

マウス脛板筋の形態と微構造について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/8755

マウス脛板筋の形態と微構造について

金沢大学医学部解剖学第一講座 (主任: 本陣良平教授)

山下利夫

(昭和53年11月24日受付)

眼瞼の運動にあずかる筋として、骨格筋からなる眼輪筋と上眼瞼挙筋のほか、平滑筋からなる脛板筋が知られている。Horner 症候群¹⁾の際にみられる眼瞼下垂は、この脛板筋の麻痺によるとされている。

脛板筋は、ヒトおよび種々の陸生哺乳類でその存在が確認されてきている^{2)~9)}。しかし、脛板筋は薄くしかも広範な広がりを示し、その肉眼検索が困難なためか、その形態はいまだ明確でない。また、脛板筋の微構造に関しても断片的な報告を見るに過ぎず^{10)~13)}、詳細はいまだ明確でない。

以上の点を考慮し、著者は、連続切片の可視光顕微鏡 (以下「光顕」と略記) 再構築観察の可能なマウス脛板筋について、その形態を検し、ついでマウス脛板筋の種々の部を光顕および電子顕微鏡 (以下「電顕」と略記) で観察し、その微構造を検した。

材料および方法

研究材料として、純系成熟 KH-1 種マウス (*Mus wagneri* var. *albula*) の脛板筋を用いた。

連続切片の光顕再構築観察によって、脛板筋の形態を検するため、切断したマウスの頭部を 70% ethanol 75 ml・formalin 20 ml・氷酢酸 5 ml の混液で 2 日間浸漬固定し、Plank-Rychlo 液¹⁴⁾で脱灰した。ついで脛板筋を含む眼窩および眼瞼の領域を切り出し、celloidin に包埋して 30 μ に薄切し、

1) hematoxylin-eosin 染色 (以下「HE 法」と略記)、
2) resorcin-fuchsin 染色 (以下「RF 法」と略記) を施した連続切片を作製した。

電顕観察による脛板筋の微構造検索のため、低温室 (0~5°C) にて眼瞼および眼窩内容を一括して取り出し、25% glutaraldehyde 1 ml・8% paraformaldehyde 6 ml・0.2M 磷酸緩衝液 8 ml・Tyrode 液 10 ml からなる固定液中で細解し、脛板筋

の種々な部を含む小片を切り出した。これらの小片を同固定液と 2% OsO₄ 水溶液との等量混液により 4°C で 2 時間固定し、ethanol 系列で脱水し、propylene oxide を介して Epon 812 に包埋した。脱水中に uranyl acetate で塊染色を施した。薄切は LKB 4800 A Ultratome によった。まず厚さ約 1 μ の準超薄切片を作り、toluidine blue 染色¹⁵⁾を施し、光顕で観察し、検索目的とする組織の部位を定め、ついで超薄切片を作り、1) uranyl acetate と鉛¹⁶⁾との二重染色法、2) tannic acid 染色法¹⁷⁾を施し、HU-12 型電顕により直接倍率 3,000~12,000 倍で撮影した。

成 績

I. マウス眼窩内の諸臓器組織の構成

マウス眼窩内の諸臓器組織の構成は、一般成書に記載されているヒトの場合と類似している点も多いが、以下述べるような著しい特色をもっている。

マウスでは眼球が外側にむき、眼窩と側頭窩との間の骨壁が欠除しているため、側頭筋が眼窩の外側面に露出している。また眼窩と側頭下窩との間でも、わずかに下顎骨の一部と発達不良な頬骨が眼窩下縁をなすのみで、骨壁が大部分欠除し、咬筋が眼窩の下面に露出している (図 1)。

眼窩隔膜は、前頭骨の骨膜の隔壁状の突出と、側頭筋深葉および咬筋筋膜の眼瞼内へ延長したものとからなり、上・下脛板に付着する (図 1)。

眼球に付着する骨格筋としては、上・下・内側・外側の 4 直筋、上・下の 2 斜筋のほか、眼球牽引筋が加わる。眼球牽引筋は、上眼窩裂の内側壁から起こり、4 直筋と視神経との間を漏斗状に広がりつつ眼窩の前方に走り、眼球の赤道部に付着する (図 1)。

涙腺は、内涙腺と外涙腺とからなる。内涙腺は、眼

The spatial aspect and fine structure of the tarsal muscle of the mouse. **Toshio Yamashita**, Department of Anatomy (Director: Prof. R. Honjin), School of Medicine, Kanazawa University.

窩の下前部に位置するが(図1),外涙腺は,耳介の前下方で耳下腺筋膜と咬筋筋膜との間に存在する.両腺の導管は,共に外眼角に向って走り,合流した後,結膜嚢に開口する.

Harder 腺は,眼窩の内側部,上前部および下後部に位置し(図1),その導管は,内眼角で結膜嚢に開口する.

マウスでは,ヒトの眼静脈に相当するものが眼窩内で静脈洞を形成している.これを眼窩静脈洞と呼ぶことにする.眼窩静脈洞は,眼窩の外側部を中心に,Harder 腺の周囲,各直筋の周囲へも広がっている(図1).

瞬膜は,内眼角の部で結膜嚢へ突出した結膜のヒダ

で,ヒトの結膜半月ヒダに相当し,内に瞬膜軟骨の前半部を入れている.

II. マウス脞板筋の形態

脞板筋は,4直筋の各筋腹から腱を介して起こり,扇状に広がって互いに連結し,上・下の各眼脞に進入して結膜と眼窩隔膜との間を走り,各脞板に腱を介して付着する(図1~3).

脞板筋の起始腱は,各直筋のいわゆる小径筋線維領域⁹⁾内の結合組織が集束したもので,その特徴は弾性線維に富むことである(写真1~3).起始腱は,各直筋が腱に移行し始める眼球後極の近くで各直筋から分離し,各直筋の腱と眼窩静脈洞ないし上眼脞拳筋との間を前方に走りつつ扇状に広がって互いに連結し,種々

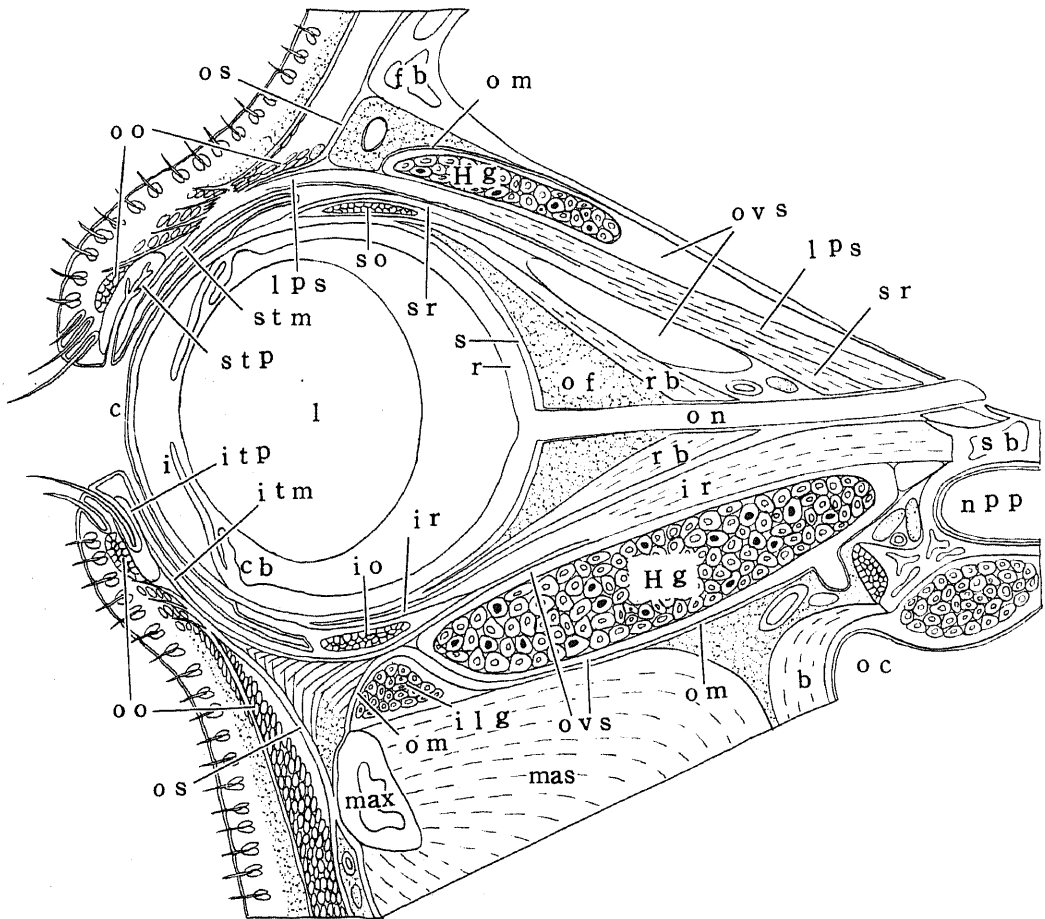


図1. マウス眼窩領域の諸臓器組織の位置的相関を示す模式図(左眼を垂直断した断面)

b: 頬筋, c: 角膜, cb: 毛様体, fb: 前頭骨, Hg: Harder 腺, i: 虹彩, ilg: 内涙腺, io: 下斜筋, ir: 下直筋, itm: 下脞板筋, itp: 下脞板, l: 水晶体, lps: 上眼脞拳筋, mas: 咬筋, max: 上顎骨, npp: 咽頭の鼻部, oc: 口腔, of: 眼窩脂肪体, om: 眼窩筋, on: 視神経, oo: 眼輪筋, os: 眼窩隔膜, ovs: 眼窩静脈洞, r: 網膜, rb: 眼球牽引筋, s: 強膜, sb: 蝶形骨, so: 上斜筋, sr: 上直筋, stm: 上脞板筋, stp: 上脞板.

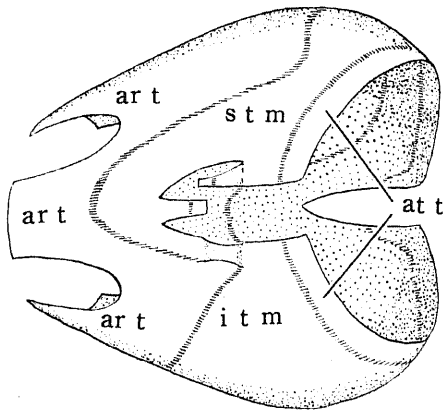


図2. マウス左眼の脞板筋を内眼角から見た模式図
小線は、筋腱移行部を示す。脞板筋のうち内側直筋から起こる部は、3部に分かれる。上部と下部は、それぞれ上・下直筋から起こる部と連結し、上・下脞板筋に終るが、中央部は瞬膜軟骨に終る。脞板筋のごく一部は、滑車軟骨からも起こる。
art: 起始腱, att: 附着腱, itm: 下脞板筋, stm: 上脞板筋。

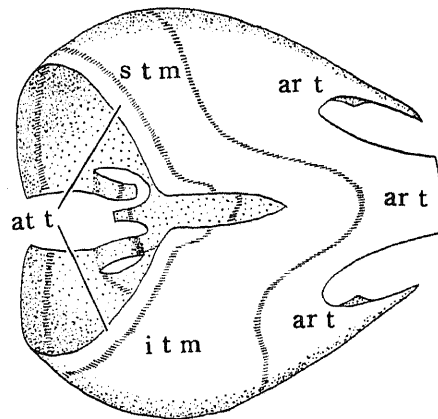


図3. マウス左眼の脞板筋を外眼角から見た模式図
小線は、筋腱移行部を示す。脞板筋のうち外側直筋から起こる部は、2部に分かれる。上部は、上脞板筋 (stm) の構成に、下部は、下脞板筋 (itm) の構成にそれぞれ参加する。art: 起始腱, att: 附着腱。

の位置で平滑筋線維束に接続する (図1~3)。

上直筋から起こった腱は、上結膜円蓋をわずかに越えた部で平滑筋線維束に接続する。この平滑筋線維束は、ただちに上眼脞筋の骨格筋線維と交錯しつつ走り、やがてこれから別れて独自の平滑筋束を形成し、附着腱に移行する。この平滑筋線維束は、上脞板筋の外側部約5/9を構成する (図1~3)。

下直筋から起こった腱は、下斜筋の下を通る際に平滑筋線維束に接続する。この平滑筋線維束は、下脞板筋の内側部約5/9を構成する (図1~3)。

内側直筋から起こった腱は、眼球の後極と赤道とのほぼ中間で平滑筋線維束に接続する。この平滑筋線維束は、3部に分かれる。上部約3/5は、上脞板筋の内側部約1/3を構成する。中央部約1/5は、瞬膜軟骨の後部外側に腱を介して附着し、瞬膜筋を構成する。下部約1/5は、下斜筋の上を通り、下脞板筋の最内側部約1/9を構成する (図2)。

外側直筋から起こった腱は、眼球の後極と赤道とのほぼ中間で平滑筋線維束に接続する。この平滑筋線維束は、2部に分かれる。上部約2/5は、上脞板筋の構成に外側から参加し、上眼脞筋筋腹の外側部に附着する。下部約3/5は、下脞板筋の外側部約1/3の構成に参加する (図2)。

滑車軟骨の前端部からも少量の平滑筋線維束が腱を介して起こり、滑車部の上斜筋の下を通り、上脞板筋

の最内側部約1/9の構成に参加する (図2)。

上・下脞板筋は、それぞれ上・下脞板の上・下縁近くで腱に接続し、腱は各脞板の後面に附着する (図1~3)。この附着腱においても多量の弾性線維が存在する (写真4)。

眼窩内には、脞板筋のほか眼窩筋と呼ばれる平滑筋が存在する。眼窩筋は、眼窩壁に最も近く位置し、眼窩の深部から外部にわり広い分布を示す筋で、眼窩静脈洞をおおっている。脞板筋が眼球の経線方向にほぼ一致した走行を示すのに対し、眼窩筋は眼球の緯線方向にほぼ一致した走行を示す。眼窩筋の眼窩後部は、眼窩上壁から腱を介して起こり、眼窩の外側壁と眼窩静脈洞との間を走り、眼窩の下壁に沿って内走り、眼窩内側壁に腱を介して附着する。眼窩筋の眼窩前部は、滑車軟骨および涙丘の各上端から腱を介して起こり、眼窩の上部・外側部・下部で眼窩静脈洞をおおい (図1)、滑車軟骨および涙丘の下端に腱を介して附着する。ただし眼窩下部では、眼窩筋の一部が内涙腺の前面をおおい、眼窩下縁に腱を介して附着する (図1)。

眼窩筋は、眼窩の上部および外側部において、その腱の前縁で上眼脞筋および上脞板筋と近位に位置し、また眼窩の下部において、下脞板筋と近位に位置するが (図1)、これらの筋との間に筋線維の交錯は認められない。

III. 脞板筋の微構造

1. 光顕所見

脞板筋は、厚さ30~40μの膜状の平滑筋で、10~

20層の平滑筋細胞と比較的多量の間質とからなる。ただし上眼瞼筋の外側部約5/9は、上眼瞼挙筋と交錯しているため、平滑筋細胞の間に横紋筋線維が混在する(写真5)。

平滑筋細胞は、弛緩状態で長さ約100 μ 、直径約5 μ の長紡錘形を呈する。その核は、1~3個の核小体を有し、長さ約25 μ 、短径約2 μ の長楕円形を呈するが、収縮状態ではやや短縮し、ラセン状のくびれを生ずる(写真5, 6)。

2. 電顕所見

瞼板筋の平滑筋細胞は、ピノサイトーシス小胞に富んでいる。平滑筋細胞の横断像では、ピノサイトーシス小胞の密集した部とそれを欠く部とが、短い周期で交互にみられるが(写真7, 8)、縦断像では、その周期が極めて長い(写真9, 10)。ピノサイトーシス小胞を欠く部では、細胞膜直下の筋筋質内に無構造な電子密度大な物質が集積し、これに筋細線維の集団が接着している(写真7, 8, 10)。

平滑筋細胞は、互いに分離して位置するものもあるが、多くのものは互いにその表面の所々で相接して5~6個が束をなしている。その際、上記のピノサイトーシス小胞密集部は隣の細胞の密集部と相対し、その間には約900Åの間隙を認め、筋細胞はそれぞれこの間隙に面した部に独立した厚さ100~200Åの基底膜を有する(写真7~9)。なおこの部では、2細胞の表面がしばしば互いに入り組み、断面で波状を呈するヒダを示す(写真9)。

ピノサイトーシス小胞欠落部もまた、隣接する細胞の欠落部と相対し、その間には約400Åの間隙が存し、この間隙内には、接する2細胞に共通な1層の基底膜がある(写真7, 8, 10)。そのためピノサイトーシス小胞欠落部は、一見デスモゾーム様の構造を呈する。またさらに、2筋細胞の細胞膜間に幅約0.3 μ の大きさでgap junctionも見い出された(写真7)。

瞼板筋の起始腱ならびに付着腱の特徴は、膠原細線維束の間に縦走する多量の弾性線維を含むことで、そのほか少数の線維細胞が存在する(写真11~13)。眼窩静脈洞の近傍を走る起始腱は、静脈洞の内皮の直下を走り、これに密接している(写真11)。弾性線維は筋腱移行部で、平滑筋細胞の外側のピノサイトーシス小胞欠落部の陥凹部に接着している(写真14)。

光顕所見ですでに述べた瞼板筋と上眼瞼挙筋との交錯部では、上眼瞼挙筋の横紋筋線維の先端が多数の小突起に分かれ、これに接近して瞼板筋の平滑筋細胞の先端が位置し、その間隙は約1,200Åで、間隙内には両者の基底膜間に膠原細線維が密に存し、これは両者

が腱様組織によって結合されていることを示すものである(写真15)。この骨格筋線維の小突起の細胞膜下には、電子密度やや大なる均一物質が付着し、小突起の中軸には筋細線維が存している(写真15)。

考 察

1. 瞼板筋の形態

1) 瞼板筋の起始、特に起始腱について

上眼瞼筋の起始に関しては、主なる起始が上眼瞼挙筋とする報告が多いが^{2)~4)6)8)13)}、上直筋から主に起こるとするもの⁷⁾、上直筋からも一部起こるとするもの⁴⁾⁶⁾、内側直筋からも一部起始するとする報告^{5)~7)}などがある。下眼瞼筋の起始については、下直筋から主に起こるとする報告が多いが^{4)~8)}、外側直筋からも一部起こるとするもの⁶⁾⁷⁾、内側直筋からも一部起こるとするもの⁶⁾、下斜筋と眼窩骨膜ないし眼窩筋とからも一部起始するとする報告^{9)~11)}などがある。

今回の検索で、マウス瞼板筋は、腱を介して各直筋から起こり、眼窩内を走行する際に上・下斜筋や眼窩筋などと接着し、上眼瞼内で上眼瞼挙筋と一部交錯することが確認された。著者の見た瞼板筋のうち、内側・外側各直筋から起こる部は、ヒトで観察命名されたperibulbar musculature¹⁸⁾や鼻側・側頭側瞼板筋⁹⁾、ウサギで報告された瞼Müller氏筋内側・外側直筋部⁷⁾に相当するものと思われるが、著者今回の検索では、これらの部は微構造上も瞼板筋と同一で、明らかに上眼瞼筋および下眼瞼筋の一部とみなすべきものと考えられる。

瞼板筋の起始腱に関しては、明確な報告がなく、わずかにその存在を示唆する簡単な記述があるに過ぎない²⁾⁴⁾。今回の検索で、マウス瞼板筋の起始腱は、各直筋の小径筋線維領域⁹⁾内の結合組織から続くものとして形成されていることが確認された。瞼板筋の起始腱に関しては、ヒトの場合全く報告がないが、文献上これに最も近い構造物としては、ヒトのcheck ligaments¹⁹⁾、suspensory ligament¹⁹⁾、直筋の遊離筋膜²⁰⁾などと呼ばれているものがある。これらは明らかに瞼板筋の起始腱に相当するもので、単なる靭帯ではないと推測される。

2) 瞼板筋の付着、特に瞬膜筋について

瞼板筋は、主に上・下眼板に付着することが示唆されてきている^{2)~9)}。今回の検索で、マウス瞼板筋は、付着腱を介して上・下眼板の後面に付着していることが確認された。

瞼板筋の一部は、瞬膜軟骨にも付着することが示唆されてきている^{2)4)~7)}。すなわち、ネコやウサギでは、

内側・外側直筋から起こった平滑筋の一部が瞬膜軟骨に付着し⁵⁾⁷⁾、ヒトでは、内側直筋から起こった平滑筋の一部が結膜半月ヒダに付着する⁶⁾ことが報告されている。今回、マウス脛板筋においても、内側直筋から起こった平滑筋束の一部が腱を介して瞬膜軟骨に付着することが確認された。

2. 脛板筋の微構造

1) 平滑筋細胞の表面の分化

平滑筋細胞のピノサイトーシス小胞は、細胞膜から分離したものが極めて少なく、内皮細胞のものよりやや細長く楕円形を呈し、筋形質網の末端としばしば密接していることから、横紋筋細胞のT系に相当する機能をもつと推測されている²⁾¹²⁾²⁾。平滑筋細胞のピノサイトーシス小胞は、筋細胞の長軸方向に縞をなして配列していることが、freeze-etching replica法により動脈や精管の平滑筋で確かめられている²⁾¹²⁾³⁾。今回、マウス脛板筋の平滑筋細胞においても、ピノサイトーシス小胞に同様の配列が認められた。

ピノサイトーシス小胞を欠く部は、細胞膜の細胞質側に電子密度大な物質が集積し、筋細線維の集団が接着していることから、筋細線維が細胞膜に付着する部位と考えられている²⁾¹²⁾⁴⁾。今回の検索で、この部は、平滑筋細胞が相接する際、互いに約400Åまで接近し、デスモゾーム様の接着構造を形成することが推測される。

このほか少数ではあるが、脛板筋の平滑筋細胞間にgap junction (nexus)と呼ばれる接着構造が今回の検索で見いだされた。gap junctionは消化管や尿管の平滑筋でしばしば見いだされ、これらの臓器の自発的で律動的な運動と密接な関連があり、平滑筋細胞間の電気的興奮の伝導部位と考えられている^{1)0)25)~27)}。

2) 脛板筋の起始腱および付着腱内の弾性線維

今回の検索によって脛板筋の起始腱および付着腱には、膠原線維のほかに多量の弾性線維のあることが判明した。一般に腱組織は強固な膠原線維束からなり、強靭結合組織の代表的なもので、弾性は全くない。脛板筋の腱にこのように多量の弾性線維があることは、極めて異とすべきであろう。この弾性線維の存在意義はなお明確ではないが、体性神経の支配下にある一般骨格筋とは異なり、脛板筋は自律神経の支配下にあり、その収縮作用は持続的でしかも緊張的な作用に関与する。しかも眼球の直筋の筋腹から起始し、眼瞼に達している。したがって脛板筋の作用は、眼瞼の自律的運動に関与すると同時に、直筋の作用を補佐するもので、おそらく上記の弾性線維はこのような脛板筋の作用と密接な関連があるであろう。

3. 脛板筋の機能

1) 眼瞼裂の幅の調節

交感神経幹の頸部切断、あるいは上頸神経節の摘出により脛板筋への交感神経の支配が遮断されると、Horner症候群¹⁾の眼瞼下垂が実験的に再現される²⁾⁸⁾²⁹⁾。このことは、脛板筋が、上眼瞼挙筋などの眼瞼運動にあずかる骨格筋を補佐して眼瞼裂の幅の調節に携わっていることを示している⁶⁾⁸⁾。

今回の検索で、マウス脛板筋は、一方で各直筋に、他方で上・下脛板にそれぞれ腱を介して結合し、上眼瞼において上眼瞼挙筋と交錯していることが確認された。この所見は、上記の脛板筋の機能を形態学的に裏付けるものである。

2) 涙液排出量の調節

涙腺と鼻涙管は、陸生哺乳類で良く発達しているが、水生哺乳類では発達不良か欠除している³⁾⁰⁾。脛板筋についても同様のことがいえることから、脛板筋は涙器の補佐器官としての機能をもつと推測されている⁴⁾。今回の検索で、マウス脛板筋は、眼瞼結膜に沿って広がり、結膜嚢をおおっていることが確認された。この所見は、涙腺導管から結膜嚢を経て鼻涙管へ向かう涙液の流れが、脛板筋の緊張による結膜嚢の圧迫の度合によって調節されうことを示唆している。

3) 脛板腺からの分泌の促進

立毛筋は、その収縮により毛包腺を毛根に対して圧迫し、分泌を促進することが知られている。脛板筋にも、脛板腺に対して同様の機能が類推される。今回の検索で、マウスの上・下脛板の上・下端には、それぞれ眼窩隔膜が付着し、脛板の前面には眼輪筋が接し、後面には上・下の脛板筋が付着していることが確認された。この所見から、脛板筋の緊張は、上下の脛板腺を上方または下方に圧迫し、その結果脛板腺から分泌物を排出させるものであろう。

4) 眼球過剰運動の抑制および眼球・眼瞼の固定

すでに述べたヒトのcheck ligamentsないし遊離筋膜の機能に関して、直筋の収縮による眼球の過度の回転と、後方への移動とを防ぐ機能があげられている¹⁾⁹⁾²⁾⁰⁾。今回の検索によりマウス脛板筋は、直筋筋腹と脛板後面との間に、かなり弾性をもった筋として眼球を取り囲んで存在することが明らかになった。この所見から、脛板筋はおそらく眼球の過度の回転や移動を防ぐとともに、眼瞼を眼球に密着させ眼瞼の外翻を防ぐものと考えられる。

5) 眼窩静脈洞内血液量の調節

今回の検索によって、脛板筋は眼窩筋とともに、眼窩静脈洞の内皮に沿って広がり、その壁に密接してい

ることが確認された。このことは、これらの筋が眼窩静脈洞内の血液を眼窩外へ圧出する作用をもつことを示唆している。

結 論

眼窩および眼瞼部の連続切片の可視光顕微鏡再構築観察により、マウス瞼板筋の形態を検し、ついでその微構造を、可視光顕微鏡ならびに電子顕微鏡によって観察し、次の結果を得た。

1. マウス瞼板筋は、眼球のほぼ全周に広がる膜状の平滑筋である。その筋腹は、前方および後方で、弾性線維に富む結合組織からなる腱に終る。瞼板筋は、4直筋の各小径筋線維領域から起こり、4直筋の各腱と眼窩静脈洞との間を走り、ついで眼瞼結膜と眼窩隔膜との間を走り、上・下瞼板の各後面に付着する。瞼板筋は、上眼瞼で上眼瞼拳筋と交錯する。瞼板筋の内側のごく一部は、瞬膜軟骨に付着する。

2. 上記のマウス瞼板筋の形態は、この筋が、眼瞼裂の幅の調節、結膜嚢を通る涙液流量の調節、瞼板腺からの分泌、眼球の固定、眼球過剰運動の抑制、眼瞼の眼球への密着、眼窩静脈洞内血液量の調節などの機能をもつことを示唆する。

3. 平滑筋細胞の表面は、交互に位置して縦走する2領域に分けられる。その第1は、ピノサイトーシス小胞が密集した領域で、第2は、ピノサイトーシス小胞が欠落している領域である。相隣る2平滑筋細胞において、第1の領域同士は互いに相対し、第2の領域もまた相対している。前者は細胞表面がヒダをなし、隣接する2細胞が互いに入り組み、その間に約900 Åの隔たりをもつ。後者はその細胞表面が比較的平滑で、2細胞が密接し、その間に約400 Åの隔たりがあり、この部では共通の1層の基底膜があるにすぎない。まれに、隣接する2平滑筋細胞間にgap junction構造が認められた。

稿を終るに臨み、終始御懇篤な御指導と御校閲を賜った恩師本陣良平教授に深謝いたします。また有益な御助言をいただいた神経情報研究施設物性部門の中村俊雄教授に謝意を表し、いろいろ御協力いただいた教室の宮下鎮憲、電子顕微鏡室の西村竹治郎・増村幸吉・山口稔毅の諸氏に感謝いたします。

文 献

- 1) Horner, F. : Ueber eine Form von Ptosis. *Klin. Mbl. Augenheilk.*, **7**, 193-198 (1869).
- 2) Müller, H. : Ueber glatte Muskeln an den Augenlidern des Menschen und Säugethiere. *Verh. phys.-med. Ges. Würzb.*, **9**, 244-245 (1859).
- 3) Sappey, C. : Recherches sur quelques muscles à fibres lisses qui sont annexés à l'appareil de la vision. *C. r. hebdomadaire Séanc. Acad. Sci., Paris*, **65**, 675-678 (1867).
- 4) Groyer, F. : Zur vergleichenden Anatomie des M. orbitalis und der Mm. palpebrales (tarsales). *Wien. klin. Wschr.*, **33**, 959-960 (1903).
- 5) Acheson, G. H. : The topographical anatomy of the smooth muscle of the cat's nictitating membrane. *Anat. Rec.*, **71**, 297-311 (1938).
- 6) 和佐野武雄 : 日本人眼球付属器の知見補遺。第二報、平滑筋並びに涙腺について、*福岡医誌*, **39**, 53-62 (1948).
- 7) 永井正清 : ミュラー氏筋に関する実験的組織学的研究。(その1) ミュラー氏筋の構造について、*大阪大医誌*, **3**, 345-351 (1951).
- 8) Page, R. E. : The distribution and innervation of the extraocular smooth muscle in the orbit of the rat. *Acta anat.*, **85**, 10-18 (1973).
- 9) 中村俊雄 : マウス外眼筋の神経筋接合部と筋線維型の構造特性に関する組織化学的研究。十全医会誌, **85**, 526-545 (1976).
- 10) Evans, D. H. L. & Evans, E. M. : The membrane relationships of smooth muscles : An electron microscope study. *J. Anat.*, **98**, 37-46 (1964).
- 11) Lever, J. D. & Graham, J. D. P. : Nerve terminals in the nictitating membrane and in relation to pancreatic arterioles : A comparison by electron microscopy. *J. Anat.*, **98**, 473-474 (1964).
- 12) 水戸士郎 : 猫の瞬膜平滑筋の超微細構造について、*日平滑筋誌*, **1**, 189-198 (1965).
- 13) Kuwabara, T., Cogan, D. G. & Johnson, C. C. : Structure of the muscles of the upper eyelid. *Archs. Ophthalmol., N. Y.*, **93**, 1189-1197 (1975).
- 14) 佐野 豊 : 組織学研究法, 318-319頁, 東京, 南山堂, 1965.
- 15) 大和一夫 : Chromatolysisの電子顕微鏡的解析。十全医会誌, **60**, 510-528 (1958).
- 16) 佐藤泰山 : 超薄切片用鉛染色法の一改良法。J.

Electron Microsc., Tokyo, 17, 158 - 159 (1968).

17) **Kajikawa, K., Yamaguchi, T., Katsuda, S. & Miwa, A.** : An improved electron stain for elastic fibers using tannic acid. J. Electron Microsc., Tokyo, 24, 287 - 289 (1975).

18) **Duke-Elder, S. & Wybar, K. C.** : The peribulbar musculature, p448. In S. Duke-Elder(ed.), System of ophthalmology, vol. II, Henry Kimpton Publishers, London, 1961.

19) **Duke-Elder, S. & Wybar, K. C.** : The check ligaments of the muscles, p460 - 463. In S. Duke-Elder(ed.), System of ophthalmology, vol. II, Henry Kimpton Publishers, London, 1961.

20) **和佐野武雄** : 日本人眼球付属器の知見補遺. 第一報, 眼筋並びに支持組織について, 福岡医誌, 38, 147 - 159 (1948).

21) **Gabella, G.** : Caveolae intracellulares and sarcoplasmic reticulum in smooth muscle. J. Cell Sci., 8, 601 - 609 (1971).

22) **Devine, C. E., Simpson, F. O. & Bertaud, W. S.** : Surface features of smooth muscle cells from the mesenteric artery and vas deferens. J. Cell Sci., 8, 427 - 443 (1971).

23) **Tani, E., Yamagata, S. & Ito, Y.** : Cell membrane structure of vascular smooth muscle of circle of Willis. Cell Tiss. Res., 179, 131 - 142 (1977).

24) **Pease, D. C. & Molinari, S.** : Electron microscopy of muscular arteries : pial vessels of the cat and monkey. J. Ultrastruct. Res., 3, 447 - 468 (1960).

25) **Dewey, M. M. & Barr, L.** : A study of the structure and distribution of the nexus. J. Cell Biol., 23, 553 - 585 (1964).

26) **Revel, J. P., Olson, W. & Karnovsky, M. J.** : A twenty-angstrom gap junction with a hexagonal array subunits in smooth muscle. J. Cell Biol., 35, 112A (1967).

27) **Uehara, Y. & Burnstock, G.** : Demonstration of "gap junction" between smooth muscle cells. J. Cell Biol., 44, 215 - 217 (1970).

28) **吉岡愛智郎・萬年 甫** : いわゆる「Horner 症候群」について. 神経進歩, 9, 828 - 833 (1965).

29) **Isomura, G.** : A nerve originating from the superior cervical ganglion in the fowl. Anat.

Anz., 133, 82 - 89 (1973).

30) **Duke-Elder, S.** : The ocular adnexa of aquatic Placentals, p501 - 502. In S. Duke-Elder(ed.), System of ophthalmology, vol. I, Henry Kimpton Publishers, London, 1958.

写真説明

写真1～6は光顕写真, 写真7～15は電顕写真である。

Plate I

- 写真1. 外側直筋(1)の眼球後部の位置における横断像(RF法). 矢印は, そのうちの小径筋線維領域を示す. $\times 150$.
- 写真2. 写真1と同じ外側直筋(1)で, 写真1の部よりわずかに前方の部における横断像(RF法). 小径筋線維領域(矢印)内に, 濃染した弾性線維が多量出現しているのが認められる. $\times 150$.
- 写真3. 写真1, 2と同じ外側直筋(1)で, 写真2よりさらに前方の部における横断像(RF法). 小径筋線維領域(矢印)内の弾性線維は, 外側直筋(1)から別れ, 脛板筋の起始腱(t)を構成する. r: 眼球牽引筋, b: 眼球壁. $\times 150$.
- 写真4. 上脛板筋の垂直断像(RF法). 脛板筋の付着腱(矢印)も, 起始腱と同様, 弾性線維に富む. tg: 脛板腺, b: 眼球壁. $\times 60$.
- 写真5. 上脛板筋と上脛板挙筋との交錯部の縦断像(HE法). 骨格筋線維(s)が平滑筋線維の間に混在している. $\times 600$.
- 写真6. 下脛板筋の縦断像(HE法). $\times 600$.

Plate II

- 写真7. 上脛板筋の平滑筋細胞の横断像. 相隣る2平滑筋細胞においては, それぞれのピノサイトーシス小胞(p)密集部の細胞膜が, 約900 Åの隔たりをもって相対し, それぞれ別個の基底膜があり, それらの間に組織腔が存在する. これに反しピノサイトーシス小胞を欠く部(矢印)においては, 電子密度大な細胞膜が互いに接近し, その間に約400 Åの間隙が存し, その中に共通の基底膜が存し, 基底膜間の組織腔がない. g: gap junction. $\times 30,000$.
- 写真8. 写真7と同じく相隣る2平滑筋細胞の横断像. 矢印は, ピノサイトーシス小胞(p)を欠く欠落部を示す. $\times 30,000$.
- 写真9. 脛板筋の相隣る2平滑筋細胞の縦断像. ピノサイトーシス小胞密集部が, 広い範囲にわたって相

対し、相隣る2平滑筋細胞は、この部で約900 μ の隔たりを保ちつつ互いに入り組んでいる。×15,000。

写真10. 相隣る2平滑細胞の縦断像。この写真は写真9とは異なり、相対する2細胞のピノサイトーシス小胞欠落部を示す。×15,000。

写真11. 脛板筋の起始腱の横断像。起始腱は、膠原細線維(c)のほか多量の弾性線維(e)からなり、眼窩静脈洞(v)の直下を走る。×10,000。

写真12. 脛板筋の起始腱の横断像。tannic acid法により、弾性線維(e)が濃染している。c: 膠原細線維。×10,000。

Plate III

写真13. 脛板筋の起始腱の縦断像。縦断された弾性線維(e)がみられる。c: 膠原細線維。×20,000。

写真14. 脛板筋の筋腱移行部。中央に見える平滑筋細胞のピノサイトーシス小胞(p)欠落部に、弾性線維(e)が密接して存在する。×30,000。

写真15. 上脛板筋と上眼瞼挙筋との交錯部。上眼瞼挙筋の骨格筋線維(s)の先端が多数の小突起に分かれ、これと脛板筋の平滑筋細胞(ns)の間には、それぞれの基底膜間に、膠原細線維からなる腱組織が介在している。×15,000。

The spatial aspect and fine structure of the tarsal muscle of the mouse. Toshio Yamashita, Department of Anatomy, School of Medicine, Kanazawa University. Kanazawa, 920, Japan. *J. Juzen Igk. Z.*, 88, 1-12 (1979).

Abstract

The spatial aspect of the tarsal muscle of the mouse was studied in serial sections by light microscopy. Then the fine structure of the muscle was studied by light and electron microscopy.

The superior and inferior tarsal muscles appear to be one large membranous muscle which encloses the equatorial part of the eyeball. The tarsal muscle arises from the small-fiber zone in each of the four rectus muscles, passes forwards between the orbital venous sinus and the four rectus muscle tendons, and then runs between the orbital septa and the palpebral conjunctiva. The tarsal muscle ends in the posterior surfaces of both the superior and inferior tarsal plates. The arising and attaching tendons of the tarsal muscle contain a large amount of elastic fiber. In the upper eyelid the smooth muscle fibers of the tarsal muscle mix with the striated muscle fibers of the levator palpebrae superioris. A small medial part of the tarsal muscle ends in the nictitating membrane cartilage.

The outer surface of smooth muscle cells in the tarsal muscle is divided into two zones located alternatively: the one is crowded with many pinocytosis vesicles and the other is attached by many myofilaments. When two muscle cells are in contact, their outer surfaces are faced with each other in the same zone. In the former zone, there is found a gap of about 900 Å in distance containing a tissue space, while in the latter zone, two cell surfaces come into close contact intervening a minute gap of about 400 Å which contains only one basement lamina. A few "gap junctions" are also observed between the two smooth muscle cells.

