

## 上頸部交感神経節節前細胞の脊髄内分布に関する研究

永浜 正浩, 皆良田研介, 大野 新治

佐賀医科大学眼科学教室

## 要 約

頸部交感神経の節前細胞は毛様脊髄中枢より線維を発しており、その高さは第8頸髄から第3胸髄にあることが一般には知られているが、その分布についてはまだ十分には解明されていない。そこで今回、頸部交感神経幹に Horseradish peroxidase (HRP) を注入し、上頸部交感神経節節前細胞の脊髄内分布について検討を行った。実験動物として成猫4匹を用い、HRPを頸部交感神経幹に注入後、脊髄の横断及び矢状断標本を作成し、明視野及び暗視野照明下に観察した。その結果、HRP注入を行ったのと同側の第8頸髄から第6胸髄に至る中間質外側核に HRP 標識細胞が認められ、この細胞は上頸部交感神経の起始細胞であり上頸部交感神経節節前細胞とみなされた。今回の実験から、ネコにおいては上頸部交感神経節節前細胞は第8頸髄から第6胸髄まで広く分布することが確認された。(日眼会誌 94: 359-366, 1990)

キーワード：頸部交感神経, 脊髄, 毛様脊髄中枢, HRP, ネコ

## Distribution of Preganglionic Cells of Superior Cervical Ganglion in the Spinal Cord in the Cat

Masahiro Nagahama, Kensuke Kairada and Shinji Ohno

*Department of Ophthalmology, Saga Medical School*

## Abstract

It is generally accepted that preganglionic neurons of the cervical sympathetic nerve arise from the ciliospinal center, which exists in the spinal cord over C8-T3. However, its distribution within the spinal cord has not been exactly demonstrated. Therefore, horseradish peroxidase (HRP) was injected into the cervical sympathetic trunk in order to demonstrate the distribution of preganglionic neurons in the spinal cord in the cat.

Four adult cats were used. HRP was injected into the superior cervical sympathetic trunk. Two or three days after the injection cats were sacrificed and prepared for histochemical demonstration of HRP. The superior cervical ganglion, sympathetic trunk and spinal cord were examined. Labelled cells with HRP were found in the intermediolateral nucleus over C8-T6 on the ipsilateral side of the injection. These neurons were identified as preganglionic neurons of the cervical sympathetic nerve. In addition, a large number of labelled cells were seen at the T2 and T3 levels, but a few labelled cells were observed at C8, T5 and T6. T1 and T4 showed the moderate distribution.

Preganglionic neurons in the ciliospinal center were located at the level from C8 to T6 of the spinal cord. (*Acta Soc Ophthalmol Jpn* 94: 359-366, 1990)

**Key words:** Cervical sympathetic nerve, Spinal cord, Ciliospinal center, Horseradish peroxidase, Cat

別刷請求先：840-01 佐賀市鍋島町大字鍋島三本杉 佐賀医科大学眼科 永浜 正浩  
(平成元年6月30日受付, 平成元年9月29日改訂受理)

Reprint requests to: Masahiro Nagahama, M.D. Dept. of Ophthalmol., Saga Medical School  
Nabeshima Saga, 840-01 Japan

(Received June 30, 1989 and accepted in revised form September 29, 1989)

## I 緒 言

頸部交感神経の節前線維は上頸部交感神経節でシナプスを介したのち、節後交感神経となり瞳孔散大筋、瞼板筋、涙腺などの眼領域に分布するほか、顔面の血管や汗腺を支配している。この頸部交感神経の節前神

経細胞は脊髄にあり毛様脊髄中枢（Budge 中枢）と呼ばれ、第8頸髄、第1、第2、第3胸髄の高さにあるとされており、成書など<sup>1)~3)</sup>にも一般にそのように記述されている。しかし、その広がりについては Horse-radish peroxidase (HRP) を用いた神経解剖学的研究によれば、ネコで第1胸髄から第7胸髄<sup>4)</sup>、ラットでは

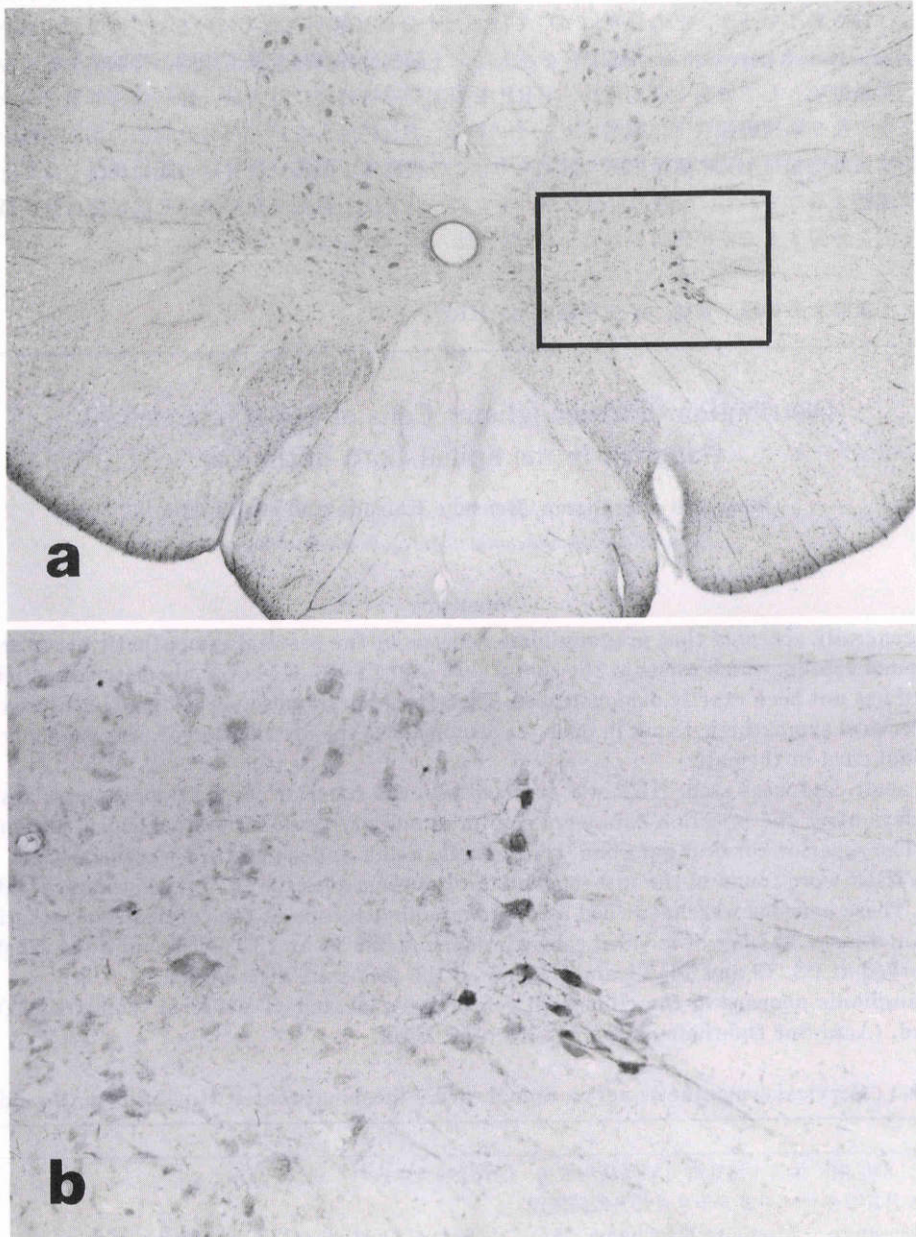


図1 第2胸髄横断面標本で、注入側と同側の脊髄中間質外側核にHRP標識細胞を認める。a, b共に明視野照明下であり、bは拡大図である。(中性赤, a×8, b×33)

第7頸髄から第4胸髄<sup>5)</sup>、モルモットで第8頸髄から第7胸髄<sup>6)</sup>に分布しているという報告がみられる。また電気生理学的研究<sup>7)</sup>では、第8頸髄から第5ないし第7胸髄に上頸部交感神経節の節前細胞が分布すると報告されている。このように、上頸部交感神経節節前

細胞の脊髄内の分布についてはいまだ完全には明らかにされていないようである。そこで今回我々はネコの頸部交感神経幹にHRPを注入し、上頸部交感神経節の節前細胞の脊髄内分布について検討を行ったので報告する。

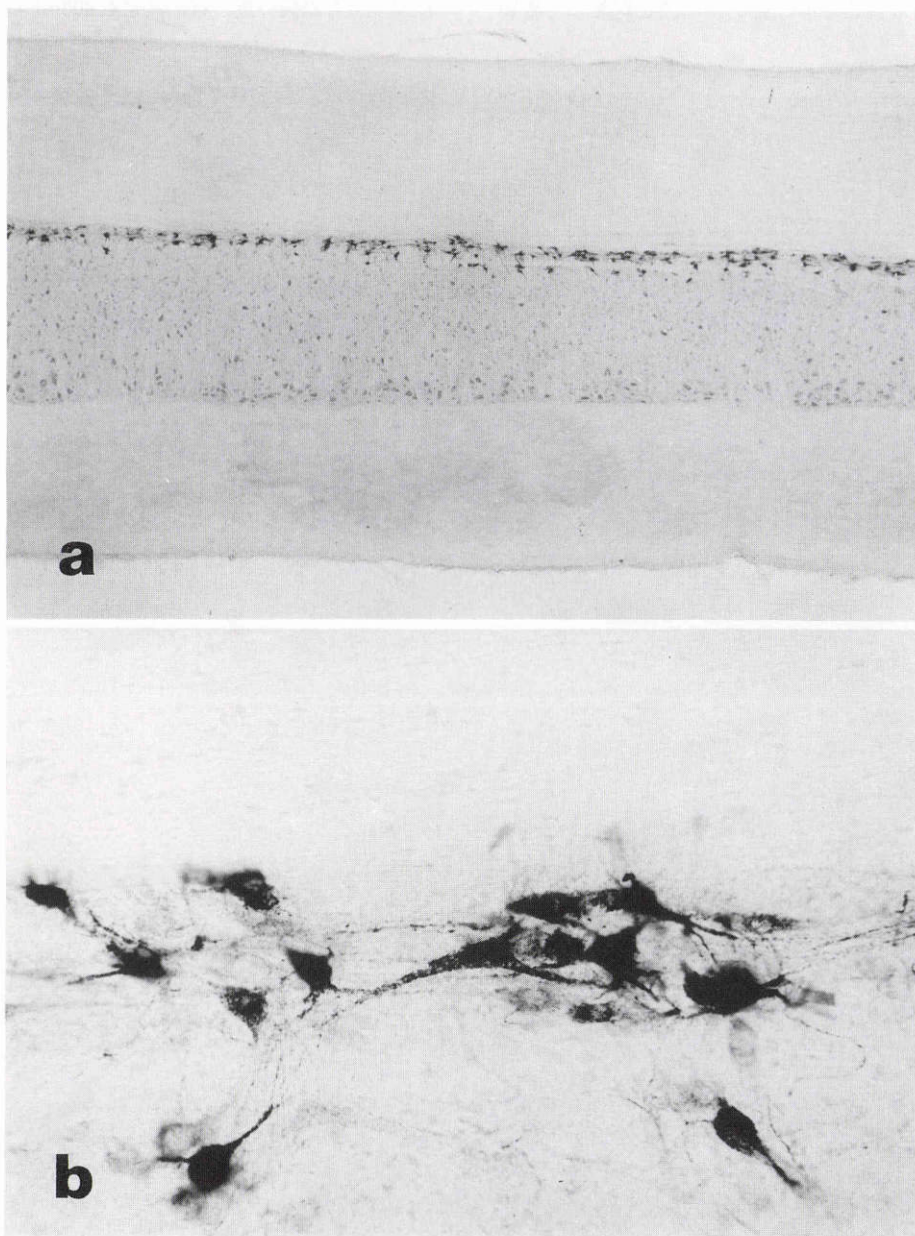


図2 第2胸髄矢状断標本で、注入側と同側の中間質外側核に多数のHRP標識細胞が認められる。標識細胞は多数の樹状突起を有する神経細胞で、樹状突起は主に吻尾方向への広がりを示している。a, b共に明視野照明下であり、bは拡大図である。(中性赤, a×5, b×50)

## II 実験方法

実験動物として成猫4匹(2.7~4.2kg)を用いた。塩酸ケタミン(ケタラール, 30~40mg/kg)筋注にて麻酔を行った後, 甲状軟骨の高さで前面より皮膚切開を行って皮下を露出させ, 鈍的に周囲を剝離して総頸

動脈に沿って走行する頸部交感神経幹を見だし, 実体顕微鏡下に50%HRP(Toyobo, Grade I-C)を1~5 $\mu$ l, Hamilton syringeを用いて頸部交感神経幹に加圧注入した。注入後, 注入部位及びその周囲を十分に生理食塩水で洗浄した後, 切開創を縫合した。48から72時間の生存期間の後, 経心的に4,000mlの生理食塩水

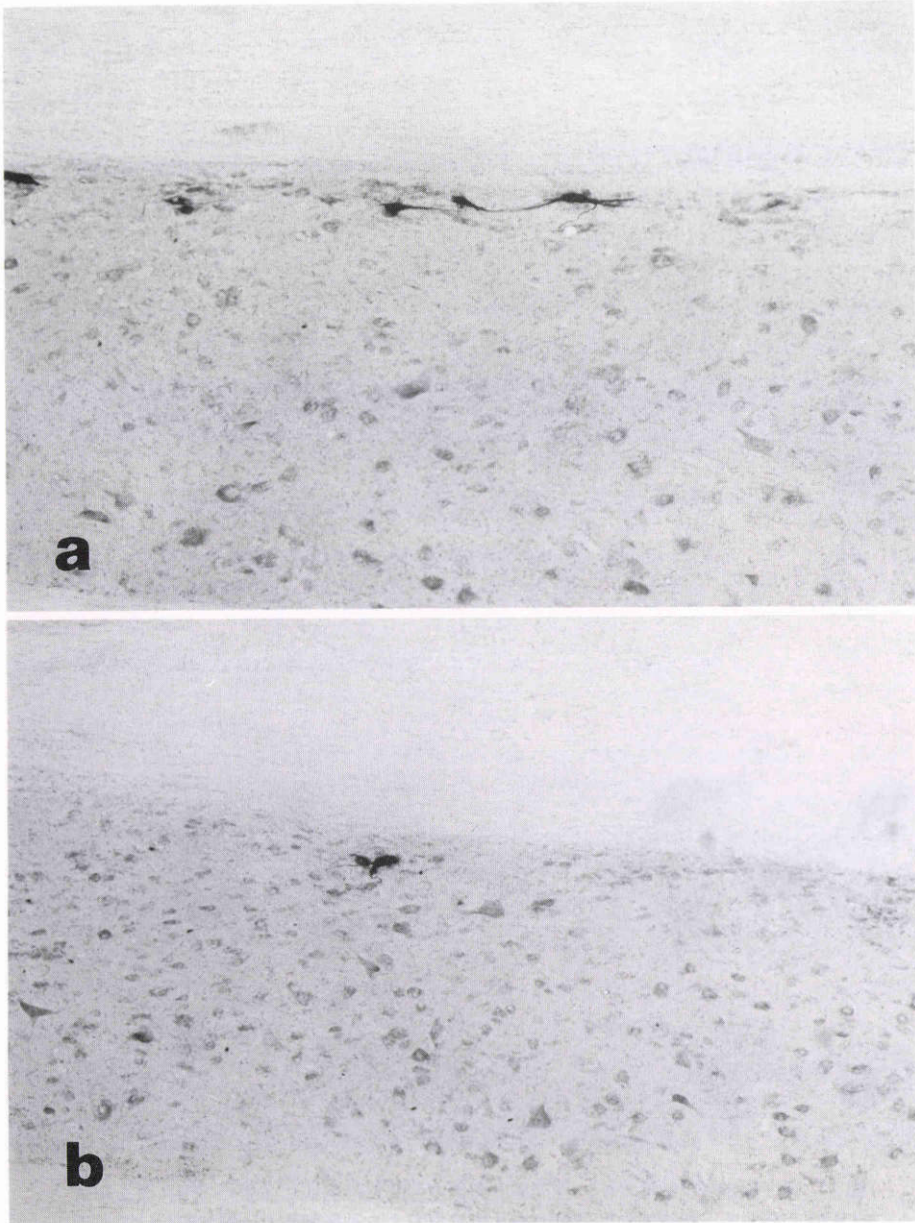


図3 aは第5胸髄矢状断, bは第6胸髄矢状断標本で, 少数ながらHRP標識細胞が認められる。a, b共に明視野照明下である。(中性赤,  $\times 20$ )

にて灌流し、その後1%paraformaldehydeと1.25%glutaraldehydeの混合液4,000mlで灌流固定を行ない、上頸部交感神経節、頸部交感神経幹を摘出し、また椎弓を切除して脊髄を摘出した。摘出した標本をただちに30%蔗糖液に2ないし3日間浸した後、厚さ50 $\mu$ mの矢状断あるいは横断の凍結切片を作成した。切片をTMB法<sup>9)</sup>にて反応させ5%ammonium molybdateに浸し<sup>9)</sup>、ゼラチン被覆スライドに貼付しneutral redで対比染色を行ない、明視野および暗視野照明下にて観察した。なお脊髄節の決定には実体顕微鏡下に各節の後根の根系の吻側端と尾側端を確認して、その間を1脊髄分節とした。

### III 結 果

頸部交感神経幹へのHRPの注入後より同側の瞳孔縮小と瞬裂狭小化が出現し、いわゆるHorner症候を呈し、同側の瞬膜は弛緩した。

頸部交感神経幹へのHRPの注入により、注入側と同側の脊髄にHRP標識細胞が観察された。図1の脊髄横断面、図2および図3の脊髄矢状断に示すようなHRP標識細胞が中間質外側核に観察され、その分布は第8頸髄から第6胸髄の高さで観察された(図4)。図1および図2は第2胸髄の高さで観察されたHRP標識細胞を示している。最もHRP標識細胞が観察される部位は第2、第3胸髄にあり、同部より第8頸髄および第6胸髄に向かう中間質外側核にもHRP標識細胞は観察されたが、その数は第5胸髄(図3a)、第6胸髄(図3b)では図3に示すように少なくなっていた。中間質外側核に認められたHRP標識細胞は節前交感神経の起始細胞と見なされ、その形態は多数の樹状突起を有する神経細胞であり、吻尾側方向に長径を有し、また樹状突起の広がりも内外側方向への広がりを示すものも認められるが、おもに吻尾側方向への広がりが主体を示す所見が認められた(図2b)。図5は注入部位より上頸部神経節に至る頸部交感神経幹の矢状断標本

であるが、これでは矢印で示すごとくHRP顆粒を含む神経線維が観察され、これは一部が順行性に軸索輸送され上頸部神経節に向かって示唆する所見といえる。図6は上頸部神経節の明視野照明下(図6a)および暗視野照明下(図6b)の標本であるが、図5で示すHRP顆粒を含む神経線維がここまで達していることが認められた。

### IV 考 按

顔面及び眼領域支配の交感神経の脊髄中枢は毛様脊髄中枢と呼ばれ、その高さは主として第1、第2胸髄にあり、第8胸髄、第3胸髄にもある程度の広がりを示している<sup>11-13)</sup>とされているが、その分布についてはまだ十分には解明されていないようである。自律神経系の脊髄での細胞構築についてはPetrasら<sup>10)</sup>の報告があるが、彼らの実験は交感神経節摘除により逆行性細胞変性の観察を行っているが、各神経節の脊髄における起始細胞の分布については十分には解明されていない。一方HRP注入法は、取り込まれたHRPが逆行性に神経細胞および順行性に神経終末に軸索内輸送され、それを組織化学的に染色することで起始細胞や終末部位が確認され、一連の連絡路を求めることが出来るという利点から、交感神経系の線維連絡にも応用されている。そこで今回われわれは、頸部交感神経幹に50%HRPを注入して、上頸部交感神経節前細胞の脊髄内分布を主に検討を行った次第である。

今回の頸部交感神経幹へのHRPの注入実験により、注入側と同側の脊髄中間質外側核にHRP標識細胞を認めることが出来た。その分布は第2、第3胸髄に最も多く認められたが、第8頸髄や第4胸髄から第6胸髄にかけても少数ながらHRP標識細胞を認めることが出来た。中間質外側核に観察されたHRP標識細胞は、上頸部神経節の節前細胞と見なすことが出来る。また上頸部交感神経には輸送されているHRP顆粒を含む神経線維を認め、さらに上頸部神経節では

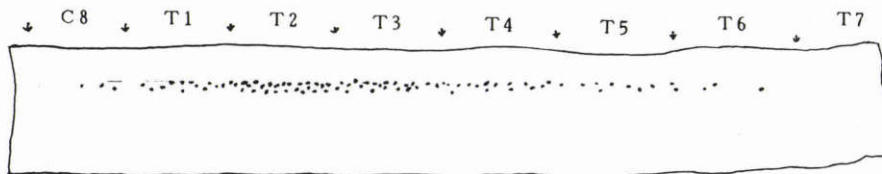


図4 脊髄の矢状断標本で観察されたHRP標識細胞の分布の状態を図示したものである。第2、第3胸髄の中間質外側核にHRP標識細胞が多く認められるが、さらに第8頸髄から第6胸髄にわたりHRP標識細胞が認められる。



図5 頸部交感神経幹の標本でHRP顆粒を含む神経線維が認められる。aは明視野照明下、bは暗視野照明下である。(中性赤、×50)

HRP顆粒を含む神経終末が認められた。一般に毛様脊髄中枢は第8頸髄から第3胸髄に存在するとされているが、今回の実験結果からさらに下位の第6胸髄まで上頸部交感神経節前細胞が分布していることが確認され、また節前細胞は上頸部神経節に終わることが明らかになった。Oldfieldら<sup>4)</sup>は同じくネコを用い上頸

神経節にHRP注入を行い第1胸髄から第7胸髄に標識細胞を認めている。今回の実験では第8頸髄より標識細胞を認めているが、Njaら<sup>7)</sup>は電気生理学的に第8頸髄の刺激で散瞳などを観察しており、節前細胞はこの領域にまで及んでいるものと考えられる。他に上頸部神経節あるいは頸部交感神経にHRP注入を行っ

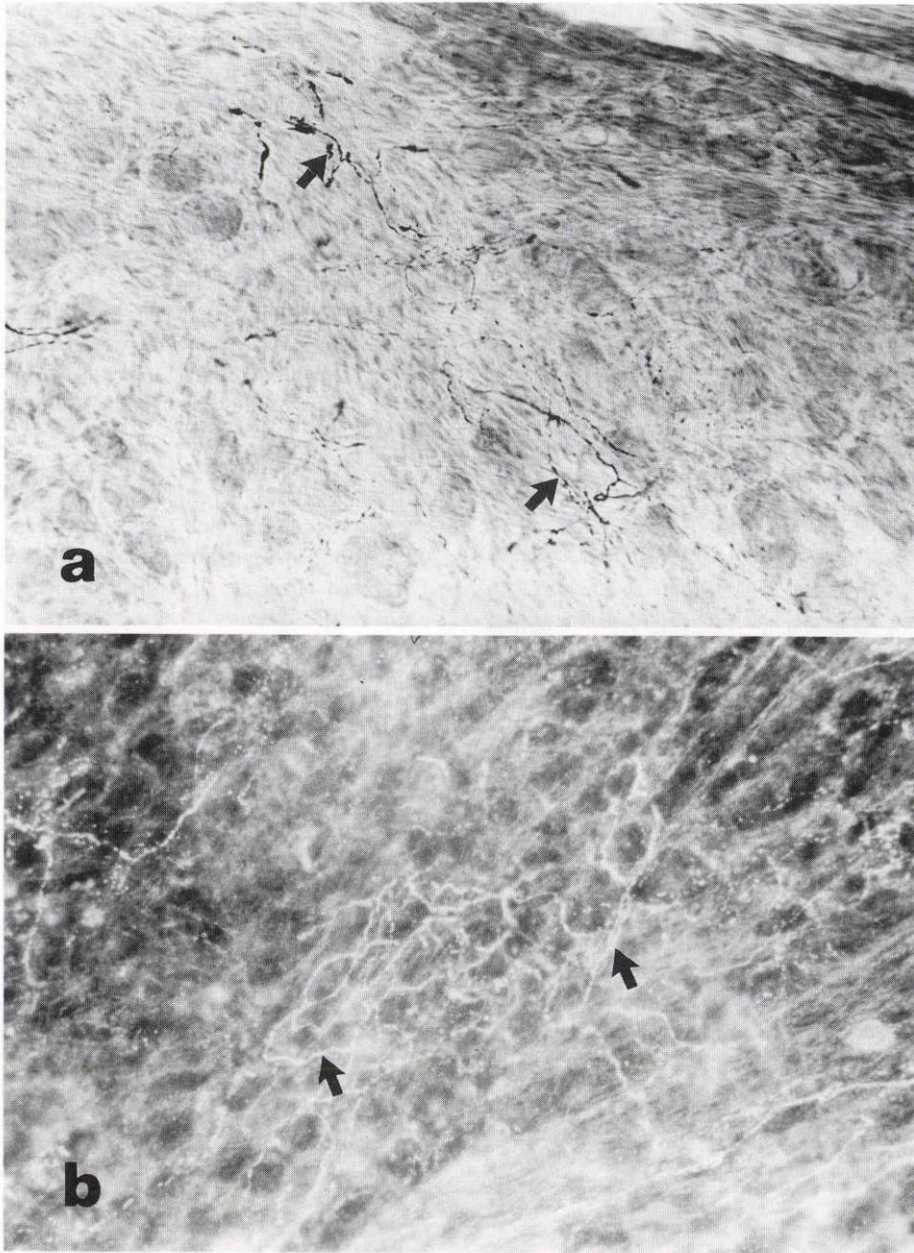


図6 上頸部神経節の標本でHRP 顆粒を含む神経終末が認められ、節前線維の終末が節細胞に終わっていることを示している。

a は明視野照明下，b は暗視野照明下である。(中性赤，×50)

た実験では、ラットでは第7頸髄から第4胸髄に<sup>5)</sup>、モルモットでは第8頸髄から第7胸髄<sup>6)</sup>に標識細胞が認められ結果に多少の差が見られるが、これらは種差によるものと考えられ、また小動物では各脊髄節の決定が難しいことも一因と考えられる。

一方、星状神経節へのHRP注入による実験<sup>4)</sup>では第1胸髄から第9胸髄に標識細胞が認められている。星状神経節には上頸神経節や中頸神経節の節前線維の通過があり、星状神経節へのHRP注入では、星状神経節の節前細胞のみならず上頸神経節、中頸神経節の節前

細胞も標識されるものと考えられる。今回の実験では、HRPを頸部交感神経幹に注入しており、標識細胞には星状神経節や中頸神経節の節前細胞は含まれず、標識細胞は上頸神経節の節前細胞と考えられ、星状神経節注入と頸部交感神経幹への注入では結果に差が生じるものと考えられる。

今回の実験では頸部交感神経幹にHRPの注入を行ったが、頸部交感神経幹には虹彩、瞼板筋などを支配する内頸動脈神経と、顔面や頸部の発汗や血管運動を司る外頸動脈神経の両者が走行している。Njaら<sup>7)</sup>は電気生理学的に第8頸髄から第3胸髄の刺激で散瞳、瞼裂の開大、第1胸髄から第5ないし第7胸髄の刺激で顔面や頸部の立毛、耳の血管の収縮を観察しており、内頸動脈神経及び外頸動脈神経に対する毛様脊髄中枢での局在性の存在が示唆されるところである。この問題点については、上頸部神経節を出た節後線維である内頸動脈神経や外頸動脈神経、あるいは終末器官である虹彩、瞼板筋などへの逆行性シナプス越え輸送能を有する wheat germ agglutinin-HRP<sup>11)</sup>の注入実験による検索が必要と考えられる。

#### 文 献

- 1) 平沢 興, 岡本道雄: 解剖学 2. 東京, 金原出版, 445—457, 1973.
- 2) 石川 哲: 神経眼科学. 東京, 金原出版, 213—217, 1977.
- 3) 石原 忍, 鹿野信一: 小眼科学. 東京, 金原出版, 82—89, 1983.
- 4) Oldfield BJ, McLachlan EM: An analysis of the sympathetic preganglionic neurons projecting from the upper thoracic spinal roots of the cat. *J Comp Neurol* 196: 329—345, 1981.
- 5) Murata Y, Shibata H, Chiba T: A correlative

quantitative study comparing the nerve fibers in the cervical sympathetic trunk and the locus of the somata from which they originate in the rat. *J Autonomic Nerv Syst* 6: 323—333, 1982.

- 6) Dalsgaard C-J, Elfvin L-G: Spinal origin of preganglionic fibers projecting onto the superior cervical ganglion and inferior mesenteric ganglion of the guinea pig, as demonstrated by the horseradish peroxidase technique. *Brain Res* 172: 139—143, 1979.
- 7) Nja A, Purves D: Specific innervation of guinea-pig superior cervical ganglion cells by preganglionic fibers arising from different levels of the spinal cord. *J Physiol* 264: 565—583, 1977.
- 8) Mesulam MM: Tetramethyl benzidine for horseradish peroxidase neurochemistry: A non-carcinogenic blue reaction product with superior sensitivity for visualising neural afferents and efferents. *J Histochem Cytochem* 26: 106—117, 1978.
- 9) Fujii M, Kusama T: Fixation of horseradish peroxidase reaction products with ammonium molybdate. *Neurosci Res* 1: 153—156, 1984.
- 10) Petras JM, Cummings JF: Autonomic neurons in the spinal cord of the rhesus monkey: A correlation of the findings of cytoarchitectonics and sympathectomy with fiber degeneration following dorsal rhizotomy. *J Comp Neurol* 146: 189—218, 1972.
- 11) Proter JD, Guthrie BL, Sparks DL: Selective retrograde transneuronal transport of wheat germ agglutinin-conjugated horseradish peroxidase in the oculomotor system. *Exp Brain Res* 57: 411—416, 1985.