

サラガイの鰓組織

山元憲一・荒木 晶・半田岳志[†]

Histomorphological Structure of Ctenidium in *Megangulus venulosa* (Tellinidae: Veneroidea)

Ken-ichi Yamamoto, Akira Araki and Takeshi Handa[†]

Abstract : The structure of the ctenidium in the *Megangulus venulosa* (Tellinidae: Veneroidea) was histomorphological examined. The outer ctenidium lacks the outer lamina and the inner lamina of outer ctenidium (ILO) upturns from the ctenidial axis (CA). The outer lamina of inner ctenidium (OLI) descends from CA to the ventral bend (VB) and the inner lamina of inner ctenidium (ILI) ascends from VB. ILO is attached to the fixed-membrane of ILO (FML) which develops between the filament and the longitudinal vessel running along the edge of FML. ILI and OLI are attached to the inner-laminar connecting membrane. The laminae are composed of the ordinary filaments (OF). Each OF is joined together by the interfilamentar junctions which form an intra-plical band, and is attached to the inter-filament connecting membrane composed of the lacunar tissue of the interfilamentar junctions.

Key words : *Megangulus venulosa*; Fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium; Inner-filament connecting membrane; Interfilamentar junction of the form of an intra-plical band; Lacunar tissue of the interfilamentar junction; Ordinary filament

緒 言

二枚貝類の鰓構造は、ウグイスガイ目ウグイスガイ科のアカヤガイ *Pinctada fucata martensii*, シロチョウガイ *Pinctada maxima* およびハボウキガイ科のタイラギ *Pinna japonica*, イシガイ目イシガイ科のイケチョウガイ *Hyriopsis schlegeli* で表されている¹⁻⁴⁾。

著者らは、貝類の呼吸・循環や捕食に関する研究を進める上での基礎資料を得る目的で、二枚貝類についても、鰓構造を解剖学および組織学的に明らかにしてきた⁵⁻¹⁷⁾。鰓葉は、イガイ科のムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* およびムラサキインコ *Septifer virgatus* では、常鰓糸が平坦に並んだ構造で、各常鰓糸を繊毛で連結した糸鰓型を示している^{5, 6)}。ウグイスガイ目ウグイスガイ科のマベ *Pteria penguin*, アコヤガイおよびクロチョウガイ *Pinctada margaritifera*, ハボウキガイ科のリシケタイラギ *Atrina (Servatrina) lischkeana*, イタヤガイ科の

ヒオウギ *Mimachlamys nobilis* およびホタテガイ *Patinopecten yessoensis* では、主鰓糸と十数本の常鰓糸を一組として波形に並んだ構造で、各鰓糸の間を繊毛で連結した擬弁鰓型を示している^{7-9, 11, 12)}。イタボガキ科のマガキ *Crassostrea gigas* およびイタボガキ *Ostrea denselamellosa*, マルスダレガイ目ナタマメガイ科のアゲマキガイ *Sinonovacula constricta*, マテガイ科のマテガイ *Solen strictus*, マルスダレガイ科のアサリ *Ruditapes philippinarum* では、主鰓糸と十数本の常鰓糸を一組として波形に並んだ構造であるが、各鰓糸は膜状の組織で連結している弁鰓型を示している¹⁵⁻¹⁷⁾。鰓の縦断面は、アサリの他では、「W型」を示している⁷⁻¹⁶⁾。アサリでも、「W型」を基本としているが、外鰓外葉は外鰓外葉上軸拡張を形成して、基部が著しく拡張した型を示している¹⁷⁾。一方、ニッコウガイ科では、鰓葉は常鰓糸が平坦に並んだ糸鰓型と同様の構造を示すが、各鰓糸を膜状の組織で連結した弁鰓型の構造を示し、外鰓は外葉が欠落し、内葉が上方に展開し、内鰓は前記の貝類

と同様に外葉と内葉が下方に伸びた形を示している^{18, 19)}。同じニッコウガイ科のサラガイ *Megangulus venulosus* でも、同様な鰓構造を示すことが実体顕微鏡で観察されている²⁰⁾。

本研究では、サラガイの鰓構造を組織学的に調べて精査した。なお、二枚貝の分類は奥谷²¹⁾に従った。

材料および方法

実験には、オホーツク海沿岸域で採取した殻長 82.5 ± 4.3 mm (平均値 \pm 標準偏差, 以降同様に表す), 殻高 52.7 ± 1.6 mm, 殻幅 21.1 ± 1.4 mm, 体重 62.8 ± 9.6 g のサラガイ 15 個体を用いた。サラガイは、約 0.4 M の塩化マグネシウム水溶液²²⁾ に 2~4 時間浸漬して軟体部を伸展させ、Davidson 液²³⁾ で固定した。組織像は常法に従ってパラフィン切片 (10 μ m) を作成してアザン染色し、光学顕微鏡で観察した²⁴⁾。なお、アザン染色は、キチン質が青く染まるなど、各組織を色彩鮮やかに染め分けることが可能なことから、鰓構造を調べる上で最適な染色法と判断して選定した。

結果および考察

鰓の形

Ridewood¹⁹⁾ および Atkins²⁰⁾ は糸鰓型および擬弁鰓型の鰓では縦断面が外鰓と内鰓の大きさがほぼ同じ「w型」を示すが、真弁鰓型では属および種毎に異なる形の鰓が出現することを報告している。真弁鰓型では、アゲマキやホタテガイの鰓は、糸鰓型や擬弁鰓型⁵⁻¹²⁾と同様に、縦断面が「w型」を示している^{15, 16)}。しかし、アサリでは、縦断面は「w型」の基本構造を示すが、外鰓外葉は基部が大きく伸展した外鰓外葉上軸拡張を構成している¹⁷⁾。サラガイ¹⁸⁾では、縦断面は前記の貝類と著しく異なり、Fig. 1C の模式図のように、ニッコウガイ科の特徴 (外鰓外葉の欠落)^{19, 20)}を示している。組織像で見ると、外鰓は外鰓外葉が欠落し、外鰓内葉 (OLI, ILRO, ILLO) が鰓軸 (CA) から上方に伸びている様子が確認される (Figs. 1B; 2A-C)。しかし、内鰓は前記の二枚貝と同様の形で、内鰓外葉 (OLI, OLRI, OLLI) が鰓軸 (CA) より下側に伸びて鰓葉腹部屈曲部 (VB) で折り返し、これに連なって内鰓内葉 (ILI, ILRI, ILLI) が上向きに伸びている様子が確認される (Figs. 1B; 2A-C)。

鰓上腔

鰓糸の間を通過させた水を出水管 (ES) へ導く鰓葉基部の通路である鰓上腔 (SBC) は、鰓を腹側から背側に向って順に縦に切断して観察すると、出水管近くでは1本になっている (Figs. 1B; 2A)。次いで、鰓上腔 (SBC) は、外鰓内葉 (ILRO, ILLO) の鰓上腔に面した部位に仕切りが生じ、左右の外鰓内葉に1本ずつの2本と、左右の内鰓 (OLLI, ILLI, OLRI, ILRI) の基部が一つになった1本の合計3本となる (Figs. 2B, C)。更に進むと、左右の内鰓基部の鰓上腔 (SBC) は中央に仕切りが生じて左右の内鰓に1本ずつの2本となり、前記の左右の外鰓内葉 (ILRO, ILLO) の1本ずつの2本とで合計4本となる (Figs. 2D; 3E, F)。

外鰓内葉

外鰓内葉 (ILRO, ILLO) は、鰓軸 (CA) から上方に伸びた先端が後閉殻筋 (PAM) から伸びる鰓葉懸垂膜 (SM, Fig. 1A) の基部に外鰓内葉合着縁 (FIOC) で接着している (Figs. 1B; 2A-C; 4B-G; 5A-C, E, F; 6A, B)。この外鰓内葉合着縁 (FIOC) は組織像から、外鰓内葉の先端部を鰓葉懸垂膜の末端に繊毛 (CL) で接着させている様子が確認される (Fig. 6B)。

外鰓内葉は全体が入鰓静脈 (ABV) から外鰓内葉合着縁 (FIOC) の間に展開している膜 (外鰓内葉固定膜, FML) で固定されている様子が、実体顕微鏡で観察されている¹⁸⁾。外鰓内葉固定膜の鰓上腔 (SBC) 側の縁は、外鰓内葉固定膜縁縦走血管 (VFM) が入鰓静脈から外鰓内葉合着縁まで走行している様子が実体顕微鏡で観察されている¹⁸⁾。組織像では、外鰓内葉固定膜 (FML) は外鰓内葉の基部 (鰓軸, CA) から先端までほぼ等間隔に、常鰓糸 (OF) 側から鰓上腔 (SBC) 側の間および常鰓糸 (OF) 側から外鰓内葉合着縁 (FIOC) の間に伸びている様子が確認される (Figs. 1B; 2A-D; 3E-G; 4C-G)。これらの確認が鰓葉を斜めに切断した組織像での観察からであることを考慮すると、外鰓内葉固定膜 (FML) は、外鰓内葉の腹側から背側の全体にほぼ等間隔に、常鰓糸 (OF) 側から鰓上腔 (SBC) 側の間に膜状に展開していることが明らかである。このような外鰓内葉固定膜の構造は、実体顕微鏡でも観察されている¹⁸⁾。

また、外鰓内葉固定膜 (FML) は、常鰓糸 (OF) 側では、各常鰓糸を連結している鰓糸合着帯 (IPB) に連なる鰓糸間連結膜 (FCM) の数枚を纏めて鰓上腔 (SBC) 側

へ延びている様子が確認される (Figs. 3I; 4C-F; 5B-H; 6A, B)。鰓上腔 (SBC) 側では、外鰓内葉固定膜 (FML) の鰓上腔 (SBC) 側の縁を外鰓内葉固定膜縁縦走血管 (VFM) が走行している様子が確認される (Figs. 1B; 3I; 4C-F; 5B-H; 6A, B)。

内鰓

内鰓の外葉と内葉の間は、常鰓糸 (OF) から延びる鰓糸間連結膜 (FCM) の数枚を一つに纏めて延びる鰓葉間連結膜 (ICM) で連結されている様子が実体顕微鏡による鰓の横断面の観察で示されている¹⁸⁾。この鰓葉間連結膜 (ICM) は、内鰓の基部を外葉と内葉の間を連絡している鰓葉間連絡血管から内鰓の先端の鰓葉腹部屈曲部までの間を三角形に展開している様子が実体顕微鏡による鰓の縦断面の観察で示されている¹⁸⁾。組織像でも、内鰓の外葉と内葉の間は、各常鰓糸を連結して固定している鰓糸合着帯 (IPB) に連なって延びる鰓糸間連結膜 (FCM) の数枚を一つに纏めて延びる鰓葉間連結膜 (ICM) で連結されている様子が確認される (Figs. 1B; 2A-D)。この鰓葉間連結膜 (ICM) は、内鰓の基部から先端の鰓葉腹部屈曲部に至るまで、外葉と内葉の相対する常鰓糸の間をほぼ等間隔に連絡している (Figs. 1B; 2A-D; 7B, C; 8B; 9C-G; 10H-M; 11N-S)。これらの観察が鰓葉を斜めに切断した組織像からであることを考慮すると、鰓葉間連結膜 (ICM) は、内鰓の腹側から背側の間にほぼ等間隔に展開し、しかも外葉と内葉の相対する常鰓糸 (OF) の鰓葉腹部屈曲部から内鰓の基部の間に三角に展開していることが明らかである。

内鰓の縦断面の組織像をみると、鰓葉腹部屈曲部 (VB) は、ムラサキイガイ⁵⁾、ムラサキインコ⁶⁾、マベ⁷⁾、アコヤガイ⁸⁾、クロチョウガイ⁹⁾、リシケタイラギ¹⁰⁾、イタボガキ¹³⁾ やマガキ¹⁴⁾ と異なって、常鰓糸が屈曲しただけの構造を示し、食物溝が認められない (Figs. 1B; 2A-C; 6F-I)。しかし、Ridewood¹⁹⁾ およびAtkins²⁰⁾ はサラガイも所属するTellinidae (ニッコウガイ科) では、内鰓の鰓葉腹部屈曲部の形状は極わずかな溝状を呈すか、もしくは平坦であると報告している。これらのことから、サラガイの内鰓の鰓葉腹部屈曲部の形状は鰓の固定条件などを考慮して、再度検討する必要があると考える。

鰓糸連結

鰓糸は、鰓葉を横断あるいは斜めに切断した組織像を見ると、糸鰓類のムラサキイガイ⁵⁾ やムラサキインコ⁶⁾ と同

様に、常鰓糸 (OF) が平坦に並んだ構造を示して、主鰓糸が認められない (Figs. 1B; 3I; 4B-G; 5B-H; 8A-C)。しかし、鰓葉を斜めや縦に切断した組織像を見ると、各常鰓糸の間は、鰓糸連結盤の繊毛で接着しているムラサキイガイ⁵⁾ やムラサキインコ⁶⁾ と異なって、キチン質から成る鰓糸合着帯 (IPB) でしっかりと接着された構造を示している (Figs. 5D-H; 6B; 8B, C)。しかも、各常鰓糸は鰓糸合着帯に続いて鰓糸間連結膜 (FCM) に繋がっている (Figs. 5D-H; 6B; 8B, C)。外鰓内葉では、鰓糸間連結膜 (FCM) は数枚が一つに纏まって外鰓内葉固定膜 (FML) に連なっている (Figs. 5B-H; 6A)。内鰓では、内葉および外葉のいずれも同様に、鰓糸間連結膜 (FCM) の数枚が一つに纏まって鰓葉間連結膜 (ICM) に連なっている (Figs. 1B; 2A-D; 9C-G; 10H-M; 11N-S; 12C-D; 13D, E)。

鰓葉を水平に切断した組織像を見ると、常鰓糸 (OF) の基部は、お互いを鰓糸合着帯 (IPB) で格子状にしっかりと接着されている構造が外鰓内葉 (Figs. 12A-D; 13A-E) および内鰓 (Figs. 13D, E; 14A-H) で同様に認められる。更に、鰓糸合着帯 (IPB) の部位に続いて、鰓糸間連結膜腔 (FMS) を残して格子状の構造を形成して各常鰓糸を連結している鰓糸間連結膜 (FCM) が延びている様子は外鰓内葉 (Figs. 12A-D; 13B-D) および内鰓 (Figs. 13D, E; 14A-H) で同様に確認される。このように鰓糸間連結膜 (FCM) が格子状に常鰓糸の基部に展開した様子は、実体顕微鏡で鰓葉を裏側から見た場合と同じ像を示している (Figs. 14I, J)。このような常鰓糸の基部に展開する格子状の構造は、Lacunar tissue of the interfilamentar junction (鰓糸間連結格子様組織, LFJ) と呼ばれ、ドブガイの仲間 *Anodonta cygnea* やオオノガイの仲間 *Mya arenaria* でも認められている¹⁹⁾。

以上のことから、サラガイの鰓では、鰓葉の表面はムラサキイガイなどの糸鰓類^{5, 6)} と同様に常鰓糸が平坦に並んだ外観を示している。しかし、各常鰓糸の間は、繊毛で固定している糸鰓類^{5, 6)} と異なって、キチン質の鰓糸合着帯 (IPB) で接着し、鰓糸合着帯と鰓糸間連結膜腔 (FMS) で構成した鰓糸間連結格子様組織 (LFJ) で固定した構造となっている。鰓葉は、鰓葉間連結棒で互いが固定された簡単な構造である糸鰓類^{5, 6)} と異なって、外鰓内葉では鰓糸間連結膜腔 (FMS) から延びる鰓糸間連結膜 (FCM) で、内鰓では内葉と外葉の間を鰓糸間連結膜腔 (FMS) から延びる鰓葉間連結膜 (ICM) でしっかりと固定された

複雑な構造を示すことが明らかである。

唇弁

唇弁 (LP) は, アサリ¹⁷⁾と同様に, 内葉の先端だけが唇弁まで延びて, 上唇弁と下唇弁に挟まれた構造を示している (Figs. 15C; 16C, D)。唇弁 (LP) の内面および側位口溝 (LOG) の内面は, 繊毛 (CL) で覆われている様子が確認される (Figs. 15F; 16D)。

要 約

サラガイの鰓構造を組織学的に調べた。外鰓は外葉が欠落し, 内葉が鰓軸から上方に延びている。内鰓は外葉が鰓軸から下方に延び, 鰓葉腹部屈曲部を介して, 内葉が内鰓の基部に向かって上方へ延びている。外鰓内葉は, 常鰓糸と外鰓内葉固定膜縁縦走血管の間に展開する外鰓内葉固定膜で固定されている。内鰓は, 外葉と内葉の間を鰓葉間連絡膜で固定されている。鰓糸は平坦に並んだ常鰓糸で構成されている。各常鰓糸は鰓糸合着帯で接着され, 鰓糸間連絡格子組織を構成した鰓糸間連絡膜で固定されている。

文 献

- 1) 椎野季雄: あこやがい (真珠貝) 解剖図. 三重県試験場 (1952)
- 2) 竹村嘉夫, 加福竹一郎: シロチヨウガイ *Pinctada maxima* (JAMESON) の解剖. 東海区水研報, 16, 1-23 (1959)
- 3) 岡田彌一郎: タイラギ (*Pinna japonica* Reeve) の解剖. 動雑, 26, 15-20, 29-34, 57-60, 79-82 (1914)
- 4) 中村正人, 松井 魁, 網尾 勝: イケチヨウガイ *Hyriopsis schlegeli* の解剖. 水大校研報, 13, 61-74 (1963)
- 5) 山元憲一, 半田岳志: ムラサキイガイの鰓構造. 水大校研報, 61, 123-142 (2013)
- 6) 山元憲一, 半田岳志: ムラサキインコの鰓構造. 水大校研報, 61, 143-155 (2013)
- 7) 山元憲一, 半田岳志: マベの鰓と唇弁および消化管の構造. 水大校研報, 59, 92-120 (2011)
- 8) 山元憲一, 半田岳志, 近藤昌和: アコヤガイの鰓構造. 水大校研報, 57, 81-110 (2008)
- 9) 山元憲一, 半田岳志: クロチヨウガイの鰓と唇弁の構造. 水大校研報, 59, 53-73 (2010)
- 10) 山元憲一, 荒木 晶, 半田岳志: リシケタイラギの鰓構造. 水大校研報, 64, 144-171 (2016)
- 11) 山元憲一, 半田岳志, 荒木 晶: ヒオウギの鰓構造. 水大校研報, 64, 120-142 (2016)
- 12) 山元憲一, 半田岳志: ホタテガイの鰓構造. 水大校研報, 63, 189-208 (2015)
- 13) 山元憲一, 半田岳志: イタボガキの鰓構造. 水大校研報, 63, 69-82 (2015)
- 14) 山元憲一, 半田岳志: マガキの鰓構造. 水大校研報, 61, 190-210 (2013)
- 15) 山元憲一, 荒木 晶, 半田岳志: アゲマキガイの鰓構造. 水大校研報, 64, 104-119 (2016)
- 16) 山元憲一, 半田岳志, 荒木 晶: マテガイの鰓構造. 水大校研報, 64, 204-220 (2016)
- 17) 山元憲一, 半田岳志, 荒木 晶: アサリの鰓構造. 水大校研報, 65, 69-111 (2017)
- 18) Ridewood WG: On the structure of the gills of the Lamellibranchia. *Phil Trans Roy Soc Lond B*, 195, 147-284 (1903)
- 19) Atkins D: On the ciliary mechanisms and interrelationships of lamellibranchs. Part III: Types of lamellibranch gills and their food currents. *Q J Microsc Sci*, 79, 375-421 (1937)
- 20) 山元憲一, 荒木 晶, 半田岳志: サラガイの鰓構造. 水大校研報, 65, 147-165 (2017)
- 21) 奥谷喬司: 日本近海産貝類図鑑. 奥谷喬司 (編). 東海大学出版会 (2000)
- 22) Namba K, Kobayashi M, Aida K, Uematsu M, Yoshida Y, Kondo K, Miyata Y: Persistent relaxation of the adductor muscle of oyster *Crassostrea gigas* induced by magnesium ion. *Fish Sci*, 61, 241-244 (1995)
- 23) Bell TA, Lightner DV: A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. World aquaculture society, USA, 2 (1988)
- 24) 山元憲一, 半田岳志: カサガイ目と古腹足目の中腸腺細管の構造. 水大校研報, 59, 121-148 (2011)

Short forms used in the figures

AAM, anterior adductor muscle	前閉殻筋
ABV, afferent branchial vein	入鰓静脈
BC, branchial cavity	鰓腔
CA, ctenidial axis	鰓軸
CL, cilia	繊毛
DD, digestive diverticula	中腸腺
EBV, efferent branchial vein	出鰓静脈
ES, exhalent siphon	出水管
FCL, frontal cilia	前繊毛
FCM, inter-filament connecting membrane	鰓糸間連結膜
FIC, fused border of inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉合着縁
FIOC, fused border of inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉合着縁
FML, fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉固定膜
FMS, inter-filament connecting membrane space	鰓糸間連結膜間腔
FT, foot	足
ICM, inter-laminar connecting membrane	鰓葉間連結膜
ICV, inter-laminar connecting vessel	鰓葉間連結血管
IFS, inter-filament space	鰓糸間腔
ILI, inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉
ILLI, inner lamina of left inner ctenidium	左内鰓内葉
ILLO, inner lamina of left outer ctenidium	左外鰓内葉
ILO, inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉
ILRI, inner lamina of left inner ctenidium	右内鰓内葉
ILRO, inner lamina of left outer ctenidium	右外鰓内葉
IPB, interfilamentar junction of the form of an intra-plical band	鰓糸合着帯
IS, inhalent siphon	入水管
LCL, lateral cilia	側繊毛
LFC, latero-frontal cilia	側前繊毛
LFJ, lacunar tissue of the interfilamentar junction	鰓糸間連結格子様組織
LIC, left inner ctenidium	左内鰓
LOC, left outer ctenidium	左外鰓
LOG, lateral oral groove	側位口溝
LP, labial palp	唇弁
MC, mantle cavity	外套腔
MT, mantle	外套膜
OF, ordinary filament	常鰓糸
OLI, outer lamina of inner ctenidium	内鰓外葉
OLLI, outer lamina of left inner ctenidium	左内鰓外葉
OLRI, outer lamina of right inner ctenidium	右内鰓外葉
OT, ostia	鰓小孔

PAM, posterior adductor muscle	後閉殻筋
RIC, right inner ctenidium	右内鰓
RLL, right lower lip	右下唇弁
ROC, right outer ctenidium	右外鰓
RP, ridge of palp	唇弁鬚側部
RUL, right upper lip	右上唇弁
SBC, supra-branchial cavity	鰓上腔
SM, suspensory membrane of filament	鰓葉懸垂膜
VAI, longitudinal vessel running along the base of inner lamina of inner ctenidium	内鰓内葉基部縦走血管
VB, ventral bend of the ctenidium	鰓葉腹部屈曲部
VFM, longitudinal vessel running along the edge of fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉固定膜縁縦走血管
VFCM, vessel of inter-filament connecting membrane	鰓糸間連結膜血管
VFML, vessel of fixed-membrane of the inner lamina of outer ctenidium	外鰓内葉固定膜血管
VICM, vessel of inter-laminar connecting membrane	鰓葉間連結膜血管
VM, visceral mass	内臓塊
VOF, vessel of ordinary filament	常鰓糸血管

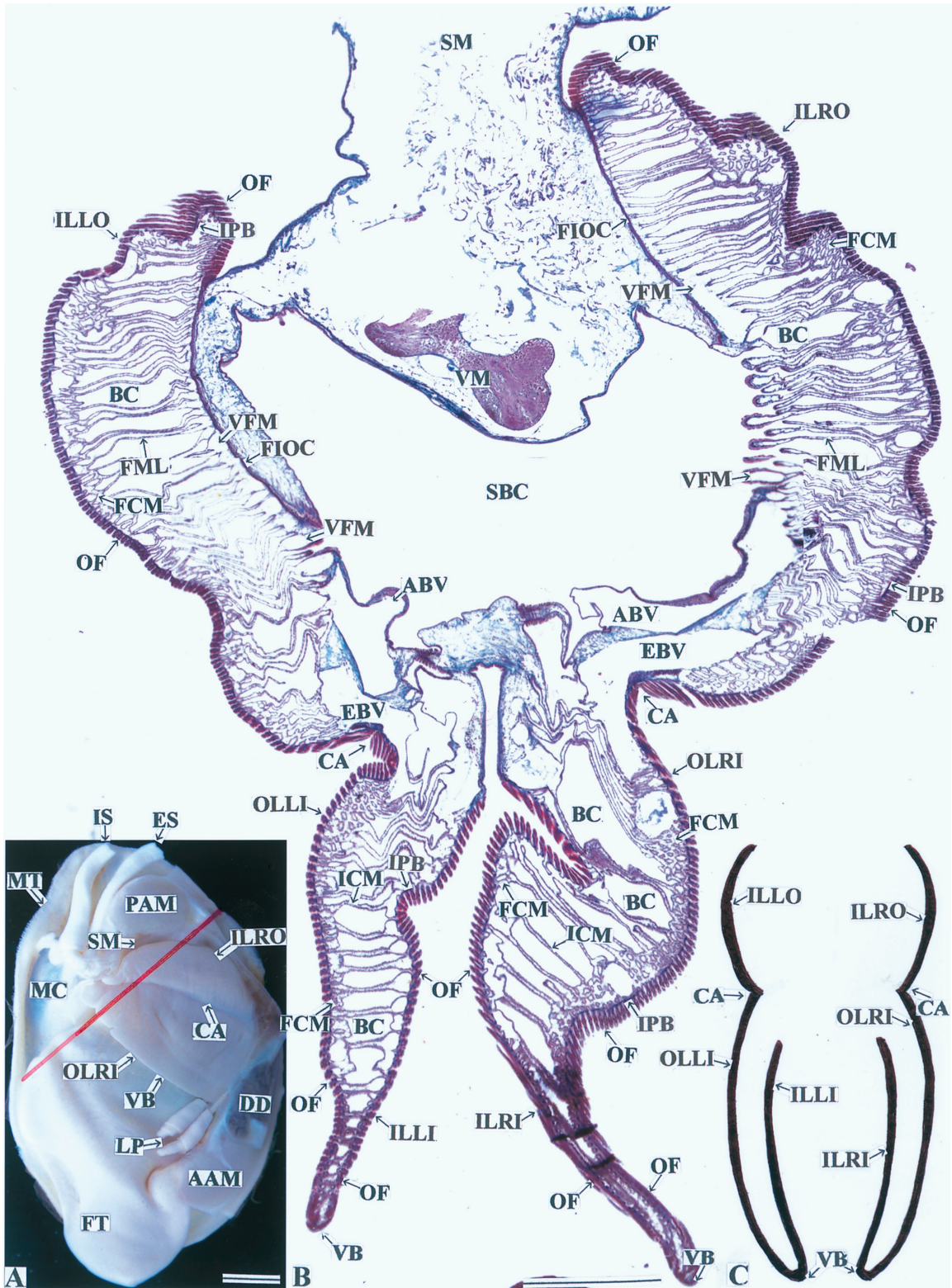


Fig. 1. Section of the ctenidia in *Megangulus venulosus*. Oblique red line in the Fig. 1A represents the cutting-plane line of the ctenidia shown in Fig. 1B. Fig. 1A: left surface of the soft part after the left mantle is removed, Fig. 1B: section of the ctenidia, Fig. 1C: schema of the outer and inner laminae of ctenidia. Scale bars = 1 cm. Azan stain.

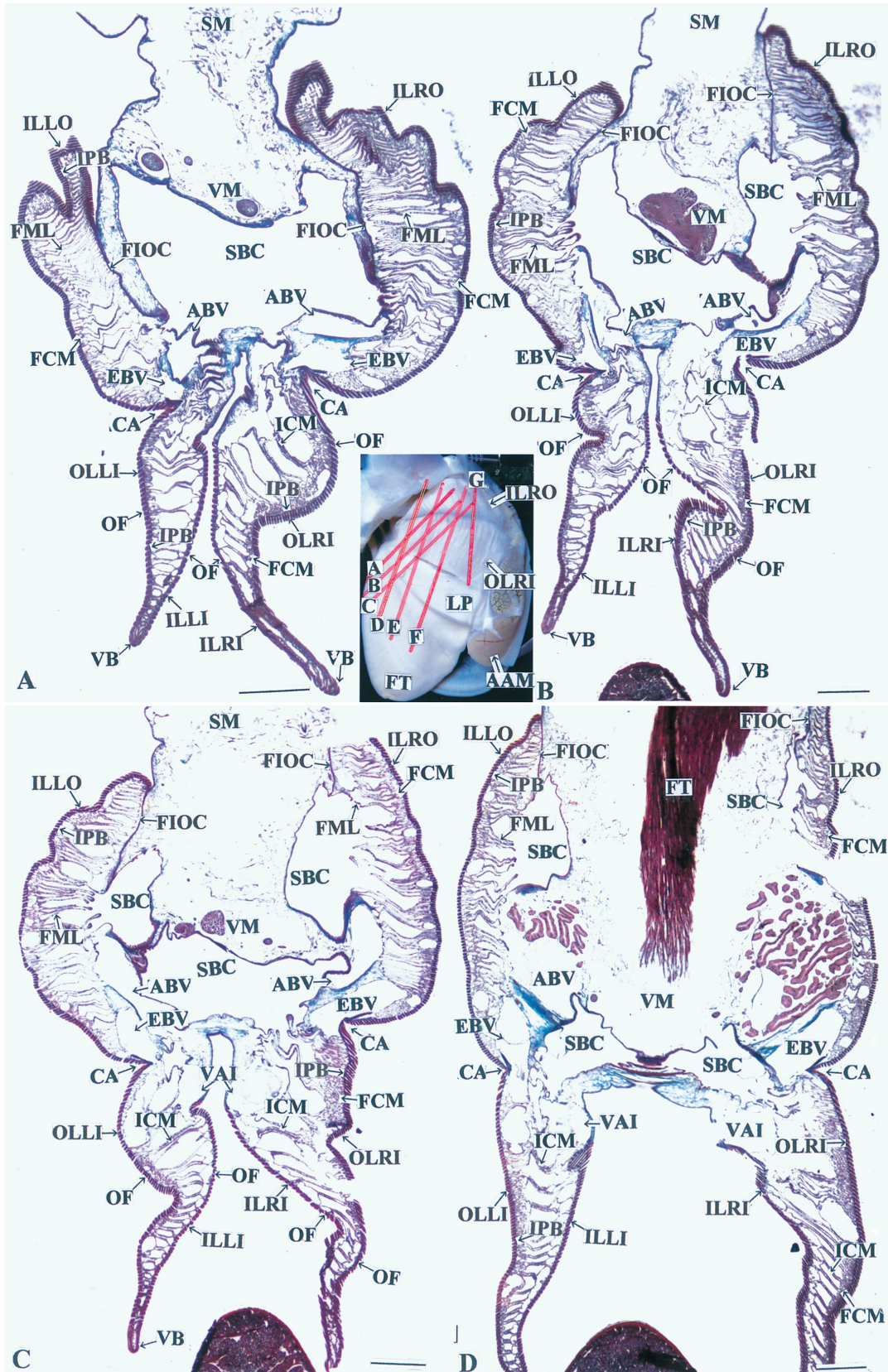


Fig. 2. Sections of the ctenidia in *M. venulosa*. Red lines in the upper-middle small figure represent the cutting-plane lines of the ctenidia in Figs. 2A-D and Figs. 3E-G, and the letter attached to the terminal of each red line correspond to that of figure. The figures continue alphabetically from Figs. 2A-D to Figs. 3E-G. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

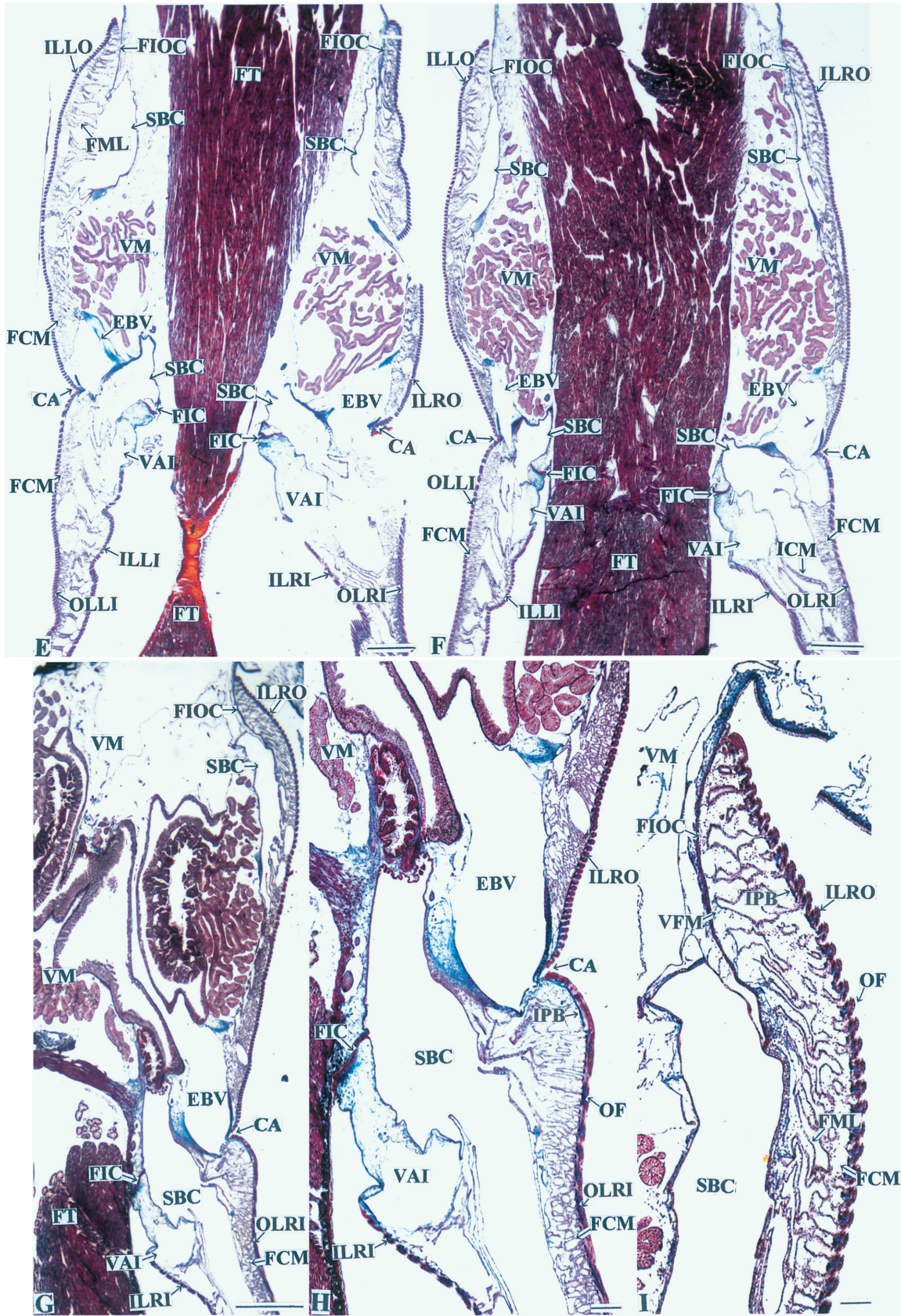


Fig. 3. Sections of the ctenidia in *M. venulosa*. Fig. 3H: magnified view near the ctenidial axis in Fig. 3G, Fig. 3I: magnified view of the outer lamina of inner ctenidium in Fig. 3G. The figures continue alphabetically from Figs. 2A-D to Figs. 3E-G. Scale bars in Figs. 3E-G = 1 mm, and the bars in Figs. 3H and I = 100 μ m. Azan stain.

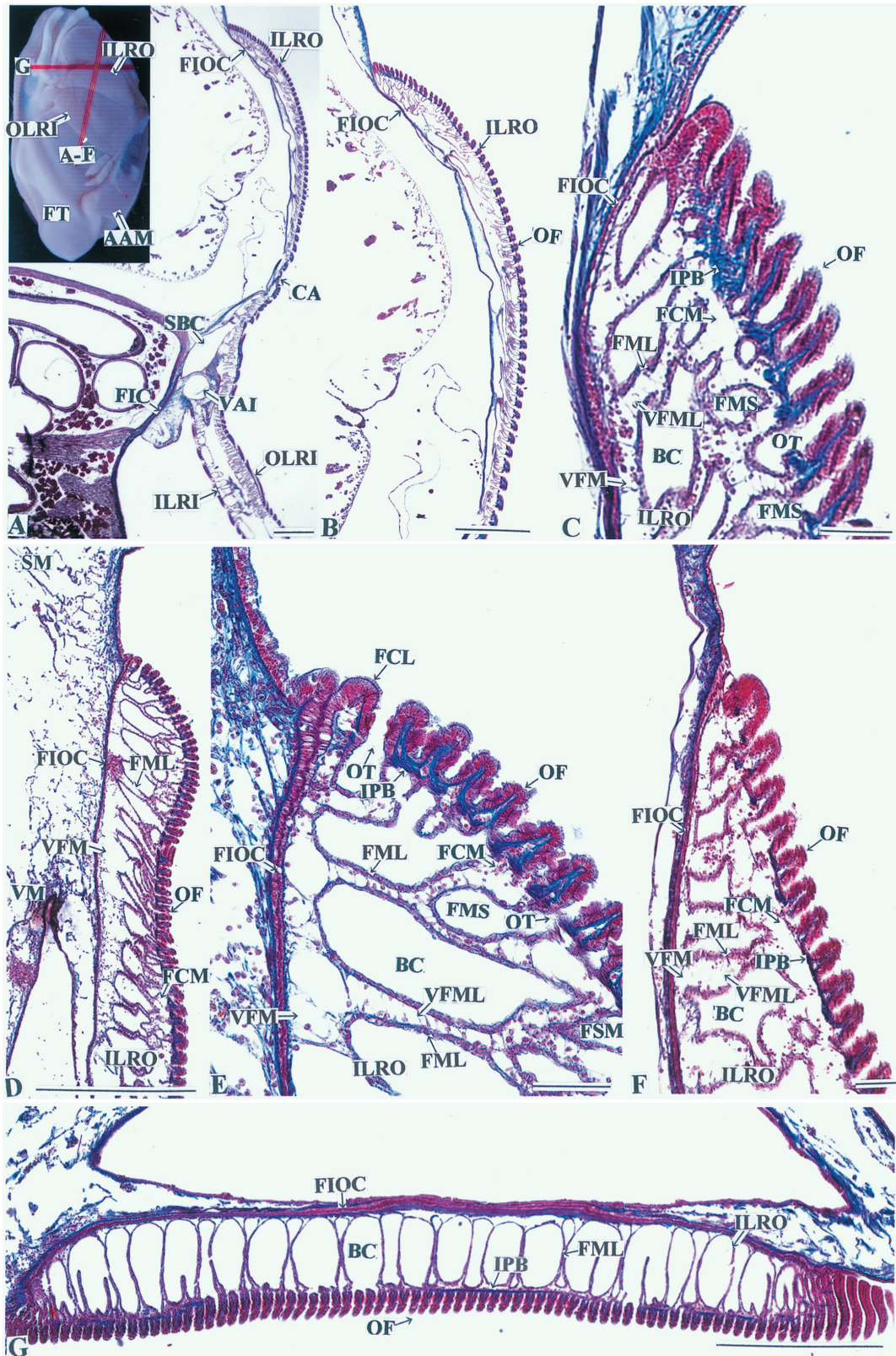


Fig. 4. Fused border of inner lamina of outer ctenidium (FIOC) in *M. venulosa*. Vertical and transverse red lines in upper-left small figure represent the cutting-plane line of the ctenidia shown in Figs. 4A–F and Fig. 4G, respectively. Fig. 4A: vertical section of right outer and inner ctenidia. Figs. 4B and C: magnified views of FIOC shown in Figs. 4A and B, respectively. Fig. 4E: magnified view of vertical section of FIOC shown in Fig. 4D. Fig. 4F and G: vertical and transverse sections of FIOC, respectively. Scale bars in Figs. 4A, B, D and G = 1 mm, and the bars in Figs. 4C, E and F = 100 μ m. Azan stain.

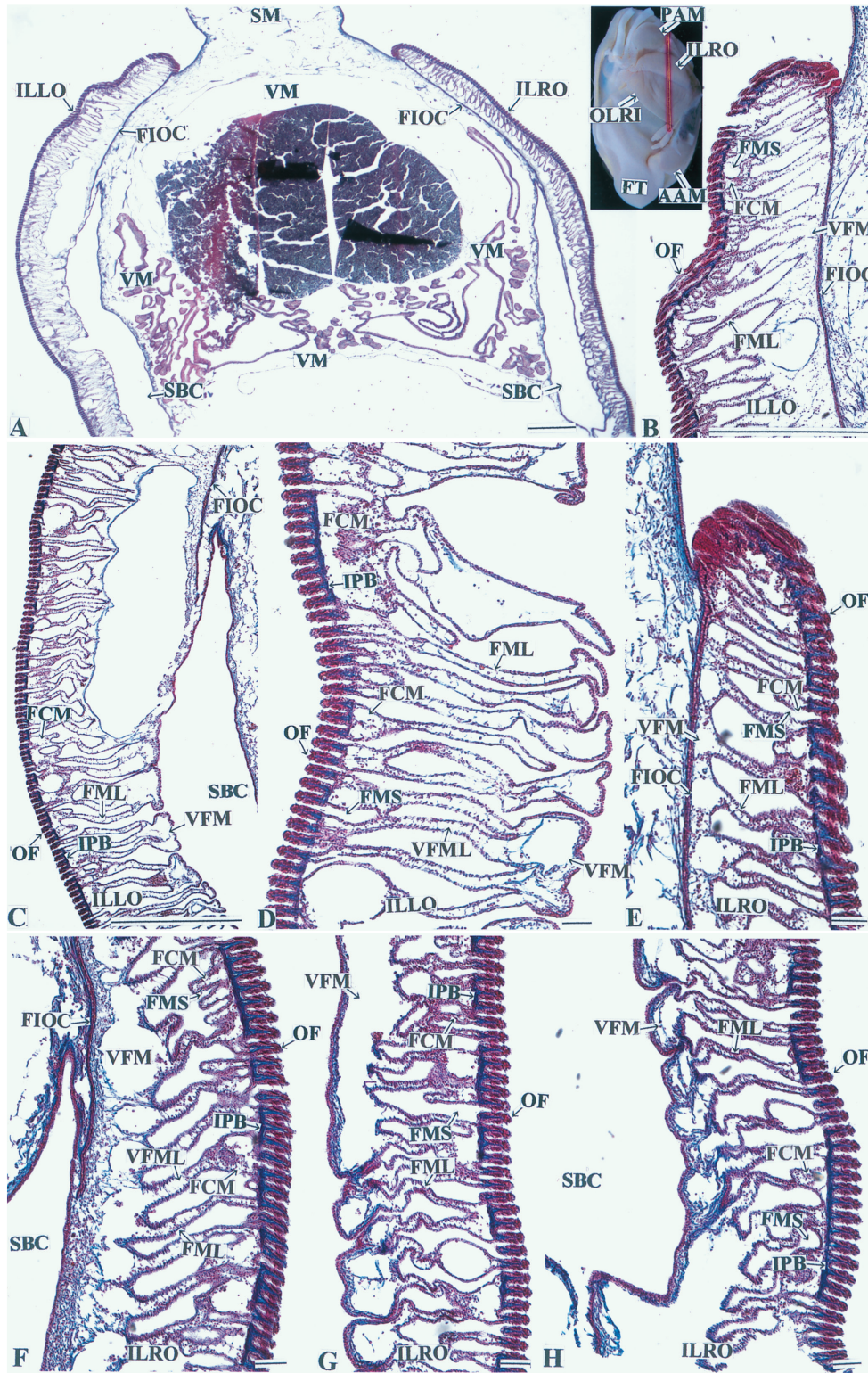


Fig. 5. Vertical section of the inner laminae of the outer ctenidia in *M. venulosus*. Red line in the upper-middle small figure represents the cutting-plane line of the ctenidia shown in Figs. 5A-H. Fig. 5A: vertical section of the inner laminae of the outer ctenidia, Fig. 5B: magnified view of FIOC in the left inner lamina of outer ctenidium shown Fig. 5A, Fig. 5C: magnified view of the left inner lamina of outer ctenidium near FIOC and the supra-branchial cavity (SBC) shown Fig. 5A, Fig. 5D: magnified view of the left inner lamina of outer ctenidium near SBC shown Fig. 5C, Fig. 5E: magnified view of FIOC in the right inner lamina of outer ctenidium shown Fig. 5A, Fig. 5F: magnified view of the right inner lamina of outer ctenidium near FIOC and SBC shown Fig. 5A, Figs. 5G and H: magnified view of the right inner lamina of outer ctenidium near SBC shown Fig. 5A. Scale bar in Fig. 5A = 1 cm, the bars in Figs. 5B and C = 1 mm, and the bars in Figs. 5D-H = 100 μ m. Azan stain.



Fig. 6. Fused border of inner lamina of outer ctenidium (FIOC), the ctenidial axis (CA) and the ventral bend (VB) of vertical-sectioned ctenidia in *M. venulosa*. Fig. 6A: FIOC, Fig. 6B: magnified view of FIOC shown Fig. 6A, Figs. 6C-E: CA, Figs. 6F-I: VB. Scale bars in Figs. 6A, B and E = 1 mm, and the bars in Figs. 6C, D and F-I = 100 μ m. Azan stain.

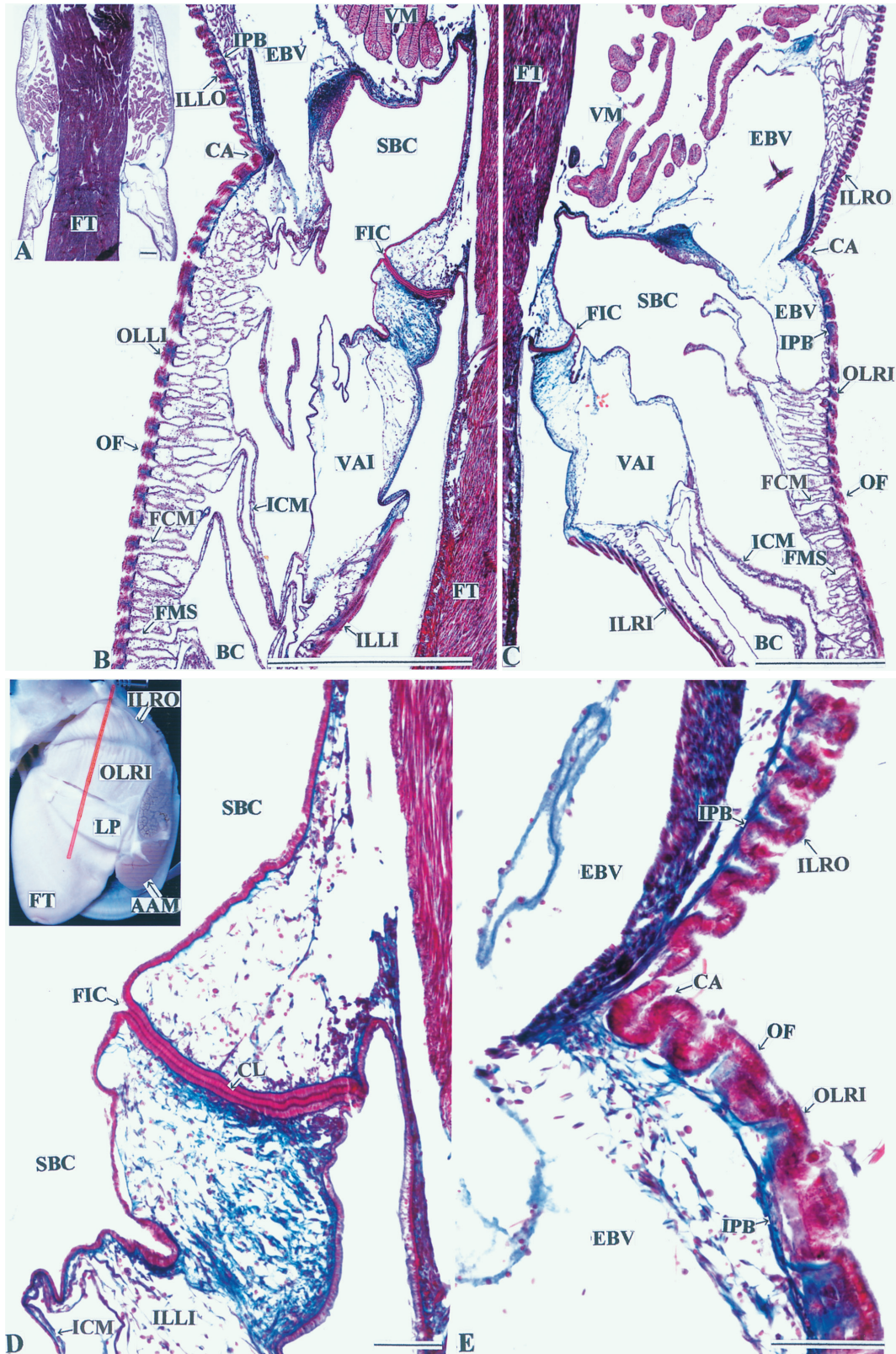


Fig. 7. Fused border of inner lamina of inner ctenidium (FIC) and the ctenidial axis (CA) in *M. venulosa*. Red line in lower-left small figure represents the cutting-plane line of the ctenidia shown in Figs. 7A-E. Fig. 7A: vertical section of outer and inner ctenidia, Fig. 7B: magnified view of FIC and CA of the left ctenidia shown in Fig. 7A, Fig. 7C: magnified view of FIC and CA of the right ctenidia shown in Fig. 7A, Figs. 7D and E: magnified views of FIC and CA shown in Fig. 7C, respectively. Scale bars in Figs. 7A-C = 1 mm, and the bars in Figs. 7D and E = 100 μ m. Azan stain.

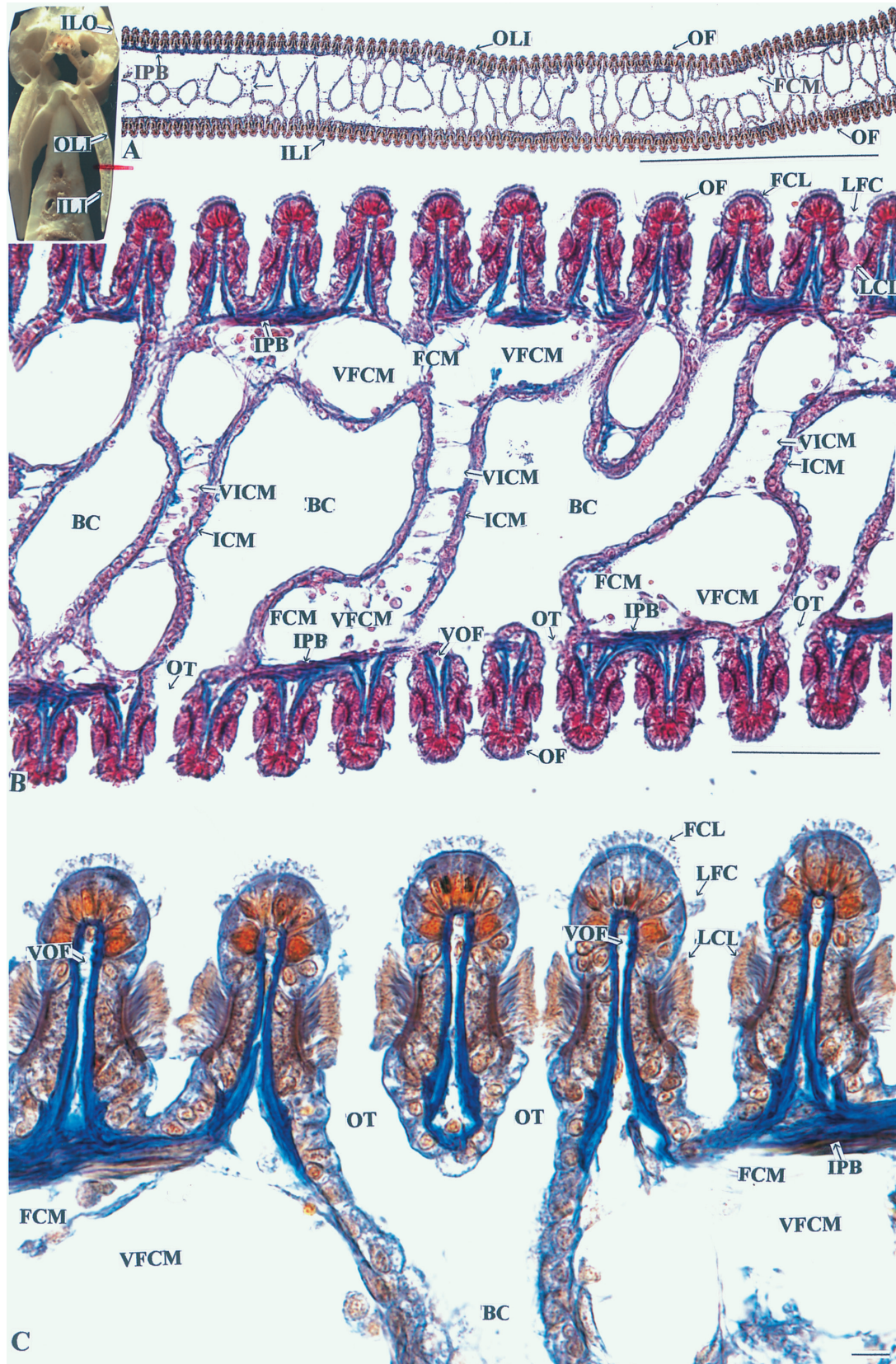


Fig. 8. Cross section of the inner lamina of outer ctenidium in *M. venulosa*. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the ctenidium shown in Figs. 8A-C. Fig. 8A: cross section of the inner lamina of outer ctenidium, Fig. 8B and C: magnified view of the inner lamina of outer ctenidium shown in Fig. 8A. Scale bar in Fig. 8A = 1 mm, the bar in Figs. 8B = 100 μ m, and the bars in Fig. 8C = 10 μ m. Azan stain.

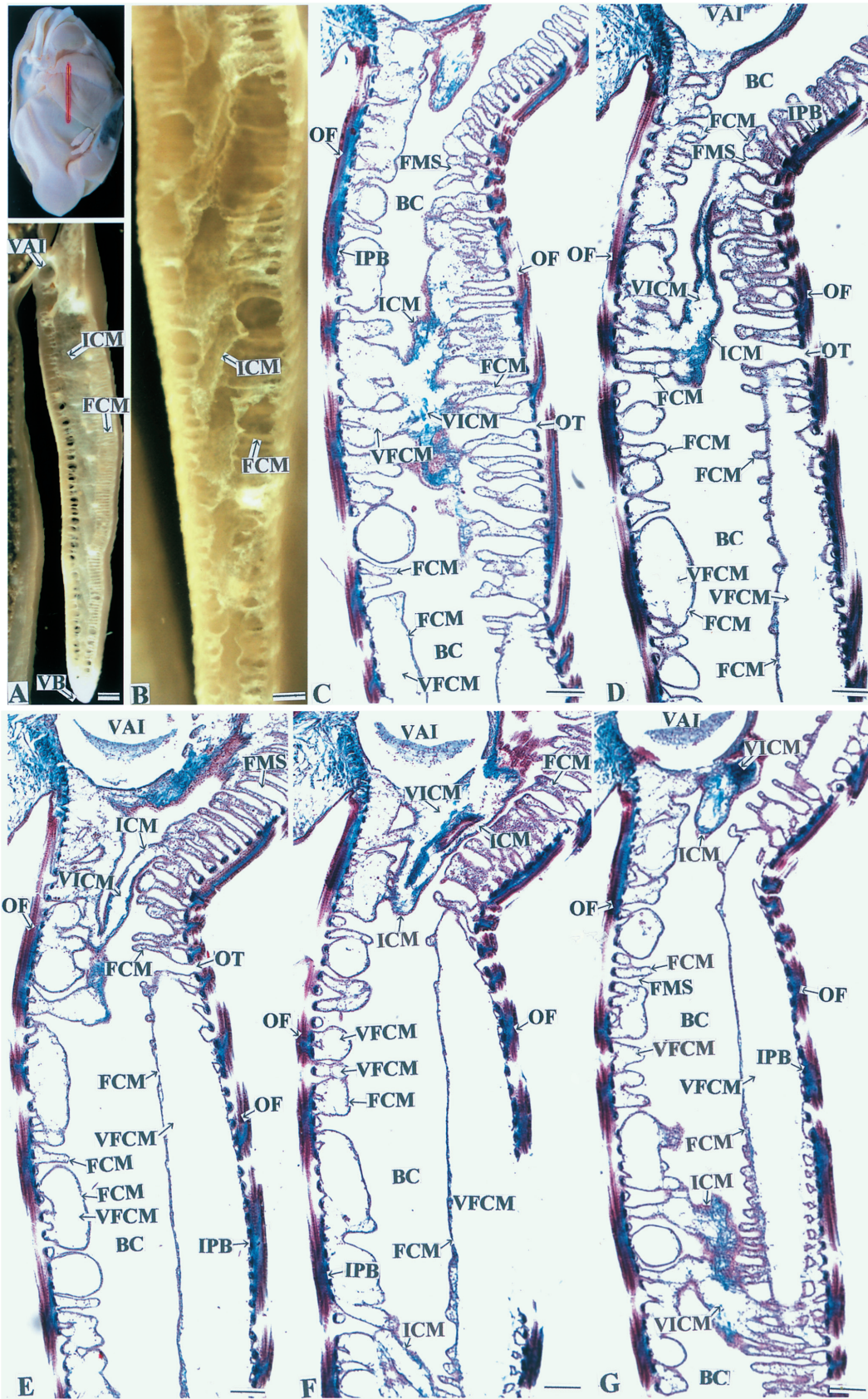


Fig. 9. Vertical sections of the inner ctenidium in *M. venulosa*. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the ctenidium shown in Figs. 9A to Fig. 11S. Fig. 9C to Fig. 11S are vertically sectioned views in sequence. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

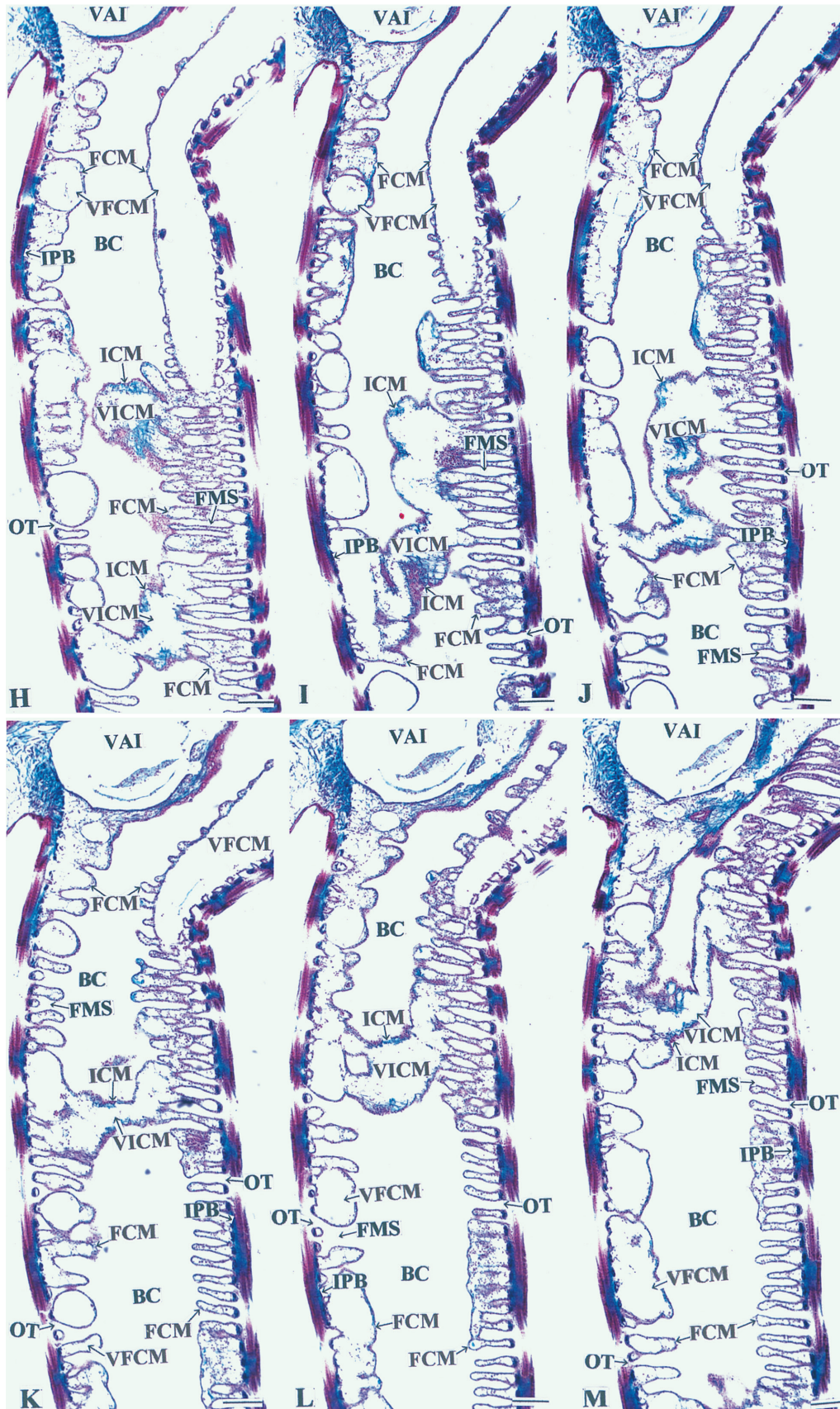


Fig. 10. Vertical sections of the inner ctenidium in *M. venulosa*. The figures continue alphabetically from Fig. 9C to Fig. 11S. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

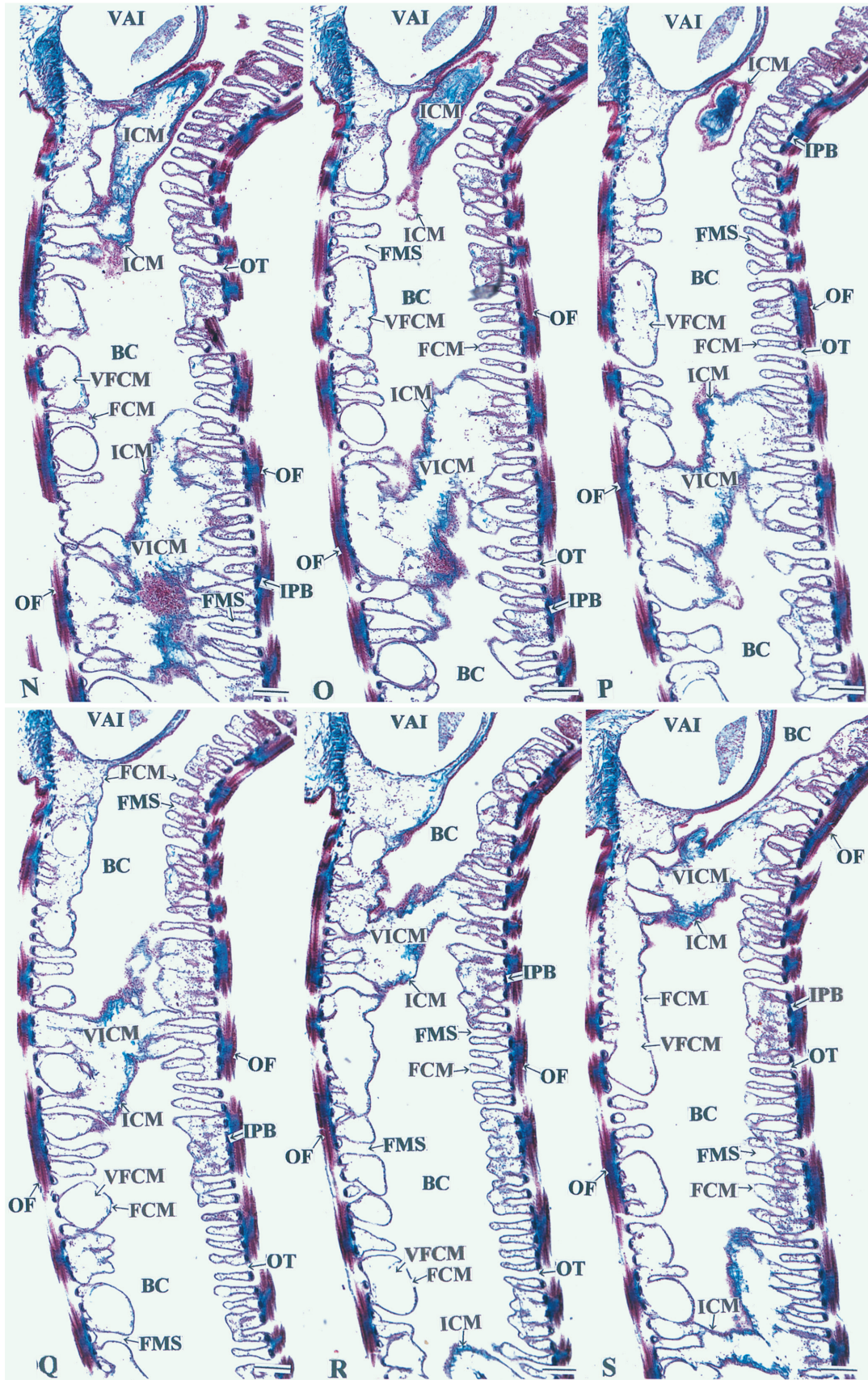


Fig. 11. Vertical sections of the inner ctenidium in *M. venulosa*. The figures continue alphabetically from Fig. 9C to Fig. 11S. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

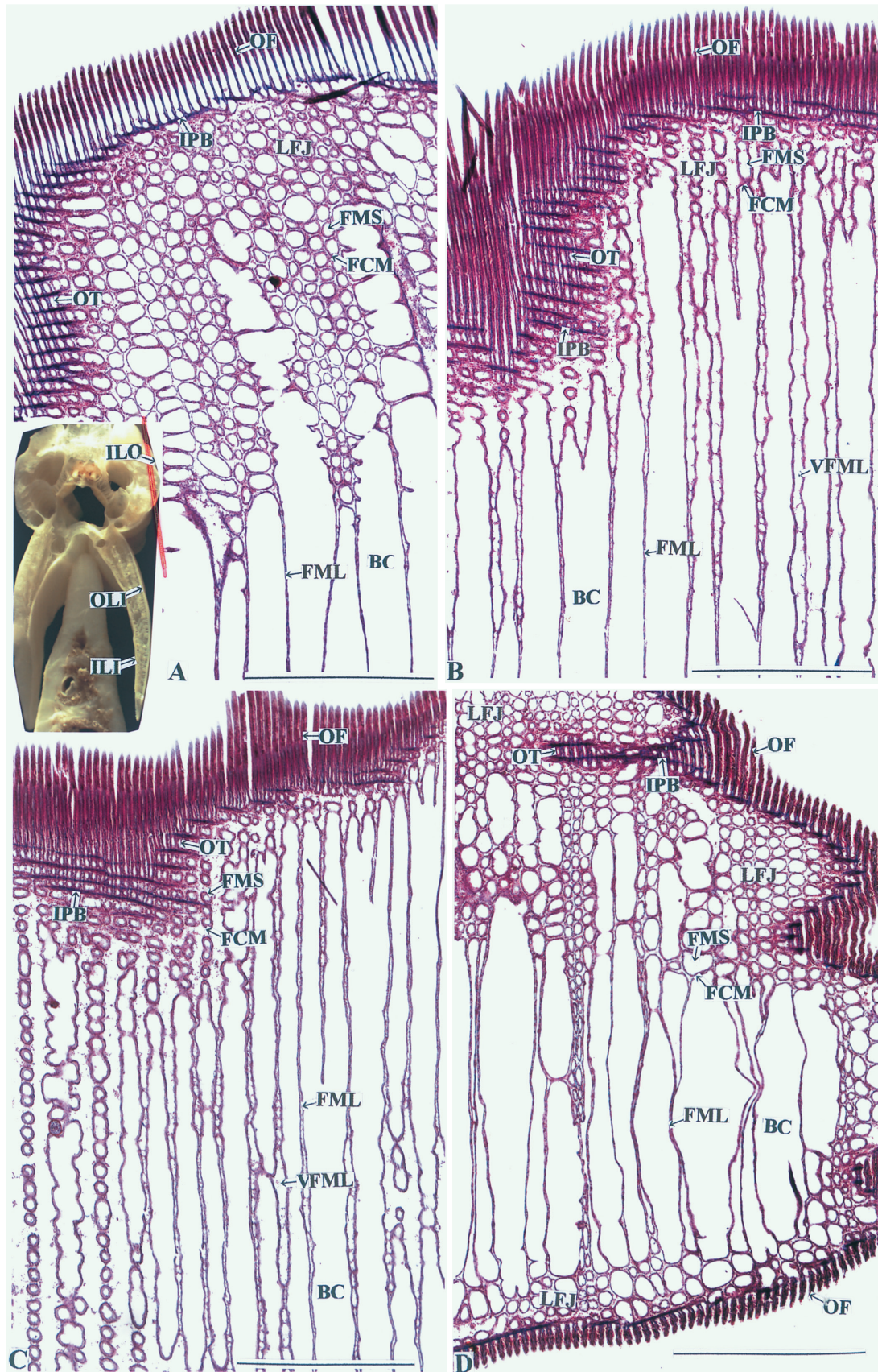


Fig. 12. Horizontal sections of the inner lamina of outer ctenidium in *M. venulosa*. Red line in the middle-left small figure represents the cutting-plane line of the ctenidium shown in Figs. 12A-D. Scale bars = 1 mm. Azan stain.

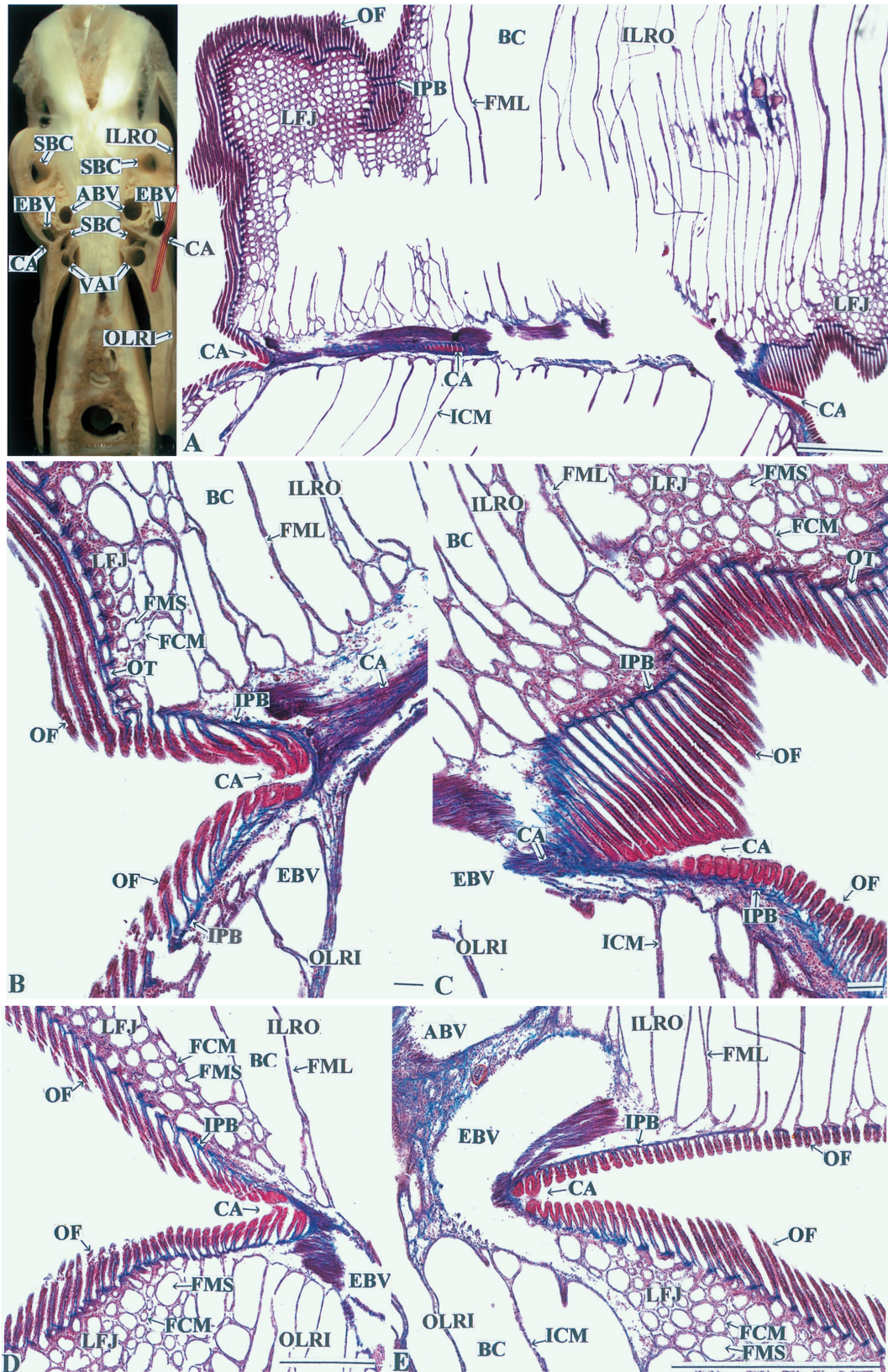


Fig. 13. Horizontal section of ctenidia near the ctenidial axis in *M. venulosa*. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the ctenidia shown in Figs. 13A-E. Fig. 13A: horizontal section of outer and inner ctenidia near the ctenidial axis, Figs. 13B and C: magnified view of CA shown in the left side and the right side of Figs. 13A, respectively, Figs. 13D and E: magnified view of CA in the left and right ctenidia. Scale bar in Figs. 13A = 1 mm, and the bars in Figs. 13B-E = 100 μ m. Azan stain.

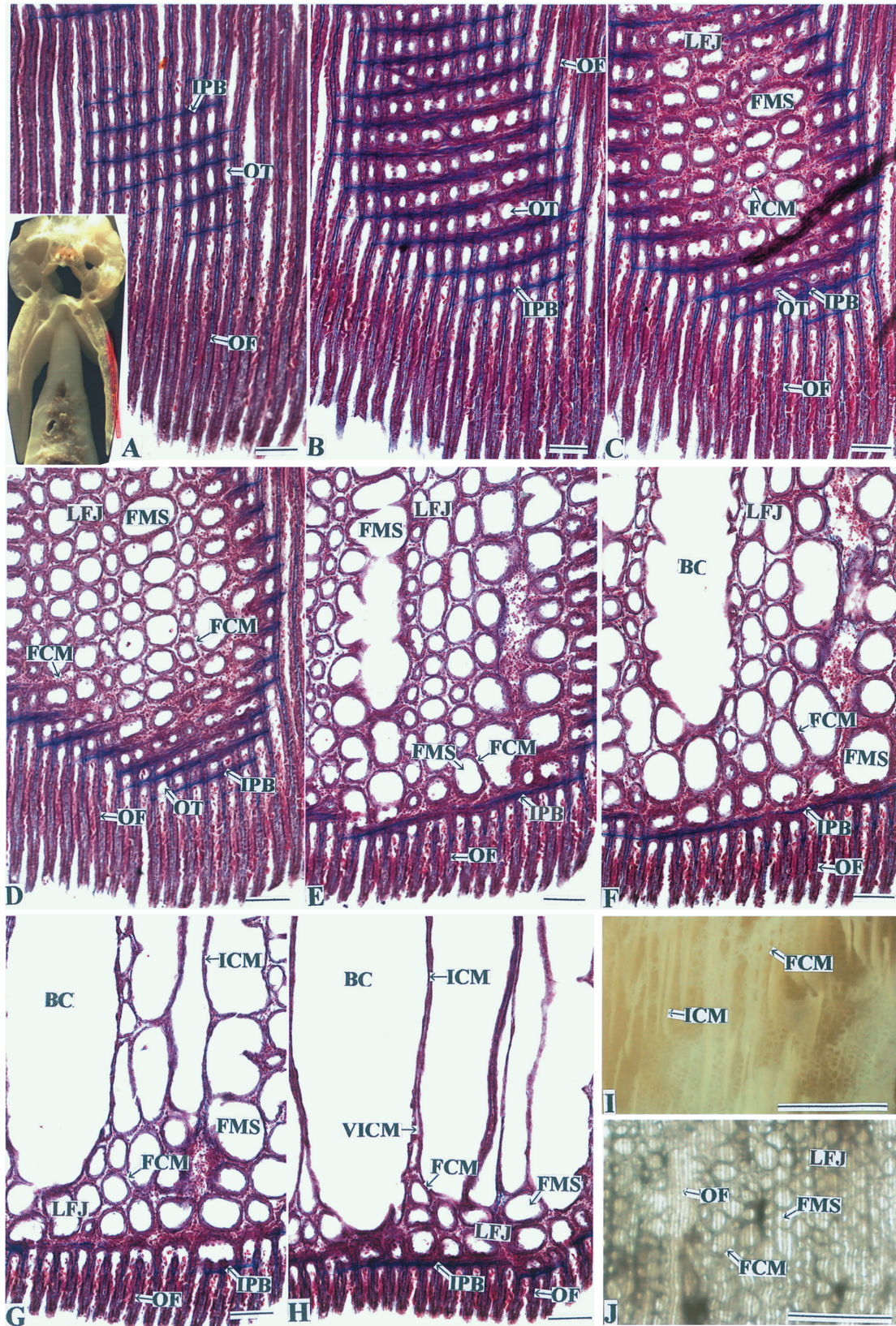


Fig. 14. Horizontal sections of the outer lamina of inner ctenidium in *M. venulosa*. Fig. 14A to Fig. 14H are horizontally sectioned views from surface to inside outer lamina of inner ctenidium in sequence. Red line in the upper-left small figure represents the cutting-plane line of the ctenidia shown in Figs. 14A-H. Figs. 14I and J show the inside view of outer lamina of inner ctenidium after the inner and the outer laminae of the ctenidium is separated. Scale bars in Figs. 14A-H = 100 μ m, and the bars in Figs. 14I and J = 1 mm. Azan stain in Figs. 14A-H.

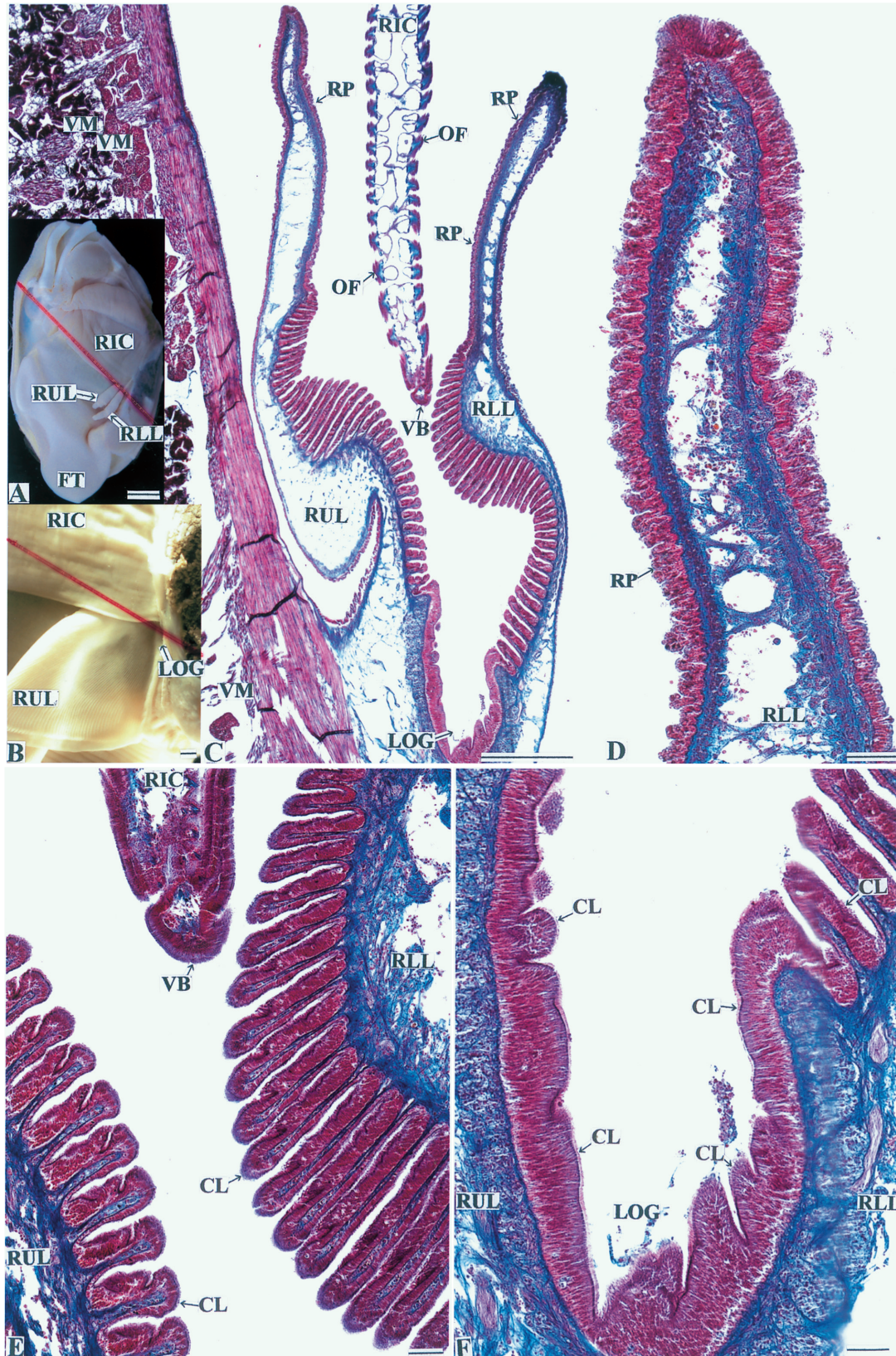


Fig. 15. Labial palp in *M. venulosa*. Red lines in Figs. 15A and B represent the cutting-plane line of the ctenidium shown in Figs. 15C-F. Fig. 15A: right surface of the soft body after removal of the right mantle, Fig. 15B: right upper lip (RUL) and right inner ctenidium (RIC) after removal of the right lower lip (RLL), Fig. 15C: RUL, RLL and RIC, Fig. 15D, E and F: magnified view of RLL, RIC and LOG shown in Fig. 15C. Scale bars in Fig. 15A = 1 cm, the bar in Fig. 15B = 1 mm, and the bars in Fig. 15C-F = 100 μ m. Azan stain.

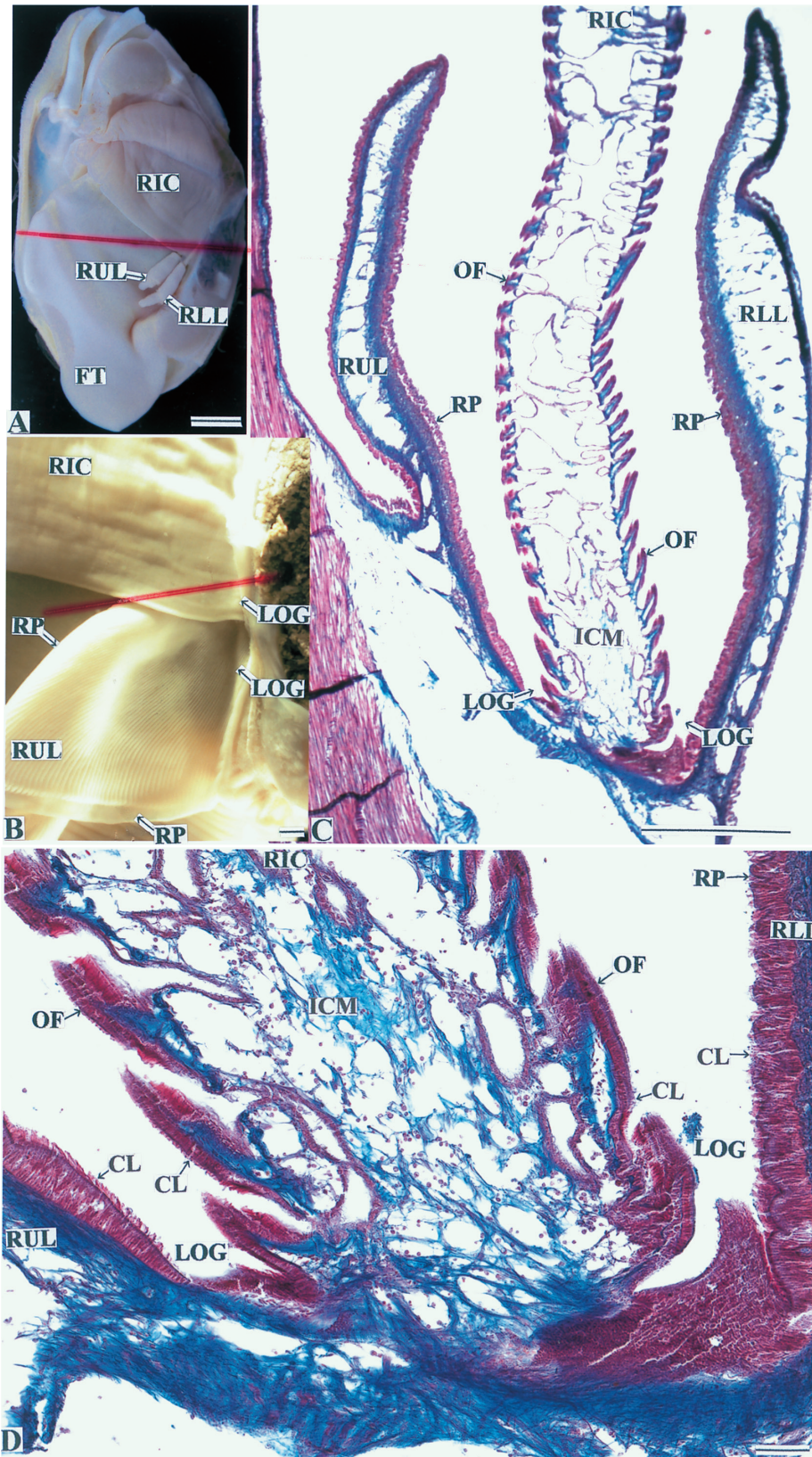


Fig. 16. Labial palp in *M. venulosa*. Red lines in Figs. 16A and B represent the cutting-plane line of the ctenidium shown in Figs. 16C and D. Fig. 16A: right surface of the soft body after removal of the right mantle, Fig. 16B: right upper lip (RUL) and right inner ctenidium (RIC) after removal of the right lower lip (RLL), Fig. 16C: RUL, RLL and RIC, Fig. 16D: magnified view of RLL, RIC and LOG shown in Fig. 16C. Scale bars in Fig. 16A = 1 cm, the bar in Fig. 16B = 1 mm, and the bars in Figs. 16C–F = 100 μ m. Azan stain.