

弾性型動脈と筋型動脈の動脈壁特に中膜 における神経線維の分布

岡山大学医学部第一解剖学教室（主任：大塚長康教授）

諏 訪 喜 一

（昭和50年10月29日受稿）

緒 言

動脈壁の中膜の神経支配についての光顕的所見において、MaximowとBloom¹⁾ (1952)とStöhr²⁾ (1957)は、無髄鞘の神経線維が、中膜に進入し、平滑筋細胞の表面或はおそらくその平滑筋細胞自身の中に終末として終っているであろうと記載している。また最近Amagai³⁾ (1969)はイヌの胸部大動脈において、無髄鞘となお有髄鞘の神経線維束叢を動脈壁の中膜の外膜側に認めている。その他、動脈壁における神経線維の分布の光顕的研究は数多く行われているが、電顕的に大動脈の中膜に分布する自律神経の記載は極めて少ない。著者⁴⁾ (1962)は先に、ヒトの大動脈壁の中膜における自律神経の存在について述べたが、ここではイエウサギの総頸動脈と内頸動脈の中膜での自律神経の分布及びラットの動脈壁の中膜における自律神経について電顕的に検索した。また、対照として光顕的にも検べた。

実験材料と実験方法

材料として、イエウサギの総頸動脈と内頸動脈及びラットの胸部大動脈壁を選んだ。これらの材料の小片を0.1M phosphate bufferでpH 7.4にした5%のグルタル・アルデヒド液によって4時間前固定をし、次に0.1M phosphate bufferで1%に希釈したオスミウム酸で2時間後固定した。固定後はエタノール系列により脱水し、Epon 812⁵⁾に包埋し、薄切後、酢酸ウラニールとクエン酸鉛(Reynolds⁶⁾ (1963)により重染色をした。観察は、日立電子顕微鏡HU 11型によった。また対照として光顕的に、イエウサギの総頸動脈を10%ホルマリンに固定した後、厚さ約5 μ のパラフィン切片を作り、アルデヒド・

フクシン染色を施した。一方イエウサギの内頸動脈の分枝を同様に10%ホルマリンに固定した後、Biel-schowsky氏銀黒法によって神経線維の中膜での走行と分布を検べた。

結 果

先ず光顕的所見を述べると、イエウサギの総頸動脈の外膜に、無髄鞘の神経線維束(写真2)及び無髄鞘神経線維束と考えられるものが(写真1)みられる。写真2では、その線維束内に副交感神経節細胞がみられる。写真3の銀黒法による場合、黒く銀染された神経線維が、外膜から平滑筋細胞に伴行して、中膜に入るのが見える。次に電顕像では、イエウサギの右総頸動脈の起始部において、その外膜に有髄鞘の神経線維がPericyteに取り囲まれて存在し(写真4)、またイエウサギの内頸動脈の外膜に無髄鞘の神経線維束が、膠原線維束を隔てて隣接する平滑筋細胞の近くに見られた。そのアクソンのシナプス小胞の大きさは大小種々で約300Å-800Åまでである(写真5)。

目立つのは、イエウサギの総頸動脈の中膜の中層にみられた平滑筋細胞と無髄鞘の神経線維の終末部との接合で(写真6)、終末部の細胞膜と平滑筋細胞の細胞膜とは約500Åの間隙で隔てられており、その間隙は、比較的電子密度の高い物質によって埋められている。この神経終末部には、2個のシナプス小胞とノイロフィラメントが見られる。これらの小胞の大きさは、それぞれ約500Åと約700Åであり、また、これらの小胞の電子密度は高い。詳しくみれば、終末部の細胞膜と平滑筋細胞膜との間隙に、シナプス小胞が数個放出されているかのとき像をみる。上述のことから、これが無髄鞘の神

経線維の終末部と平滑筋細胞との接合であることがわかる(写真6)

考 察

動脈壁特に中膜における無髄鞘の神経線維の分布及びその終末部の平滑筋細胞の接合についての記載は極めて少ない。然し動脈壁の中膜には、特に弾性型動脈の中膜においては、栄養血管が毛細血管網を形成している。このことから考えても、中膜内に無髄鞘の神経線維が存在する筈であり、また平滑筋細胞は血管の収縮期に能動的役張りを演ずるから、その生理学的な筋原性の自動能の観点とは別に、神経終末と平滑筋細胞との接合が存在しても不思議ではない。但し、平滑筋細胞は隣接の平滑筋細胞と互に突起をもって接合している場合が多いので、機能的観点からはその終末と平滑筋細胞との接合の多くを必要としない。おそらく Caesar, Edwards と Ruska⁶¹ (1957) の述べているごとく、平滑筋細胞と神経終末の接合は100の平滑筋細胞に対して1個ぐらいの割合に存在するのであろう。なお、Farrell⁷(1968) はラットの輸精管の平滑筋細胞と無髄鞘の神経線維の接合において、軸索内の無顆粒の小胞には種類の大きさがあり、直径450-600 Åと述べていることから考えると、神経終末部における小胞の大きさよりも、その接合部において軸索内の小胞がやや大きくなっていることも考えられる。即ち、上述のイエウサギの総頸動脈の中膜における神経線維の終末部と平滑筋細胞の接合部における軸索内のシナプス小胞は500-700 Åで、その内頸動脈の外膜における終末部の軸索内のシナプス小胞の大きさは平均に300 Åであるから、やはりその接合部においてシナプス小胞が大きくなっている。

結 語

イエウサギとラットの弾性型動脈と筋型動脈の動脈壁における神経線維の分布について光顕-と電顕

的に検べた。目立つのは、電顕的に、イエウサギの総頸動脈の中膜の中層にみられた平滑筋細胞と無髄鞘の神経線維の終末部との接合で、終末部の細胞膜と平滑筋細胞の細胞膜とは約500 Åの間隙で隔てられており、その間隙は比較的に電子密度の高い物質によって埋められている。この神経終末部の軸索内に、約500 Åと約700 Åの二つのシナプス小胞とノイロフィラメントが見られる。またこれらの小胞の電子密度は高い。終末部の細胞膜と平滑筋細胞の細胞膜との間隙にシナプス小胞が数個放出されている。これらのシナプス小胞の大きさは、同じイエウサギの内頸動脈の外膜にみられる無髄鞘神経線維の軸索内の大小種類のシナプス小胞のうちの最も大きい小胞にはほぼ等しい。

写真の説明

写真1：イエウサギの総頸動脈、パラフィン包埋、縦断切片、アルデヒド・フクシン染色、160×

写真2：写真1と同じ、320×

写真3：イエウサギの内頸動脈、切線方向に縦断、パラフィン切片、銀染色、600×

写真4：イエウサギの総頸動脈、電顕像

写真5：イエウサギの内頸動脈、電顕像

写真6：イエウサギの総頸動脈、電顕像

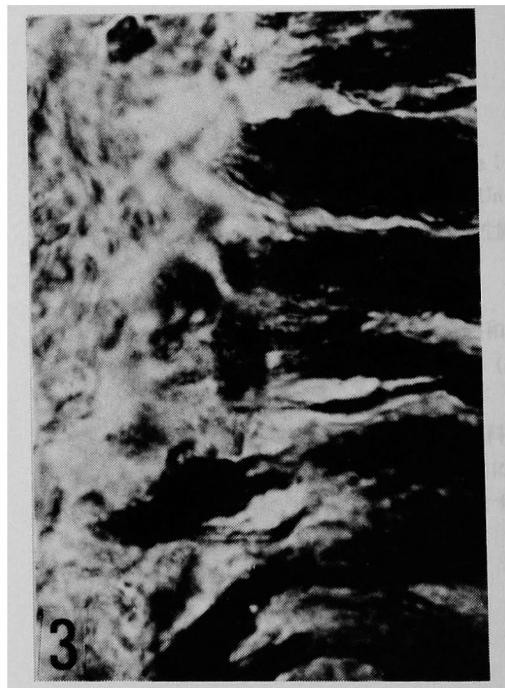
電顕像はすべて横断切片、Ax：軸索、Mn：有髄鞘神経線維、SCH：シュワン氏細胞、Pe：周辺細胞、Co：膠原線維、Fb：線維芽細胞、Un：無髄鞘神経線維、Sm：平滑筋細胞、EL：弾性膜、I：弾性成分、Ve：シナプス小胞

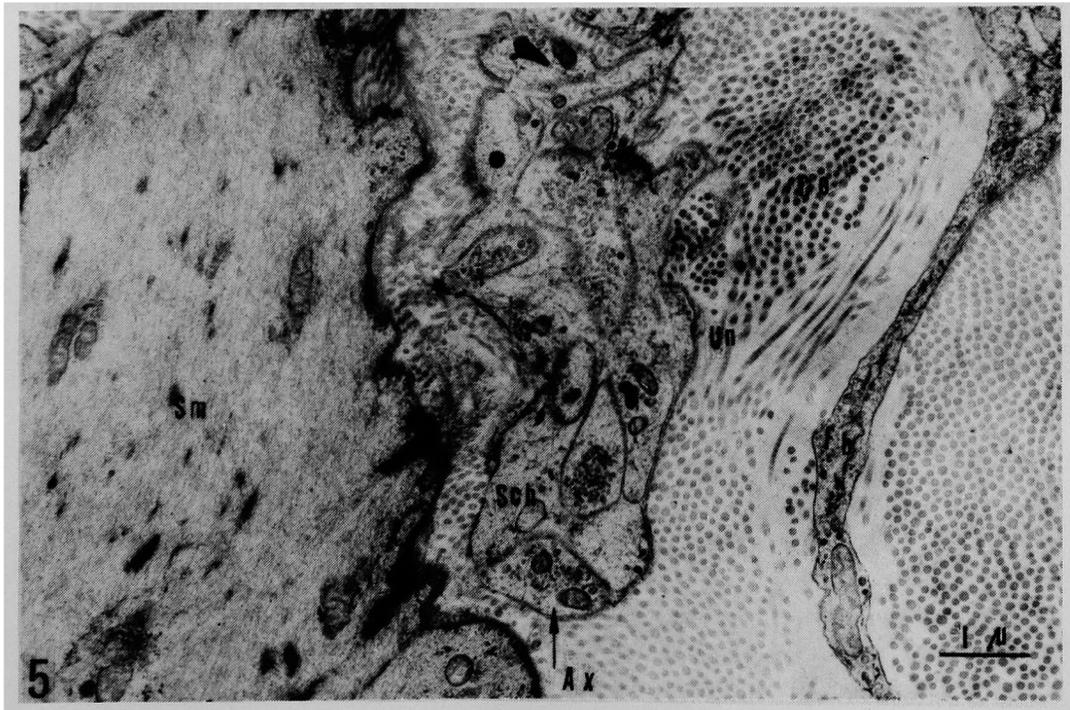
本論文の要旨は第74回日本解剖学会総会(昭和44年8月)と日本解剖学会第24回中国四国地方会(昭和44年11月)において発表した。

稿を終るに当たり、御助言を賜った埼玉医科大学解剖学教室、金子丑之助教授に深謝すると共に、御協力して頂いた当教室、菅篤氏に感謝致します。

文 献

- 1) Maximow, A. and Bloom, W. : A textbook of histology, 6th edition, p. 198, W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1952
- 2) Stöhr, P. : Innervation des Gefäßsystems. Möllendorffs Handb. d. mikroskop. Anat. d. Mensch., Bd. IV, Springer, Berlin, 1957
- 3) Amagai, T. : 胸大動脈神経の実験組織学的研究. 解剖学雑誌, 44 : 96, 1969
- 4) Suwa, K. : An electron microscope study on the aortic media in human with special reference to the innervation of the tunica media. Act. med. Okayama, 16 : 1, 1962
- 5) Reynolds, E. S. : The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. J. Cell Biol., 17 : 208, 1963
- 6) Caesar, R., Edwards, G. A. and Ruska, H. : Architecture and nerve supply of mammalian smooth muscle tissue. J. Biophys. and Biochem. Cytol., 3 : 867, 1957
- 7) Farrel, K. E. : Fine structure of nerve fibers in smooth muscle of the vas deferens in normal and rezerpinized rats. Nature, 217 : 279, 1968







ABSTRACT

The nerve distribution in the arterial wall of elastic-type artery and muscle-type artery, especially in the tunica media

Kiichi SUWA

The distribution of nerve fibers in the arterial wall of both the elastic-type artery and muscle-type artery was studied by rabbits with the light and electron microscope.

A noteworthy finding with the electron microscope was the connection of smooth muscle cells with the unmyelinated nerve ending observed in the middle layer of the tunica media of the common carotid artery of the rabbit, and the cell membrane of the nerve ending and the cell membrane of smooth muscle cells is separated by a space of about 500\AA and the space is filled with a substance of a relatively high electron density. At this nerve ending there can be observed two synaptic vesicles and a neurofilament within the axon. The electron density of such a vesicle is high. In the space between the cell membrane of the ending and the cell membrane of smooth muscle cell there are several synaptic vesicles released. The size of these synaptic vesicles is approximately the same as the largest vesicles among various synaptic vesicles observed in the tunica adventitia of the a. carotis interna of the same rabbit.