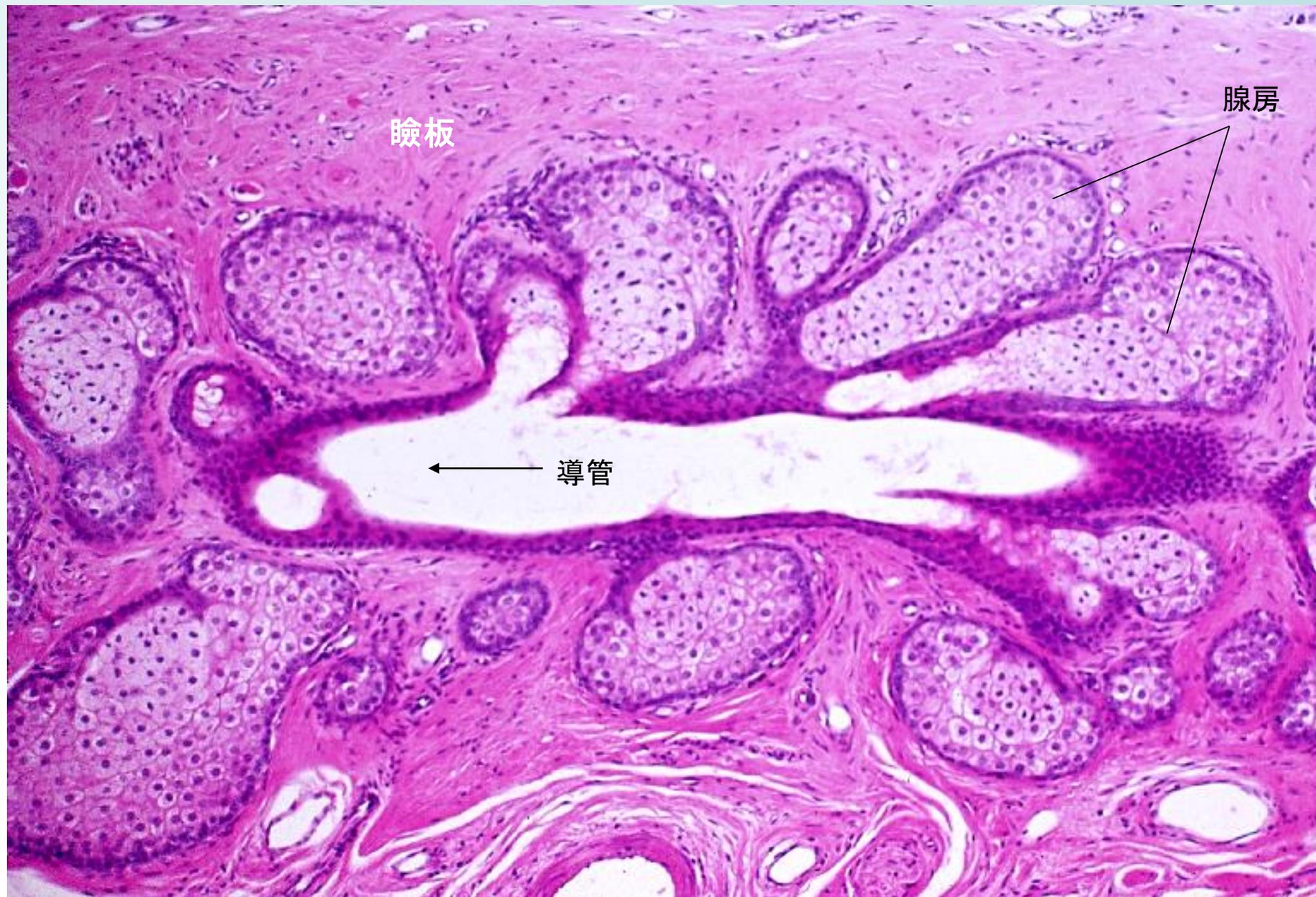
デスメ膜

19-35 眼瞼 矢状断 ヒト. H-E染色. x 4.0.



眼瞼は眼球の前方を上下から被って眼球を保護している皮膚の薄いヒダである。上下の眼瞼の間隙を眼裂という。眼瞼の芯を作っているのは、前方では眼裂を取り巻いている骨格筋である眼輪筋であり、後方では交織性緻密結合組織からなる薄い板状の軟骨である瞼板(Tarsus)である。眼瞼の前面は薄い皮膚で被われ、後面は結膜(眼瞼結膜 *Conjunctiva palpebrae*)で被われている。結膜は重層円柱上皮であり、これは眼瞼の上縁および下縁で反転して眼球結膜に移行する。眼瞼の前面の皮膚には細い毛(産毛)が生えており、これに付属する小さな皮脂腺および小さな汗腺が存在する。真皮および皮下組織は薄く、繊細な膠原繊維からなる。

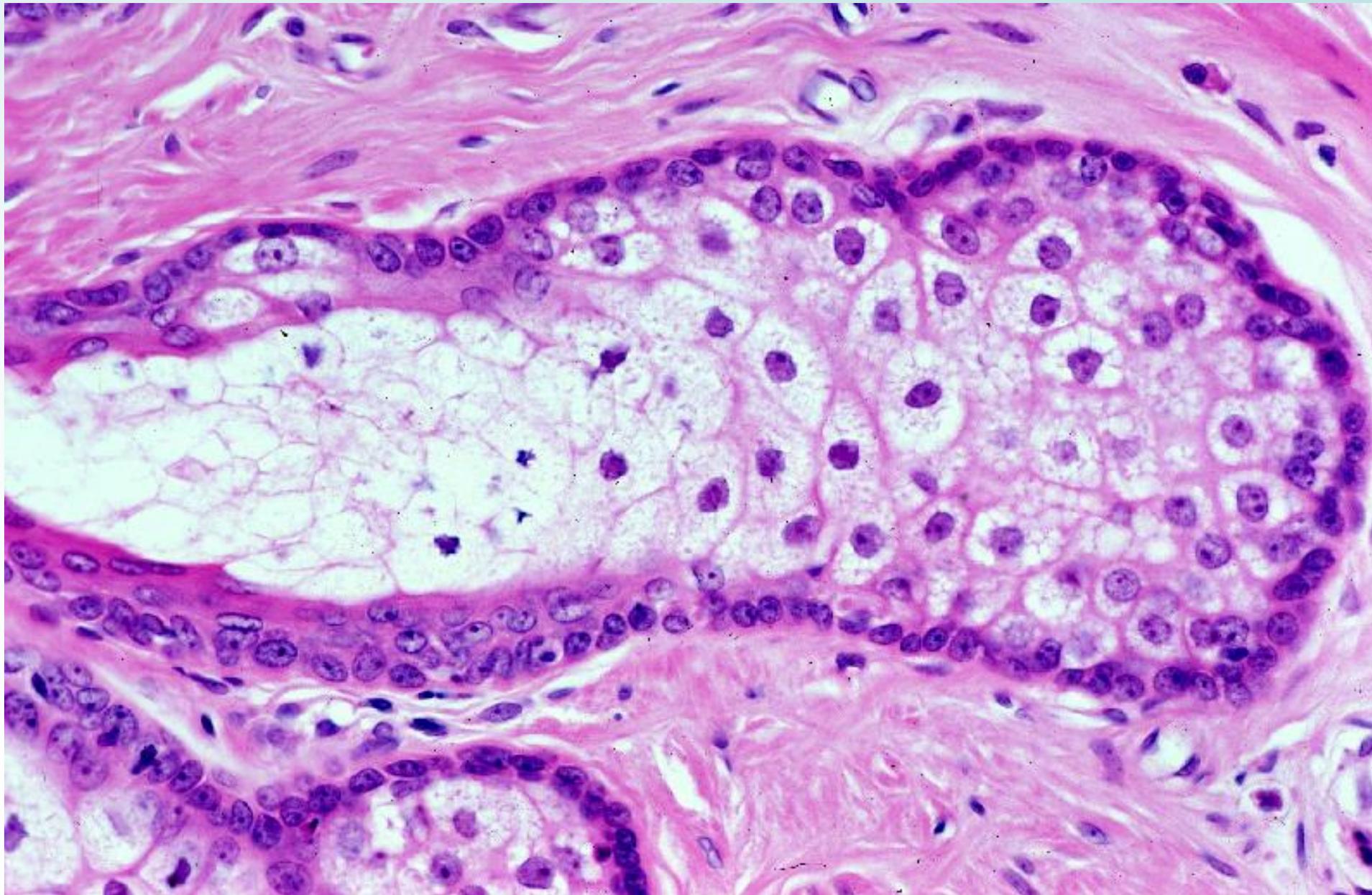
19-36 瞼板腺 ヒト. H-E染色. x 10.



上下の眼瞼の骨格を作っているのは、交織性緻密結合組織の薄い板(軟骨板)である瞼板である。瞼板の中には眼瞼裂に直角に、整然と1列に並んだ瞼板腺が存在する(上眼瞼では30~40本、下眼瞼では20~30本)。

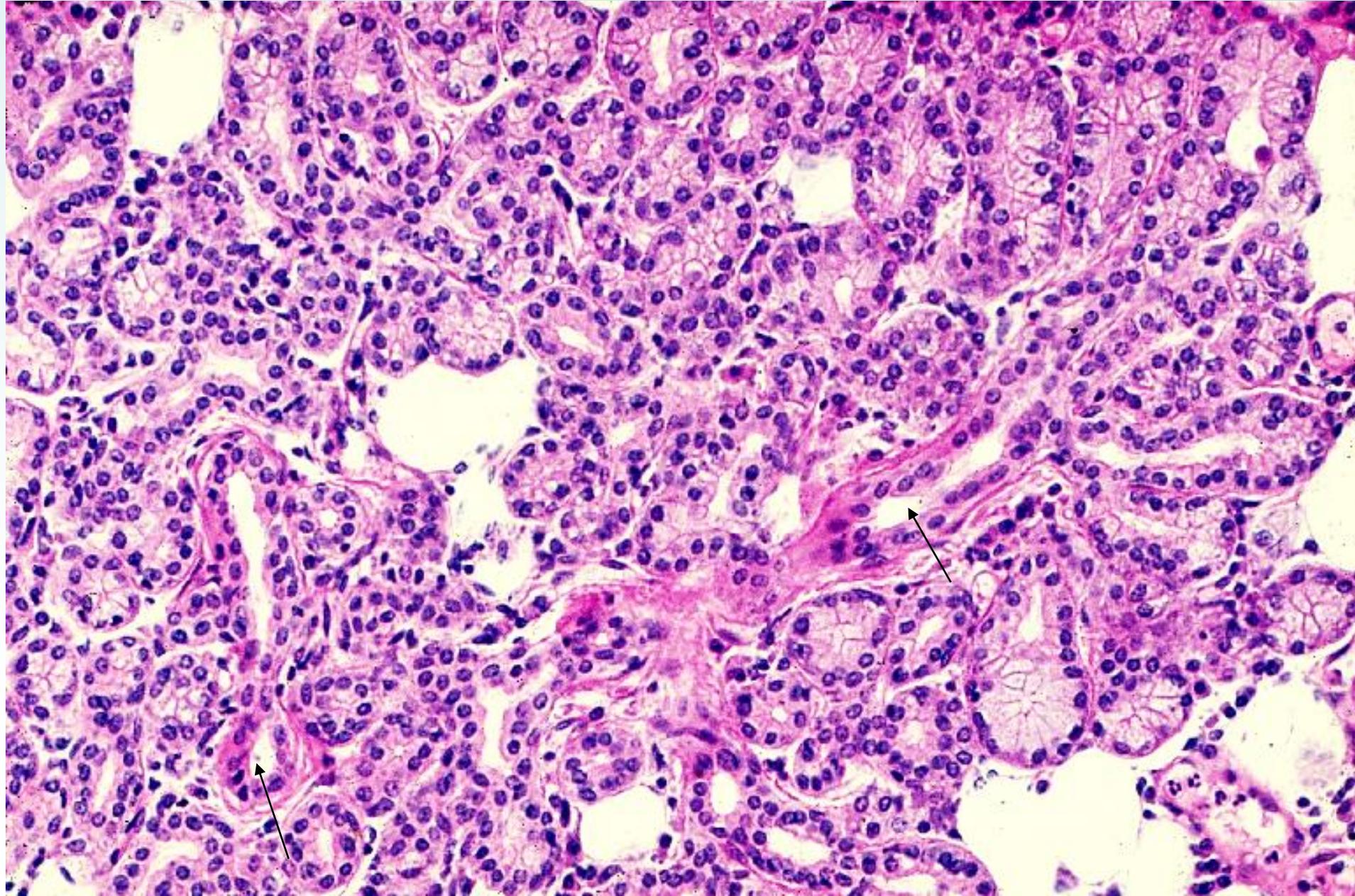
瞼板腺は、瞼板を上下方向に貫く導管に向かって多数の腺房が開いている一種の脂腺で、腺房の構造は皮脂腺に酷似する。その導管は後眼瞼縁に開口する。この図は1本の導管の縦断面で、図の左側が開口部に近い。この導管にむかって多数の腺房が開いている状態がよく分かる。

19-37 瞼板腺 2. ヒト. H-E染色. x 100.

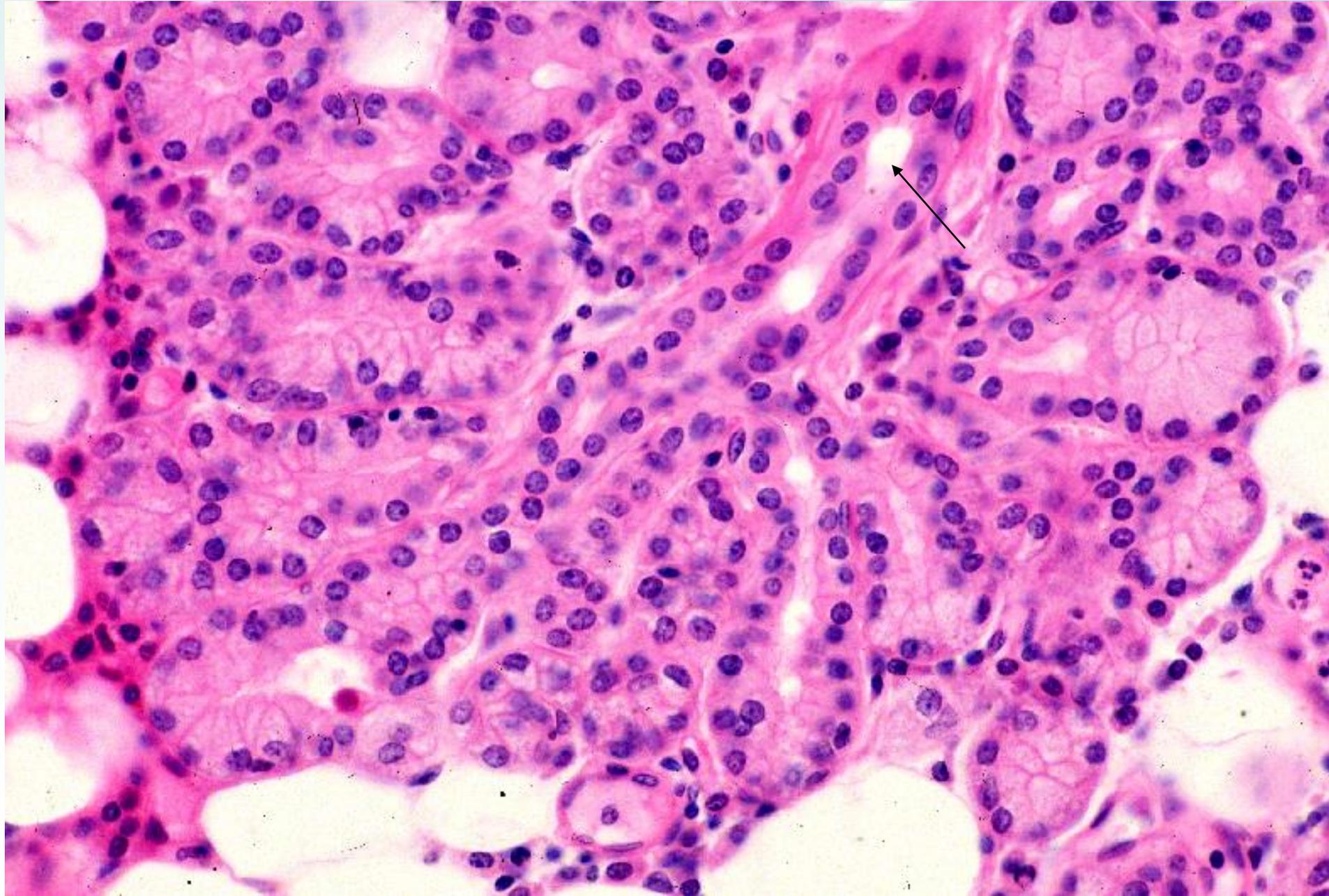


これは瞼板腺の1個の腺房である。図の右端から左方に向かって上皮細胞が胞体内に脂肪滴を蓄え、核が濃縮してやがて消失し、細胞そのものが脂肪滴に満たされた分泌物として分泌される過程が連続的に観察される。

19-38 涙腺 1. ヒト. H-E染色. x 64.



19-39 涙腺 2. ヒト. H-E染色. x 100.

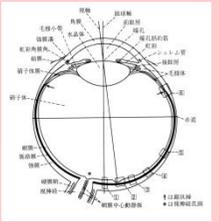


これは図 19-38 とは別の個体の涙腺である。基本的構造は図19-38 と全く同様である。矢印は導管の起始部である。

解説 - 19 視覚器

- ・ 視覚器は光の受容器である眼球と、その附属器からできている。

解説 - 19-01 眼球の構造を示す模式図 (右の眼球の水平断)



- ・ 眼球は前端に半球形の突出部を持った直径約 24mm の球状の構造物である。眼球の前端(前極)と後端(後極)を連ねる直線を眼球軸という。眼球軸を含む平面が眼球の表面と交わる線を経線、眼球軸に直交する平面が眼球表面と交わる線を緯線といい、その最大のものを赤道という。眼球後極の約 3mm 内側(鼻側)で、約 1mm 下方から視神経が出る。左右の眼球の構造は、顔面の正中線を挟んで左右対称である。眼球では内側を鼻側(nasal)、外側を耳側(temporal)という。
- ・ 眼球は眼球壁と、その中を満たす内容物からなり、眼球壁は外から眼球繊維膜、眼球血管膜および眼球内膜(網膜)の 3 層によって構築されているが、これらのうちで光を感知するのは網膜(の視部)のみである。角膜と眼球の内容物である眼房水、水晶体及び硝子体は光を屈折する媒質である。
- ・ この図は右側の眼球の水平断に基づく模式図に、各部の名称を記入したものである。
- ・ 眼球の前極と後極を結ぶ線を眼球軸という。一方視覚の最も鋭敏な網膜中心窩は、眼球後極から約 1mm 外側(耳側)に位置しているから、中心窩と水晶体の中心を連ねる線(視軸)は眼球軸に対して若干鼻側に傾いている。
- ・ 光が網膜視部に達するまでの途中に存在する角膜、前眼胞を満たす眼胞水、水晶体、および広い硝子体腔を満たす硝子体は、全て完全に無色透明である。
- ・ 図中に 1、2、3、4、5、6 と指示されている部位の写真が、図 19-08、図 19-12～図19-19 に示されている。
- ・ この図は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。
- ・

解説 - 19-02 眼球の構築を示す表

		前部	後部
眼球壁	眼球繊維膜	角膜	強膜
	眼球血管膜	虹彩と毛様体	脈絡膜
	眼球内膜	網膜盲部*	網膜(視部)
内容物		網膜虹彩部と網膜毛様体部	硝子体
		眼房水と水晶体	

*網膜盲部は虹彩と毛様体の構成要素となっている。

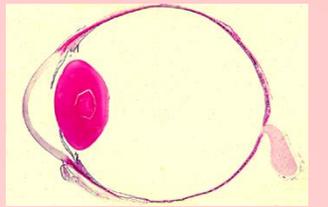
- ・ 眼球は、眼球壁とその中を満たしている内容物とでできている。眼球壁は外側から、1)眼球繊維膜、2)眼球血管膜、3)眼球内膜の3層からなる。眼球壁も内容物も、眼球の前方部と後方で異なっている。これらを纏めたのがこの表である。
- ・ 眼球内膜は、発生の早期に、将来間脳になるべき間脳胞の腹外側壁から膨れ出した眼胞に由来するもので、脳の一部である。この眼胞は遠位側が近位側に陥没して内外二重壁の眼杯となり、内側(うちがわ)の壁が網膜に、外側(そとがわ)の壁が網膜色素上皮層となる。眼杯と間脳胞とを繋ぐ眼杯茎は、発生が進むと網膜の視神経細胞から出て間脳に達する視神経繊維によって満たされて視神経となる。網膜の主体をなす、光を感じる部分は網膜視部と呼ばれる。
- ・ 水晶体は、眼胞が膨れ出して表皮の外胚葉と接した後、眼杯となって眼胞の遠位側が陥没するときに、これに引かれるようにして表皮の外胚葉がふくろ状に陥没し、最終的に表皮との繋がりが切れて、完全閉鎖性の球状の袋となって表皮下に埋没した水晶体胞から形成される。
- ・ 眼球を構築する諸構造のうちで外胚葉性のものは、角膜の表面の上皮、水晶体、網膜視部、および虹彩と毛様体の上皮性部(網膜盲部)のみであって、角膜の本体、眼球の強膜、脈絡膜、および虹彩と毛様体の実質ならびに硝子体は、全て眼杯と水晶体の周囲を包む間葉組織から形成される。
- ・ この表は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

解説 - 19-03 眼球 1. サル. H-E染色. x 1.2.



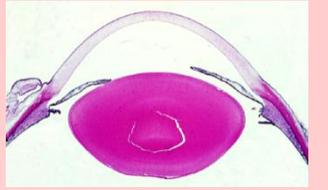
- ・ これはサル(ジャワザル)の右の眼球の水平断の全景である。左方が前方、右方が後方である。
- ・ 前端部の桃色の半球状の部分が角膜 (cornea)で、その右側(後方)の腔所が眼房水で満たされている前眼房である。前眼房の後部に濃い桃色に染まった両凸レンズ形の水晶体 (lens cristalina) が位置し、その前面に接して入射光の量を調節する絞りである虹彩 (iris) が存在する。虹彩の付け根に存在する細長い直角三角形の濃染部は毛様体 (corpus ciliare) である。水晶体の後方は硝子体 (corpus vitreum) で満たされた広い腔所、硝子体腔 (cavum vitreum) であり、硝子体腔の周囲を閉ざしているのが狭義の眼球壁である。眼球の後端から後下方に伸びる太い神経が視神経 (nervus opticus) である。視神経は、その本質が末梢神経ではなく、中枢神経系の伝道路路であるから、視索 (tractus opticus) とも呼ばれる。視神経の出発部の上方に眼球壁の内層が外に向って凹んでいる場所がある。これが中心窩 (fovea centralis) である。この中心窩の写真が図 19-12 と図 19-13 に示されている。
- ・ この標本は昭和 63 年、1988年 に製作された。
- ・

解説 - 19-04 眼球 2. サル. H-E染色. X 1.6.



- ・ これは1964年(昭和 39 年)にできたサルの右の眼球の水平断の全景である。すでにかかなり褪色しているが、できた当初は驚嘆に価する美しい標本であった。この標本は切片が薄く、H-E 染色の色調が美しかったので、各部の拡大写真がこの『19 視覚器』の中に多数採用されている。

解説 - 19-05 眼球前方部. サル. H-E染色. x 2.0.



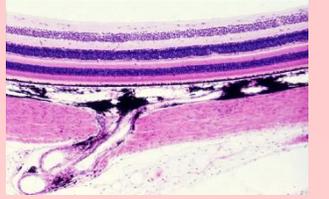
- これは図 19-04 の眼球の前方部である。中央上部に半球状に突隆しているのが角膜で、その下方にある大きな桃色に濃染した両凸レンズ形の物体が水晶体である。水晶体の上面(実際は前面)に付着している薄い舌状のものが虹彩で、虹彩の付け根から後外方に伸びる桃色の細長い直角三角形が毛様体である。毛様体から突出している小さい突起が毛様体突起である。水晶体の後方は硝子体腔である。毛様体の外周に接する濃赤色の部分が強膜で、この赤みが急に薄く桃色に変化した所から前方が角膜である。この画面の範囲では、強膜の表面は眼球結膜で被われている。

解説 - 19-06 眼球後方部. サル. H-E染色. x 4.0.



- ・ 画面の上部の空白部は硝子体腔で、その下方を限っているのが眼球後壁である。眼球後壁の中央やや左側から左下方に伸びているのが視神経であり、視神経が網膜を去る部位を視神経乳頭という。この図で視神経乳頭の数cm 右側(耳側)に、網膜が「すりばち」形に凹んでいる部位がある。これが網膜中心窩である。この画面では眼球壁の外層(強膜、濃赤色)、血管膜(真っ黒の中に点々と血管が抜けて見える)、および内層(網膜視部)が明らかに識別できる。
- ・ この写真も19-04 の眼球の写真である。

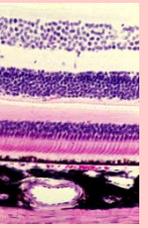
解説 - 19-07 眼球後壁. サル. H-E染色. x 30.



眼球壁の内層の網膜視部は厚く、最表層の内境界膜から、視神経繊維層、視神経細胞層、内網状層、内顆粒層、外網状層、外顆粒層、錐状体杆状体層、および網膜色素上皮層が識別できる。

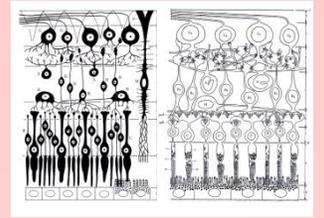
- ・ 脈絡層では網膜に接する脈絡毛細血管板、および血管板が区別される。
- ・ 最外層は厚い桃色の強膜で、この画面では長後毛様体動脈が強膜を貫いて脈絡膜の中に進入する像が明らかである。
- ・ これも19-04 の眼球の写真である。

解説 - 19-08 網膜 1. サル. H-E染色. x 100.



- ・ これは図 19-04 の眼球の中心窩のやや耳側の部分（図 19-01 の[3] の部分）の網膜である。
- ・ 網膜を構成する細胞の配列は非常に規則正しくて、硝子体腔に接する表面から、1) 内境界膜、2) 視神経線維層、3) 視神経細胞層、4) 内網状層、5) 内顆粒層、6a) 外網状層、6b) ヘンレ繊維層、7) 外顆粒層、8) 外境界膜、9) 錐状体・杆状体層、10) 網膜色素上皮層、が整然と平行に並んでいる。この図では更にその外側に 11) 脈絡毛細血管板、12) 血管板、13) 強膜が明瞭に観察される。
- ・ 6b) は、中心窩を遠ざかるにつれて薄くなり、ついには確認できなくなる。8) は 錐状体細胞および杆状体細胞の細胞体と、その突起である 錐状体および杆状体の境界線であり、これは特殊な支持細胞であるミュラー細胞の突起によって形成される。
- ・ 光を感知する構造物は、7) に核を持つ 錐状体細胞および杆状体細胞の突起である 錐状体と桿状体で、これらは 9) を構成している。錐状体細胞および杆状体細胞の中枢に向かう軸索は 6b) のヘンレ繊維層を形成して、一定の距離を中心窩から遠ざかるように走り、ここで表層に向かって立ち上がり、小さい膨らみを作って終わる。これに向かって 5) に核と胞体を置く双極神経細胞の末梢性軸索が来てシナプスを作る。ここが 6a である。この図で 6a の中央部に点々と一列に並んでいる小さな桃色の点が、ヘンレ繊維の末端の膨らみである。双極神経細胞の中枢性の軸索は表層に向かい、ここで視神経細胞の末梢性突起とシナプスを作る。ここが 4) である。3) を構築している視神経細胞の中枢性軸索は視神経線維として表面に平行に走って 2) を形成し、視神経乳頭に集まって網膜を去り、視神経として間脳の中の終止核(外側膝状体)に達する。
- ・ このように、光を感知して生じた神経性興奮は、光が入射する方向と逆行して網膜の最表層に達し、視神経を經由して間脳に達するようになっている。
- ・ この複雑な関係を明らかにしたのは光学顕微鏡時代はゴルジーの鍍銀法による研究であり、更にこれを确实正確にしたのが、電子顕微鏡による観察であった。これを図 19-09 に示す。

解説 - 19-09 網膜の構造. 模式図. ゴルジー法と電顕観察



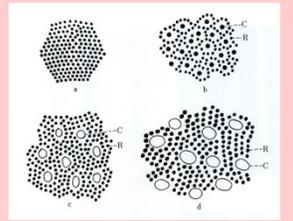
- これは網膜における細胞の配列とシナプス関係を示す模式図で、左半分がゴルジー鍍銀法に基づく像であり、右半分は電子顕微鏡観察に基づく像である。図 19-08 で述べられている 3 種類の細胞の配列とシナプス関係が正確に理解できる。左図はPolyak, 1941 により、右図はDowling & Boycott, 1966 およびYong, 1971 に基づいて作図した。
- われわれヒトの視覚には、明暗の感知と、色の識別および 2 点を 2 点と識別するという識別力との二つの要素がある。明暗の感知は専ら杆状体の機能であり、色の識別と 2 点の識別は専ら錐状体が担っている。中心窩の中央部には杆状体は全く存在せず、極端に細長くなった錐状体がぎっしり詰め込まれた形で配列している。中心窩から遠ざかると、錐状体は急速に減少し、これに反比例するように杆状体が急速に増加し、鋸状縁に近づくと、杆状体が主となり、錐状体は少数となる。
- われわれが外界の物体を詳細に観察しようとする、外眼筋の働きで、視線が必ず中心窩に達するように両眼の位置が定まる。こうすると 2 点の識別と色の判別は最も正確に行われるが、明暗の感知は全くできない。
- 左右の両図に共通な略字の説明：
1: 内境界膜。2: 視神経線維層。3: 視神経細胞層。4: 内網状層。5: 内顆粒層。6: 外網状層。7: 外顆粒層。8: 外境界膜。9: 錐状体杆状体層。10: 網膜色素上皮層。A: 無軸索細胞。B: 双極神経細胞。C: 錐状体細胞。G: 視神経細胞。H: 水平細胞。M: ミュラー細胞 (特殊支持細胞)。P: ミュラー細胞の小足 (これが横に連なって内境界膜を作る)。R: 桿状体細胞。c: 結合繊毛。i: 内節。o: 外節。ped: 錐状体細胞の小足。sph: 桿状体細胞の小足。
- 網膜色素上皮層の上皮細胞は、錐状体および杆状体の外節に向かう自由表面から多数の房状突起を出して、この突起の間に外節の遠位端部を挟んでいる。これが錐状体および杆状体の機能維持に不可欠の条件であることが近年明らかになった。
- この図は『図説組織学』(溝口史郎著、金原出版)より転載した。

解説 - 19-10 光の入射方向と興奮伝達方向

光の入射する方向	網膜の層構造	網膜を構築する細胞	興奮性興奮伝達方向
↓	1. 内網膜	d. 視神経細胞	↑
	2. 視神経線維層		
	3. 視神経細胞層		
	4. 内網状層	c. 双極神経細胞	
	5. 内網皮層		
	6. 外網状層	b. 錐状体細胞と杆状体細胞	
	7. 外網皮層		
	8. 錐状体・杆状体層	a. 色素上皮細胞	
	9. 色素上皮層		
	10. 網膜色素上皮層		

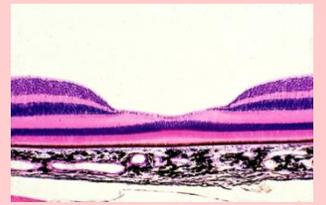
- これは網膜における光の入射方向と、光によって引き起こされた神経性興奮が伝達されて行く方向とを示した図である。これで見れば、光刺激を視覚性興奮に変換する錐状体および杆状体からすれば、それより内層の諸構造は全て鋭敏な識別を妨げるものといえる。このことが十分に理解されると、中心窩における特殊な細胞配列が容易に理解できる。
- この表は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

解説 - 19-11 網膜における錐状体と杆状体の分布



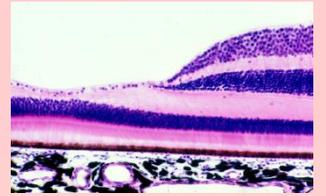
- ・ これは Young, R. W. が 1971年に発表したサルの網膜の各部における 錐状体と杆状体の分布図である。
- ・ 中心窩の中心部では、錐状体は通常の杆状体と同じ程度の細さで、ぎっしり詰まって配列しているが、中心窩の辺縁部では 錐状体はやや太くなり、その配列は急に疎となり、その間を埋めるように杆状体が配列している。中心窩の外周を取り巻く輪状の領域では、錐状体は著明に太くなって配列が疎となり、その間を杆状体がぎっしり埋めている。鋸状縁に近い網膜の最辺縁部では、錐状体は非常に太くなり(実際には太くて短くなり)、その間を杆状体が埋めるが、杆状体の密度も c に比べると低くなっている。
- ・ この図は『図説組織学』(溝口史郎著 金原出版)より転載した。

解説 - 19-12 網膜中心窩 1. サル. H-E染色. x 25.



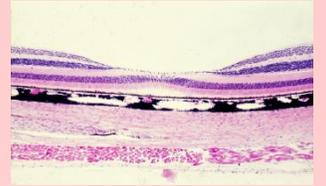
- ・ これは図 19-03 の眼球の網膜中心窩であり、左方が視神経乳頭側(鼻側)、右方が耳側である。
- ・ この切片は中心窩の中央を通っているので、網膜中心窩の構造が正確に理解できる。
- ・ 図 19-09～図19-11 で学習したように、中心窩は視力の最も鋭敏な部位であるが、それは、ここには極端に細くなった錐状体がぎっしり詰まっているからである。錐状体の体積はどこでもほぼ同じであるから、錐状体の直径が細くなれば長さは長くなる。それゆえ、中心窩の中心では 錐状体と錐状体細胞の境界線である外境界膜が硝子体腔に向かって軽度に盛り上がる。逆に、内顆粒層、内網状層、視神経細胞層、視神経繊維層など、鋭敏な視力を妨げる可能性のある諸構造は全て中心窩の辺縁部に移動しており、そのために内境界膜が外に向かって凹んでいて、内境界膜の底と外境界膜の頂との間には、少数の外顆粒層の核が介在するのみとなっている。外顆粒層の細胞の中枢性突起(軸索)が中心窩を遠ざかるように走ってヘンレの繊維層(*)を形成するのも、これと同じ理由である。

解説 - 19-13 網膜中心窩 2. サル. H-E染色. x 50.



- ・ これは図 19-12 の中心窩の耳側半分の拡大である。この切片は網膜中心窩の中央を通っているので、中心窩の実際がよく観察できる。何よりも著明なのは錐状体と錐状体細胞の境界線である外境界膜が中心窩の中央を頂点として高まっており、これに対向して網膜の内面の内境界膜がすり鉢形に陥凹していることである。中心窩の範囲では双極神経細胞の核の層である内顆粒層の核も、第三ニューロンの核の層である神経細胞層の核も、光の通過を妨げないように中心窩の辺縁部に偏移している。このように中心窩の中心部では水晶体を通過してきた視野の中心部からの光が、直接錐状体に入射するようになっているのである。錐状体細胞の軸索であるヘンレ繊維の層(*)が中心窩の周囲で厚く、これを離れると急に薄くなる理由もよく理解できる。
- ・ 網膜の外側(そとがわ)に接する網膜色素上皮層の細胞から出る多数の房状突起が、錐状体や杵状体の外節の先端部に接触していることも、明瞭に観察される。網膜色素上皮層の下(外側)に接する脈絡膜では、脈絡毛細血管板とその下の血管板が区別され、血管の間の空間は色素細胞で埋められている。

解説 - 19-14 網膜中心窩 3. サル. H-E染色. x 25.



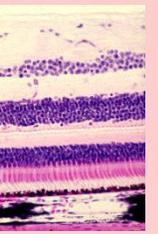
- ・ これは 19-04 の眼球の網膜中心窩である。この標本は 19-03 の標本より薄く切れているので、細胞の配列状態が 図 19-12 および図 19-13 よりよく分かる。この図で強膜の下に接している桃色の構造物は外眼筋の一つである下斜筋の断面である。この画面では網膜、脈絡膜、強膜の間に裂け目が無く、各層が整然と並んでいる。矢印は長毛様体神経である。

解説 - 19-15 網膜中心窩 4 . サル. H-E染色. x 64.



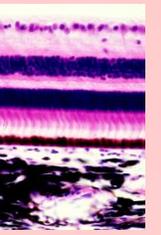
- ・ これは図 19-14 の網膜中心窩の耳側半分である。標本が薄いので、外境界膜の盛り上がりと内境界膜の陥凹とが非常によく分かる。更に中心窩の中央では、外顆粒層の核さえも左右に分散して、光が 錐状体に直接あたることを助けている。中心窩の中央を遠ざかるにつれて、錐状体がしだいに太く短くなって行く状態も明らかに観察される。中心窩の辺縁部ではヘンレの繊維層(＊)は非常に厚く、著明である。
- ・ この写真は図 19-01 の[2]の位置にあたる。

解説 - 19-16 網膜 2. サル. H-E染色. x 100.



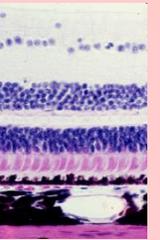
- ・ これは図 19-01 の[1]の位置にあたり、網膜中心窩と視神経乳頭の間の中間の位置である。
- ・ 中心窩と視神経乳頭の間の部分であるから、当然視神経線維層 (2) が厚くなっている。また (6a) における錐状体細胞の小足が一行に点々と並んでいる状態がよく観察される。(9) においては錐状体の内節と外節の区別が明瞭である。(10) の網膜色素上皮層の細胞から (9) の錐状体および杆状体の外節の遠位端に接触する房状突起が多数生えていることがよく分る。

解説 - 19-17 網膜 3. サル. H-E染色. x 100.



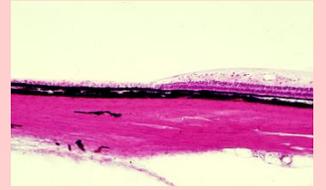
- ・ これは図 19-03 の眼球の網膜で、図 19-01 の [4] の位置に相当する。(3) の神経細胞層の細胞が著明に少なくなっている。(6) ではヘンレーの繊維層はもはや認められない。

解説 - 19-18 網膜 4 . サル. H-E染色. x 160.



- ・ これは図 19-04 の眼球の網膜で、図 19-01 の [5] の位置に相当する。(3) の視神経細胞はいよいよ少なくなっている。しかし (5) および (7) の細胞密度はあまり減っていない。(9) では錐状体はいよいよ太くなり、錐状体の間には桿状体が多数観察される。

解説 - 19-19 網膜 5. 鋸状縁. サル. H-E染色. x 30.



- ・ これは網膜視部と網膜盲部の境である鋸状縁である(図 19-01 の [6] の位置)。
- ・ 画面の中央部に網膜が横たわっており、その右半分は網膜視部、左半分が網膜盲部である。画面の中央部で、核が 3 列に並んでいる網膜視部が終わり、突然 単層の円柱ないし立方上皮からなる網膜盲部となる。網膜色素上皮層は網膜視部の領域から網膜盲部の領域にそのまま続いて行く。脈絡膜は網膜視部から網膜盲部へ移ると、血管の間に平滑筋繊維が出現し、これは前方に進むに連れて急速に増加し、全体として毛様体を構築する。
- ・ 脈絡膜の下部に続く強膜は赤く濃染している。

解説 - 19-20 脈絡膜. サル. H-E染色. x 160.



- ・ これは図 19-04 の眼球後壁の脈絡膜である。
- ・ 図の最上部は網膜の外顆粒層(7)で、これに外境界膜(8)、錐状体杆状体層(9)、網膜色素上皮層(10)が続く。
- ・ その下が脈絡膜で、網膜色素上皮層に密着する脈絡毛細血管板(11)と、やや大きい血管の層である広い血管板(12)が区別される。血管板の血管の間隙間はメラニン顆粒で満たされた色素細胞によって密に埋められている。血管板の外は強膜(13)である。

解説 - 19-21 視神経乳頭. サル. H-E染色. x 10.



- ・これは図 19-03 の眼球の視神経乳頭であり、視神経の出発部である。視神経の中軸部では、網膜中心動脈(a)と網膜中心静脈(v)が縦断されている。
- ・視神経乳頭は、視神経繊維が集約する直径約 1.5mm の円形の白色の領域で、視神経繊維は網膜全域からここへ集まって来て、ここで後方に向きを変え、網膜、脈絡膜、強膜を貫いて眼球の外に出て、1本の太い視神経となる。視神経乳頭の領域には錐状体細胞も杆状体細胞も存在しないので、この部位に入射した光は感知されない。
- ・視神経線維が強膜を貫く部位では、強膜の膠原繊維束の配列が疎となり、全体として篩状を呈するので強膜篩板(lamina cribrosa)と呼ばれる。視神経は後内方に走り、左右のものが脳底部で交叉(視交叉)した後、それぞれ間脳の後部の外側膝状体に入る。
- ・視神経は末梢神経ではなくて、中枢神経系に属する神経路であり、視神経繊維に髄鞘を付与しているのは、稀突起膠細胞である。視神経は脳と同じく硬膜、クモ膜、および柔膜で包まれている。画面の右側で、左向きの長い矢印で示されているのが硬膜鞘(D)、右向きの短い矢印で示されているのがクモ膜鞘(A)、左向きの短い矢印で示されているのが視神経の表面に密着している柔膜鞘(P)である。柔膜とクモ膜の間の腔がクモ膜下腔である。
- ・画面の右端、硬膜鞘の右側に見られる血管の断面は、脈絡膜の血管網に流入する長及び短毛様体動脈の断面である。脈絡膜の血管網は、網膜の構成要素のうち、錐状体細胞、杆状体細胞および網膜色素上皮層の上皮細胞を栄養する。一方、視神経の中軸部を貫通して網膜の内面に出る動脈と静脈は、網膜中心動・静脈で、これは網膜の構成要素のうち、内面から内顆粒層の細胞までを栄養する。
- ・視神経を構成する神経線維の数は 80~100万本と数えられている。これは約 650万個の錐状体、および約 1億個の杆状体の数と比べると著しく少ない。

解説 - 19-22-1 虹彩角膜角 1. サル. H-E染色. xk 6.0.



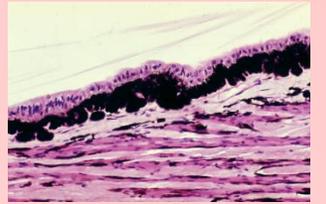
- これは図 19-04 の眼球の虹彩角膜角の写真である。画面の右上から左下方に伸びる赤く染まった部分が強膜で、その赤みが消えて薄い桃色となり、左下方に伸びている部分が角膜である。強膜の右下面に接している細長い直角三角形の桃色の構造物が毛様体で、その左下端から虹彩が左下方に伸びて、水晶体の前面に達している。画面下部中央の濃い桃色に染まった大きな物体が水晶体である。毛様体の下端で虹彩の付け根の右側から突出している小さな突起は毛様体突起である。虹彩の付け根と角膜および強膜が挟む角が虹彩角膜角である。
- 毛様体は脈絡膜の前方に続く部分で、その前端は角膜と強膜の結合部に達している。眼球軸を含む眼球の縦断面で見ると、毛様体は後方では薄く、前方にいくにつれて厚くなって眼球の内部に隆起する。この隆起した部分を毛様体冠といい、後方の薄い部分を毛様体輪という。毛様体冠の内面には経線方向に走る 70~80 個の細長い毛様体突起が存在する。
- 毛様体は外側から内側に向かって、1) 毛様体筋(層)、2) 血管層、3) 網膜毛様体部の 3 層に分けられる。
- 1) 毛様体筋層は平滑筋繊維からなり、筋繊維束の走行によっておよそ 3 部に分けられる。最外側の筋は経線繊維(ブリュッケの筋)と呼ばれ、強膜痕および櫛状靭帯から起こって強膜の内面に平行に、経線方向に走り、毛様体の後端(鋸状縁)に達している。中層の筋は放線繊維と呼ばれ、経線繊維と同じ所から起こって後内方に向かって放射状に走る。最内層の筋繊維は輪状繊維(ミュラーの繊維)と呼ばれ、毛様体の前内側部を、瞳孔縁に平行に輪状に走る。これらの平滑筋繊維束の間は弾性繊維や色素細胞を含む疎な結合組織で満たされている。毛様体の筋は動眼神経の中に含まれている副交感神経繊維によって支配されており、この平滑筋繊維の収縮と弛緩で、水晶体の曲率半径が変わり、遠いところに焦点が合ったり、近くに焦点が合ったりする。
- 2) 血管層は毛様体筋層の内側に続く毛細血管と小静脈の層で、血管と血管の間は色素細胞の少ない疎な結合組織で埋められている。毛様体突起の部分では、本層はやや厚くなり、毛様体突起の芯をなしている。(続く)

解説 - 19-22-2 虹彩角膜角 1 . サル. H-E染色. x 6.0.



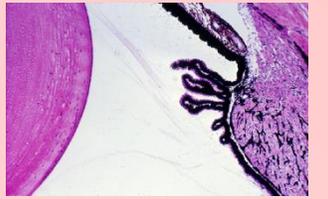
- 3) 網膜毛様体部は、互いに自由表面を向かい合わせた2層の上皮からできている。外層は網膜色素上皮層の続きで、大量のメラニン色素を含む単層円柱上皮からなり、毛様体色素上皮層と呼ばれる。内層は網膜視部に続く部分で、網膜毛様体部と呼ばれ、単層の円柱ないし立方上皮細胞からなり、細胞はメラニン顆粒を含まず、胞体はH-E染色標本では明るい桃色を呈する。この細胞は眼房水を分泌するものと考えられているが、この分泌のメカニズムはよく分かっていない。後眼房に向かうこの上皮の基底面には、基底膜に相当する内境界膜があり、ここに小帯繊維が付着する。(終り)

解説 - 19-23 網膜毛様体部. サル. H-E染色. x 64.



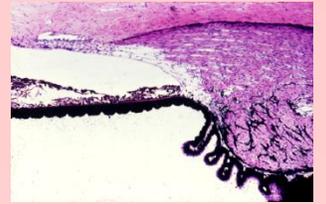
- ・ これは毛様体の表層部を示す写真である。画面の下部は毛様体筋層で、その上の空白部が血管層である。血管層の右上部には比較的大きな静脈の縦断面が見られる。最上部の真っ黒い細胞層と桃色に染まった胞体を持つ細胞の層が網膜毛様体部で、メラニン顆粒が充満した真っ黒い細胞の層が毛様体色素上皮層であり、表面の明るい桃色に染まった胞体を持つ単層の円柱ないし立方状の細胞が網膜毛様体部の上皮である。
- ・ 画面上部の空白部は後眼房で、その中を左下から右上方に走る繊維状のものは小帯繊維である。小帯繊維は網膜毛様体部の上皮細胞の表面を被う基底膜に付着する。

解説 - 19-24 毛様体と水晶体赤道部. サル. H-E染色. x 25.



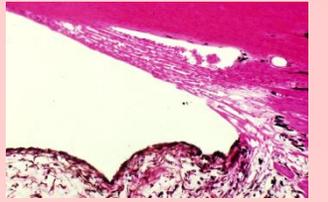
- ・ 画面の左側は水晶体の赤道部であり、画面の右側は毛様体、毛様体突起、および虹彩の付け根である。(これも図 19-04 の眼球の写真である。)
- ・ 水晶体の右上部から右下方の毛様体の表面に向かって伸びる繊維状のものは、毛様小帯(チン氏帯)で、これは水晶体と毛様体の表面とを結びつける繊維である。画面中央下部の 2 個の矢印は硝子体の前面を限界していた硝子体膜の残遺物である。この硝子体膜よりも上方の空白部が後眼房である。毛様体では下内側部の輪走平滑筋群と上外側部の放線状ないし経線状繊維群が区別される。
- ・ 水晶体では、水晶体の前面(画面では上部)を被ってきた水晶体上皮細胞が、水晶体の赤道部で水晶体繊維に変わるところが示されている。図 19-27 を参照せよ。
- ・ 毛様体の表面の網膜毛様体部を見ると、表層の毛様体上皮の細胞では桃色に染まった胞体と、その中の核が明らかに識別できるが、虹彩の後面では、毛様体上皮の続きである網膜虹彩部(狭義)の細胞はメラニン顆粒で充満されて真っ黒になっており、同様に真っ黒い虹彩色素上皮層と重なって、光の通過を阻んでいる。

解説 - 19-25 毛様体と虹彩基部. サル. H-E染色. x 30.



- 画面の上縁は右側の赤い部分が強膜、左側の桃色の部分が角膜である。強膜から角膜に移行した部位に横位の隙間が見られるが、これが強膜静脈洞(シュレム管)である。強膜の下に接する毛様体の上部では、平滑筋繊維は左上部から右下方に向かって走っている。これが経線繊維(と放射繊維)で、これが収縮すると水晶体が四方に向かって牽引され、水晶体の厚みが減って、遠方に焦点が合うようになる。一方毛様体の右下部を占める輪走繊維(画面では横断されている)が収縮すると、毛様体全体の直径が小さくなり、水晶体を引っ張っているチン氏帯が緩み、水晶体はそれ自身の弾性でちじんで前後径が増し、近くに焦点が合うようになる。このように毛様体筋は合焦の遠近を調節するものである。
- 毛様体の左側面のほぼ中央から左に向かって虹彩が伸びる。虹彩の出発部の左上では組織が極端に疎になり、細い膠原繊維束が疎な網工を作っている(二重矢印 a)。これが虹彩角膜角楕状靭帯で、特にその脈絡膜部という。これをシュレム管の方にたどると、強膜の前端部にあたって網工の網目が小さくやや密になった領域が存在する(一本の矢印 b)。この部を楕状靭帯の強膜部という。前眼房を満たしている眼房水は、まず楕状靭帯の脈絡膜部に吸い込まれ、楕状靭帯の強膜部を経てシュレム管に移行して、眼球外に排出されるのである。
- これも図 19-04 の眼球の写真である。

解説 - 19-26 シュレム管. サル. H-E染色. x 40.



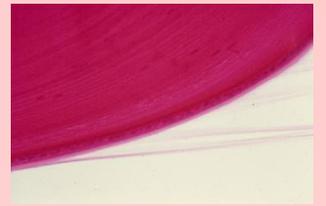
- ・ これは図 19-25 とは別の眼球の標本で、虹彩角膜角の諸構造が明瞭に識別される。
- ・ 画面の下縁は虹彩で、その右端の上部が虹彩角膜角の櫛状靭帯の脈絡膜部(二重矢印 a)である。これを左上方にたどると、櫛状靭帯の強膜部(1本の矢印 b)に続き、その右上部にシュレム管が開いている。シュレム管の右下方に強膜の一部が突出している(＊)。これを強膜痕と呼ぶ。

解説 - 19-27 水晶体赤道部. サル. H-E染色. x 50.



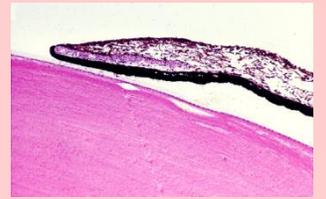
- これは水晶体の赤道部である。水晶体の前面は単層立方上皮である水晶体上皮によって被われている。水晶体上皮は水晶体の赤道部において前後方向に長い繊維状の細胞(水晶体繊維)となり、水晶体の実質を形成する。この写真は画面の左側から続い
てきた水晶体上皮細胞が水晶体繊維に移行する部位である。水晶体の後面には上皮細胞は決して見られない。

解説 - 19-28 毛様体小帯（チン氏帯）. サル. H-E染色. x 100.



- ・ これは水晶体と毛様体を結びつけ、水晶体の位置を保持する、繊細な索状物である毛様体小帯の小帯繊維の写真である。この写真は水晶体の前面で、水晶体上皮の表面に水晶体被膜(水晶体包)が認められる。小帯繊維はこの水晶体包に付着する。小帯繊維の他方の端は毛様体の内面の網膜毛様体部の上皮細胞の表面を被う基底膜に付着する。

解説 - 19-29 虹彩瞳孔縁. サル. H-E染色. x 30.



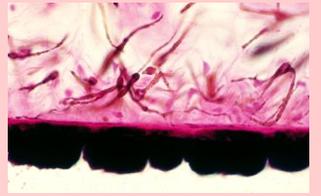
- ・ これは水晶体の前面に接触している虹彩の瞳孔縁部である。水晶体の前面には整然と水晶体上皮細胞が並び、さらにその表面を無色透明な水晶体包が被っている。(これも図 19-04 の眼球の写真である。)
- ・ 虹彩の本体(虹彩支質)は大量の色素細胞で疎に構築された円盤で、その後面は前後 2 層の上皮細胞層によって限界されている。前面の上皮は網膜色素上皮層の延長部であり、後面の上皮は網膜の延長部である狭義の網膜虹彩部である、両者は瞳孔縁のところで反転する(矢印)。この反転縁の右側に接して横断された平滑筋の薄い層が色素上皮層の前面に存在する。これが瞳孔括約筋である。この平滑筋は虹彩色素上皮層の細胞から発生したものである。

解説 - 19-30 虹彩の全層. サル. H-E染色. x 50.



- ・ これは虹彩の全層で、上が前面、下が後面である。虹彩の本体は間葉細胞である色素細胞が疎にまとまった円盤であるが、虹彩の前面では特に色素細胞が密で、虹彩の前面を限界している。虹彩の内部は図のように多数の血管と色素細胞とが疎に入り混じった状態である。この部分を虹彩支質という。
- ・ 虹彩の後面を限界するのは、発生学的には眼杯の内外 2 層の壁に由来する、2 層の上皮層である。前面の細胞は眼杯外板である網膜色素上皮層の延長部で、虹彩色素上皮層と呼ばれる。後面の細胞は眼杯内板に由来する網膜そのもの延長で、狭義の網膜虹彩部と呼ばれる。この図で、虹彩の後面に半円形の凹凸が連続して見られるが、これが網膜虹彩部である。この写真では網膜虹彩部と虹彩色素上皮層を明瞭に区別できない。ただ虹彩支質に接する部位の赤い線は虹彩色素上皮層に属するものである。次の図 19-31 を見よ。

解説 - 19-31 虹彩後部. サル. H-E染色. x 160.



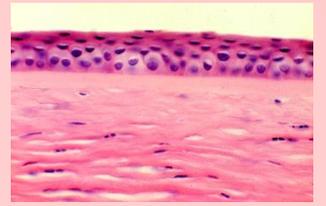
- ・ これは虹彩後部の断面である。この図の上部約 2/3 は虹彩支質で、多数の色素細胞と色素を含まない繊維芽細胞によって疎に構築されている。図の下部約 1/3 が広義の網膜虹彩部で、その上半分が虹彩色素上皮層、下半分が狭義の網膜虹彩部である、狭義の網膜虹彩部は網膜視部の延長で、単層の円柱ないし立方状の細胞からできているのであるが、その胞体はメラニン顆粒で密に充満されており、核の存在すら確認できない。
- ・ 虹彩色素上皮層の細胞は、狭義の網膜虹彩部(a)に向かい合う後面側の半分(b)はメラニン顆粒に満たされているが、虹彩支質に向かう前面側の半分(c)は細胞質が細長い繊維状となって、瞳孔縁から虹彩の辺縁部に向かって放射状に配列する。これが瞳孔散大筋である。この図で虹彩支質の後縁を限界している厚さ約 4mm の濃赤色の層がそれである。この線は昔は虹彩の後境界膜と呼ばれていた。
- ・ 瞳孔散大筋と瞳孔括約筋は共に虹彩色素上皮層(発生学的には脳の一部)から発生した平滑筋で、瞳孔括約筋は副交感神経、瞳孔散大筋は交感神経の支配を受けて、それぞれ瞳孔を収縮させ、また開大させる。

解説 - 19-32 角膜全層. サル. H-E染色. x 64.



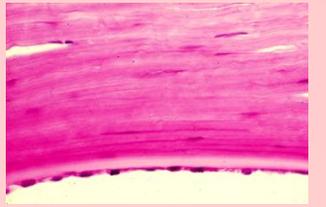
- ・ 角膜は眼球の前方部約 1/5 を構成する時計皿状の丈夫な膜で、直径約 11mm、厚さ約 1mm、曲率半径は約 7.8mm である。
- ・ 角膜は前面から後面に向かって、1) 角膜上皮、2) 前境界板、3) 角膜固有質、4) 後境界板および 5) 角膜内皮の 5 層からできている。
- ・ この図は図19-04 の眼球の角膜の全層で、上が前方、下が後方である。
- ・ 角膜上皮は角化しない重層扁平上皮で、5~6 層の細胞からなる。この上皮層を裏打ちする基底膜は非常に厚い均質無構造の層で、前境界板(ボウマン膜)と呼ばれる(図 19-33 を見よ)。
- ・ 角膜固有質は角膜の厚さの約 90%を占める厚い層で、層板状緻密結合組織の典型である、角膜の表面に平行に広がる結合組織の層板が多数重積したものである。一つの層板の中では、膠原繊維は互いに平行に、かつ角膜の表面に平行に走るが、隣接する二つの層板における膠原繊維の走行は互いにほぼ直角である。膠原繊維束の間には角膜の表面に平行に広がる圧平された繊維芽細胞が散在する。角膜固有質の中には血管も神経も見られない。比較的厚い膠原繊維の層板の間には液体の流れる隙間が存在する。
- ・ 後境界板はデスメ(Descemet)膜とも呼ばれる厚さ 1~2 μ m の薄い均質無構造の膜で、角膜内皮を裏打ちする基底膜であり、PAS反応陽性で、H-E染色ではエオジンに淡染する。
- ・ 角膜内皮は角膜の後面をおおう単層の扁平な細胞で、後境界板の後面に整然と並んでいる。これは発生の比較的早い時期に、水晶体の前方の空間を満たしていた間葉組織が疎となって後眼房が成立する時、角膜固有質の後面に付着して、後眼房を縁取るようになった間葉細胞である。
- ・ 以上の諸構造は全て完全に無色透明である。

解説 - 19-33 角膜前方部. サル. H-E染色. x 130.



- ・ これは角膜の前方部の写真である。
- ・ 角膜の最表層は角膜上皮で、これは角化しない重層扁平上皮の典型である。図に見られるように、核の重なりは数層に過ぎない。基底部の細胞は円柱形であり、核の形も円形に近いが、上にあがるにつれて細胞の形は多角形に、核の形は表面に平行な扁平楕円形となり、最表面の細胞は高度に扁平となり、核の形も扁平小楕円形となり、ヘマトキシリンに濃染する。
- ・ 上皮を裏打ちする基底膜は、数 μm の厚さの均質無構造の膜であり、ボウマン膜(前境界膜)と呼ばれる。
- ・ 角膜固有質は、比較的太い膠原繊維が密に角膜の表面に平行に整然と配列して層板をつくり、繊維の走行を互いに直角に近く交差させながら、多数の層板が何重にも厚く積み重なったものである。繊維に間や層板の間には所どころに液体を通す隙間(液間隙)があり、この液間隙の縁に繊維芽細胞の核が見られる。

解説 - 19-34 角膜後方部. サル. H-E染色. X 160.



- ・ これは角膜の後方部の断面である。
- ・ 角膜の後面は単層扁平上皮様の角膜内皮で縁取られ、この標本では白く抜けて見える後境界膜(デスメ膜)で裏打ちされている。この画面では、角膜固有質の膠原繊維の間の液間隙は少数である。

解説 - 19-35 眼瞼 矢状断. ヒト. H-E染色. x 4.0.



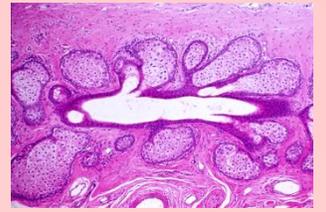
眼瞼は眼球の前方を上下から被って眼球を保護している皮膚の薄いヒダである。上下の眼瞼の間の隙間を眼裂という。眼瞼の芯を作っているのは、前方では眼裂を取り巻いている骨格筋である眼輪筋であり、後方では交織性緻密結合組織からなる薄い板状の軟骨である瞼板(Tarsus)である。

眼瞼の前面は薄い皮膚で被われ、後面は結膜(眼瞼結膜 Conjunctiva palpebrae)で被われている。結膜は重層円柱上皮であり、これは眼瞼の上縁および下縁で反転して眼球結膜に移行する。眼瞼の前面の皮膚には細い毛(産毛)が生えており、これに付属する小さな皮脂腺および小さな汗腺が存在する。真皮および皮下組織は薄く、繊細な膠原繊維からなる。

眼瞼の前面と後面の間の移行部の中央部の皮下には太くて長い毛(睫毛 まつげ)が2~3列生えている。睫毛の毛根の周囲を小さいアポクリン腺が囲んでいる。これを Moll の腺(Gl. ciliaris)という。また睫毛の毛根の後方には眼輪筋から分かれた一群の骨格筋が存在する。これを睫毛筋という。

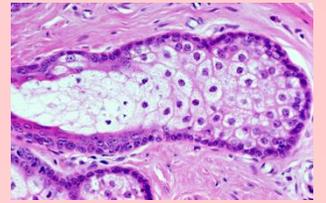
瞼板は交織性緻密結合組織からなる軟骨板で、眼瞼の骨格としてその形を保つ。瞼板の中には、上眼瞼では30~40本、下眼瞼では20~30本の細長い瞼板腺が整然と1列に並んでいる。瞼板腺は瞼板を上下方向に貫く導管に多数の腺房が開いている一種の脂腺で、その導管は後眼瞼縁に開口する。眼瞼結膜を裏打ちする粘膜下組織は繊細な膠原繊維からなる薄い疎性結合組織の層であり、眼瞼を反転させると結膜を通して瞼板の内部の瞼板腺がすけて見える。

解説 - 19-36 瞼板腺 ヒト. H-E染色. x 10.



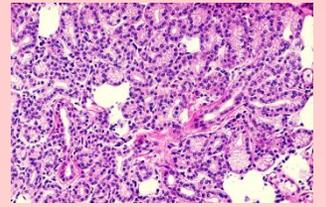
- ・ 上下の眼瞼の骨格を作っているのは、交織性緻密結合組織の薄い軟骨板である瞼板である。瞼板の中には眼瞼裂に直角に、整然と1列に並んだ瞼板腺が存在する(上眼瞼では 30~40 本、下眼瞼では 20~30 本)。瞼板腺は、瞼板を上下方向に貫く導管に向かって多数の腺房が開いている一種の脂腺で、腺房の構造は皮脂腺に酷似する。その導管は後眼瞼縁に開口する。
- ・ この図は1本の導管の縦断面で、図の左側が開口部に近い。この導管にむかって多数の腺房が開いている状態がよく分かる。

解説 - 19-37 瞼板腺 2. ヒト. H-E染色. x 100.



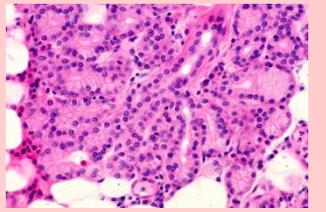
- ・ これは瞼板腺の 1 個の腺房である。図の右端から左方に向かって上皮細胞が胞体内に脂肪滴を蓄え、核が濃縮してやがて消失し、細胞そのものが脂肪滴に満たされた分泌物として分泌される過程が連続的に観察される。

解説 - 19-38 涙腺 1. ヒト. H-E染色. x 64.



- ・ 涙腺は眼窩上壁の前外側部に存在する扁平な小指頭大の腺で、6～12本の導管によって上結膜円蓋の外側部に開口する。腺は漿液性の管状胞状腺で、終末部は比較的広い腺腔を囲む1層の円柱上皮からなる。腺細胞の胞体は透明で明るく、通常分泌顆粒はみられない。涙腺には耳下腺に見られるような介在部も線条部も存在しない。矢印は導管である。

解説 - 19-39 涙腺 2. ヒト. H-E染色. X 100.



- ・ これは図 19-38 とは別の個体の涙腺である。基本的構造は図 19-38 と全く同様である。矢印は導管である。