

ネコの毛様体神経節を通過または迂回する  
副交感神経節前線維の起始 (図4)

口岩 聡\*・口岩 俊子\*\*・鈴木 孝夫\*\*\* (弘前大学医学部第一解剖学教室\*  
同 第二解剖学教室\*\*\*  
大館市立総合病院附属高等看護学院\*\*)

Localization of Neurons Giving Rise to the Preganglionic  
Parasympathetic Fibers Passing through or Bypassing the  
Ciliary Ganglion in the Cat

Satoshi Kuchiiwa<sup>1)</sup>, Toshiko Kuchiiwa<sup>2)</sup>, Takao Suzuki<sup>3)</sup>

Department of Anatomy<sup>1)3)</sup>, Hirosaki University School of Medicine,  
Odate City General Hospital Nursing Academy<sup>2)</sup>

要 約

ネコの短毛様体神経外側枝を切断し、断端より副毛様体神経節およびその周辺に位置する神経節細胞(短毛様体神経節)に HRP または HRP-WGA を注入して、脳幹における標識細胞の分布を調査した。逆行性標識細胞は、主に、前正中核、左右の動眼神経に挟まれる正中領域、および腹側被蓋野正中部に認められ、また少数は中心灰白質腹側部にも観察された。この分布は、毛様体神経節のそれに比較して、中脳吻側部の正中面近くに限局的である傾向を有していた。これらの領域は、電気刺激により水晶体調節および瞳孔運動が誘発されると報告されている領域とよく一致した。瞳孔および調節運動線維の一部は、毛様体神経節を通過または迂回し、副毛様体または短毛様体神経節で中継されるものと考えられる。(日眼 92: 946—951, 1988)

キーワード：副毛様体神経節、短毛様体神経、副交感神経、節前線維の起始、動眼神経

Abstract

Horseradish peroxidase (HRP) or HRP-labeled lectin was injected into the accessory ciliary ganglion and the scattered ganglion cells in the lateral short ciliary nerve (the short ciliary ganglia) of the cat to examine localization of neurons giving rise to the preganglionic parasympathetic fibers passing through or bypassing the ciliary ganglion. Most labeled cells were distributed in the anteromedian nucleus, midsagittal region between either side of the somatic cell column of the oculomotor nucleus and median region of the ventral tegmental area, with a few in the ventral portion of the periaqueductal gray. There was a tendency for the cells of origin to be distributed in the restricted midsagittal portion of the rostral midbrain as compared with those of the fibers mediated in the ciliary ganglion. The origin was thought to correspond to the areas in which pupillary constriction or accommodation was found on stimulation. It is considered that a part of preganglionic parasympathetic fibers which convey impulses of pupillary or accommodative reflex pass through or bypass the ciliary ganglion and terminate in the accessory ciliary or short ciliary ganglia in synaptic relation with the postganglionic fibers. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92: 946—951, 1988)

別刷請求先：036 弘前市在布町5番地 弘前大学医学部第一解剖学教室 口岩 聡 (昭和62年9月29日受付)

Reprint requests to: Satoshi Kuchiiwa, M.D. Department of Anatomy, Hirosaki University School of Medicine

Zaifucho 5, Hirosaki 036, Japan

(Accepted for publication September 29, 1987)

**Key words:** accessory ciliary ganglion, short ciliary nerve, parasympathetic nerve, origin of the preganglionic fibers, oculomotor nerve

## I 緒 言

毛様体神経節でシナプスせずに、これを通過する動眼神経副交感性節前線維の存在が知られている<sup>1)~3)</sup>。これらの神経線維は直接内眼筋に分布するか<sup>1)2)</sup>、あるいは副毛様体神経節、短毛様体神経中の散在性の神経節細胞(以下、短毛様体神経節として記載する)、または上強膜神経節によって中継されて、その節後線維が眼球内に分布すると考えられる<sup>3)</sup>。ネコでは、副毛様体および短毛様体神経節の存在が報告されているが、中枢による内眼筋の直接支配、および上強膜神経節の存在は確認されておらず<sup>3)</sup>、これらの神経線維は副毛様体または短毛様体神経節で中継されるものと考えられる。副毛様体神経節は短毛様体神経外側枝上に位置し、またほとんどの短毛様体神経節はその周辺に位置するので<sup>3)</sup>、毛様体神経節を通過する副交感神経節前線維のほとんどは、外側枝に入るものと考えられる。

またネコでは、鼻毛様体または長毛様体神経からの知覚根(交通枝)は副毛様体神経節に入り<sup>3)</sup>、その根中には副交感神経線維と考えられる細い有髄線維が多数含まれているので<sup>4)</sup>、毛様体神経節を迂回して、知覚根經由で短毛様体神経に合流する副交感神経線維の存在

が推察される。

本研究では、ネコの短毛様体神経外側枝を切断し、その断端から副毛様体神経節およびその周辺に位置する短毛様体神経節に西洋ワサビペルオキシダーゼ(HRP)またはHRP標識小麦胚芽凝集レクチン(HRP-WGA)を注入して、脳幹における標識細胞の分布を調査し、毛様体神経節を通過または迂回して短毛様体神経外側枝に入る副交感神経節前線維の起始を検索した。

## II 材料と方法

成猫11匹を用い、副毛様体および短毛様体神経節に5%HRP-WGA生理食塩水溶液(教室にて調製および精製<sup>5)</sup>; 8個体)または50%HRP生理食塩水溶液(Toyobo, Grade IC; 3個体)をそれぞれ0.4 $\mu$ l注入した。注入手術は、ネコを塩酸ケタミンにて筋注麻酔(30~50mg/kg)した後、頭部を脳定位固定装置に固定し、手術用顕微鏡下に短毛様体神経外側枝および副毛様体神経節を露出した。そして副毛様体神経節より遠位約3mmの位置で外側枝を切断し、断端より1 $\mu$ l用microsyringeに装着したglass micropipetteを刺入して酵素の注入を行なった(Fig. 1)。2日間の生存の

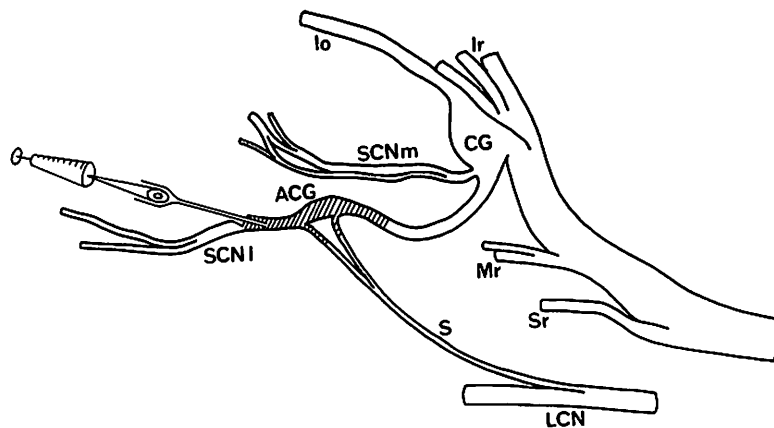


Fig. 1 Diagram illustrating in hatched pattern site of injection of HRP in portion of the accessory ciliary and so-called short ciliary ganglia in one case. Abbreviations: ACG, accessory ciliary ganglion; CG, ciliary ganglion; Io, Ir, Mr, Sr, branches to the inferior oblique, inferior rectus, medial rectus and superior rectus muscles, respectively; LCN, long ciliary nerve; SCNI, SCNm, lateral and medial short ciliary nerves, respectively; S, sensory root from the long ciliary nerve.

後, 2.5%formalin と1.25%glutaraldehyde の0.1M リン酸緩衝混合液 (pH 7.4) にて灌流固定を行ない, 脳, 注入側の短毛様体神経, 副毛様体神経節および毛様体神経節を摘出した. 脳は50 $\mu$ m 前頭断または矢状断凍結連続切片とし, また神経および各神経節は50  $\mu$ m 縦断切片あるいは whole mount 標本とした. 切片は tetramethyl benzidine にて反応を行なった後, neutral red を用いて Nissl 染色を施し, 明視野, 暗視野および偏光顕微鏡を用いて観察を行なった.

### III 結 果

全11実験例のうち7例において, 注入された酵素は副毛様体神経節およびその周囲を浸していたが, 毛様体神経節への浸潤は認められなかった (Fig. 1). これらの実験例では, 動眼神経主核, 滑車, 外転, 顔面神

経核に標識が見られず, 注入酵素の眼窩内への漏れを示す証拠は認められなかった. 他の4例では, 注入された酵素が毛様体神経節にわずかに浸潤していたか, あるいは上記の脳神経核に標識が観察された. 本研究では, 前者7例を実験成功例として検索した.

脳幹における逆行性標識細胞の分布様式は, 全注入成功例で一様であり, その多くは, 中脳吻側部 (A6.0~3.5)の吻尾ほぼ2.5mmの範囲の, 正中面近くに集中して観察された. 標識細胞は, 前正中核のレベルでは, 前正中核を通る正中線上から, その腹側の腹側被蓋野にかけて, ゆるい弧を描き配列するのが認められた (Figs. 2A, 3A). 前正中核が Edinger-Westphal (EW) 核に移行するレベルから動眼神経主核の吻側1/4のレベルにおいては, 標識細胞は, 左右の動眼神経主核に挟まれる正中領域, およびその腹側に連続する

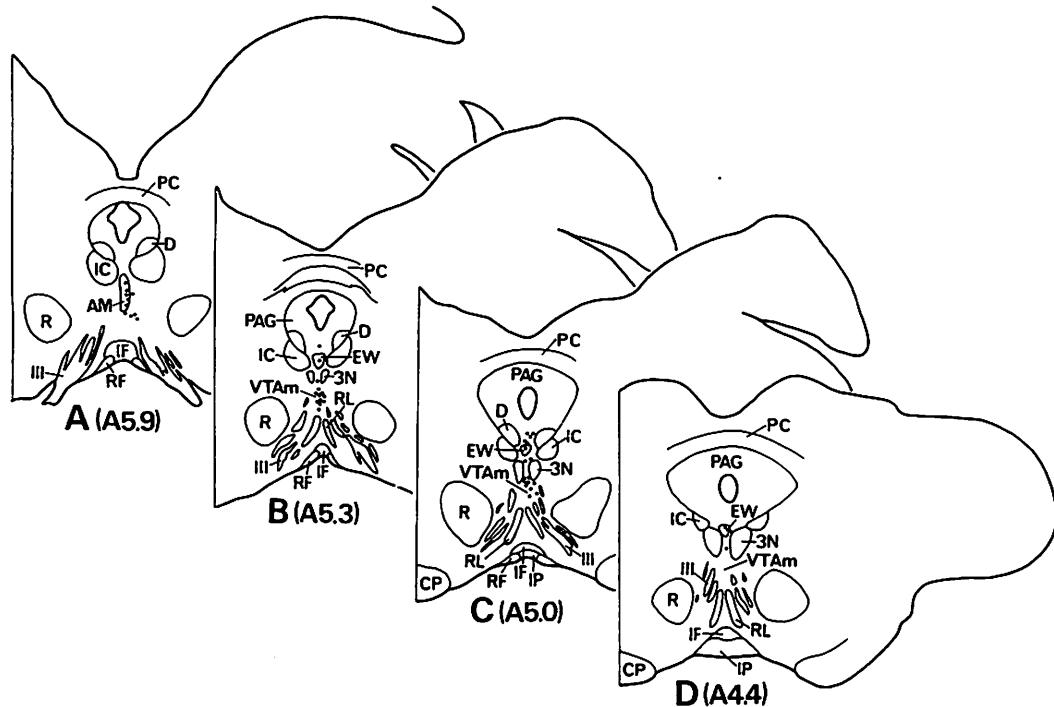


Fig. 2 Drawings of series of frontal sections through the midbrain of the cat from rostral (A) to caudal (D), showing distribution of labeled cells after injection into the accessory ciliary and short ciliary ganglia. Most of labeled cells were distributed in the anteromedian nucleus (AM), midsagittal region between either side of the oculomotor nucleus, and median region of the ventral tegmental area (VTAm). Abbreviations: 3N, oculomotor nucleus; III, roots of the oculomotor nerve; D, nucleus of Darkschewitch; EW, Edinger-Westphal nucleus; IC, interstitial nucleus of Cajal; IF, interfascicular nucleus; IP, interpeduncular nucleus; PAG, periaqueductal gray; PC, posterior commissure; R, red nucleus; RF, retroflex bundle; RL, rostral linear nucleus.

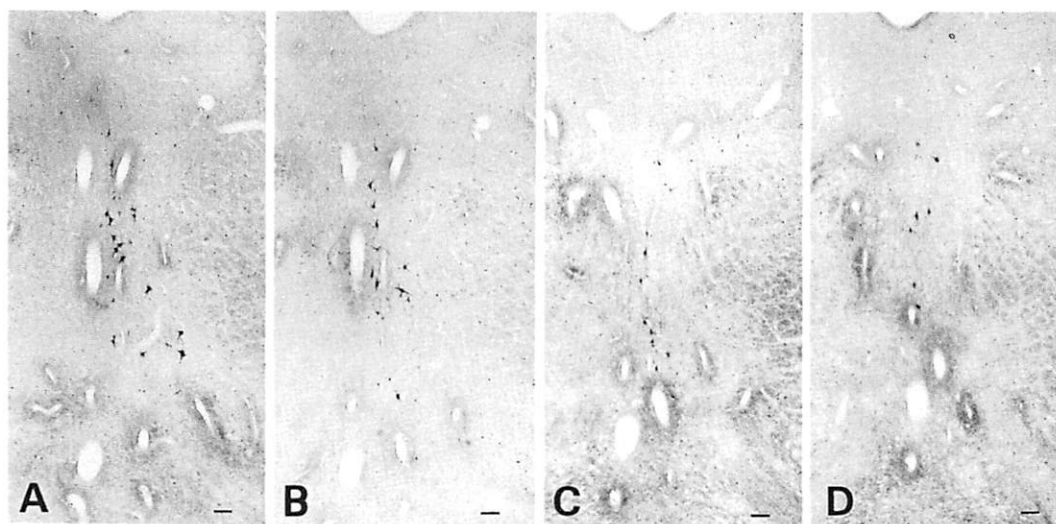


Fig. 3 Low-power photomicrographs of frontal sections of the midbrain showing the distribution of retrogradely labeled neurons, through the AM at A. 5. 8 (A), the region where cells of AM are continuous with those of the EW at A. 5. 4 (B), and rostral portions of the oculomotor nucleus at A. 5. 0 (C) and at A. 4. 6 (D). Note a gentle arc-like arrangement of labeled neurons in the midsagittal region. TMB stain. 50 $\mu$ m thickness. Scale=100 $\mu$ m.

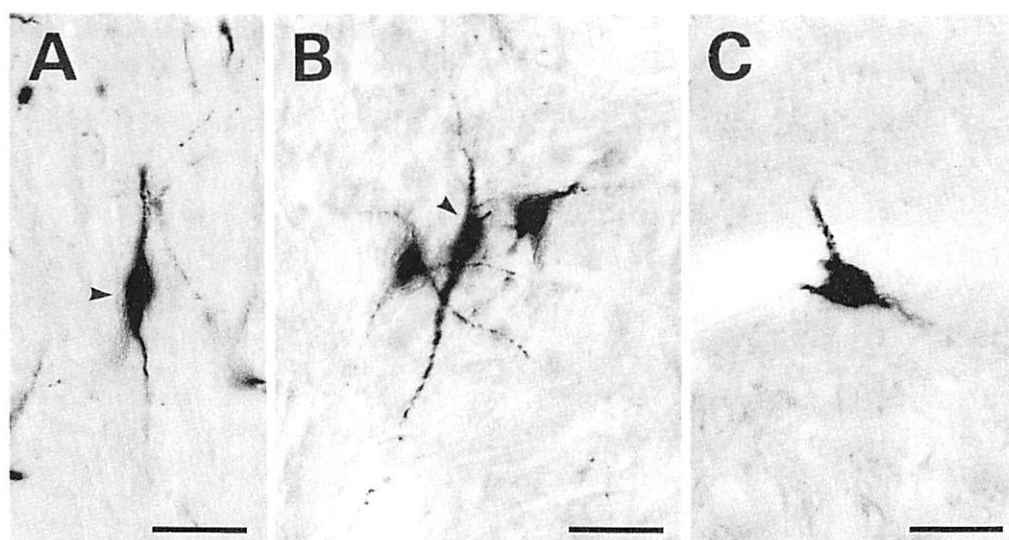


Fig. 4 Photomicrographs of HRP-WGA-labeled neurons seen in the frontal sections of the midsagittal region between either side of the somatic cell column of the oculomotor nucleus (A), the median region of the ventral tegmental area (B), and the ventral portion of the periaqueductal gray (C). Note the spindle appearance of the flat cells in frontal sections (arrow heads). 50 $\mu$ m thickness. TMB stain. Scale=50 $\mu$ m.

腹側被蓋野の正中領域、即ち、Rostral linear nucleusの背側に位置し、かつ左右の動眼神経根に挟まれる領域に、全体として正中線に接する弧を描くように配列するのが観察された(Figs. 2B~C, 3B~C)。さらにEW核の正中線上、および正中線近くの中心灰白質腹側部にも、少数の標識細胞が認められた(Fig. 2B~D)。これより尾側のレベルにおいてはほとんど標識細胞の分布は認められなかった。

また、毛様体神経節では、軸索断端からの取り込みによると考えられる強く標識された神経節細胞が、神経節の全域に密に観察された。

中脳における標識細胞のうち、動眼神経主核に挟まれる正中領域に認められた標識細胞は、前頭断切片においては上下に長い紡錘状を呈していたが、矢状断切片においては樹状突起の数が3から5本の多極型の細胞として同定され、左右に圧平された偏平細胞であることが示された(Fig. 4A)。前正中核、EW核および腹側被蓋野の正中領域においても、正中線上に観察された標識細胞の多くはこの動眼神経主核に挟まれる正中領域の細胞に特徴的な偏平細胞であり、固有の前正中核、EW核および腹側被蓋野の細胞とは区別された。一方、腹側被蓋野の正中領域では、この偏平細胞のほか、多数のやや小型の多極型細胞が認められた(Fig. 4B)。また前正中核の腹側で観察された腹側被蓋野の細胞、および中心灰白質の細胞は中等大の多極型細胞であった(Fig. 4C)。

#### IV 考 按

以上の観察結果は、ネコの毛様体神経節を通過または迂回して短毛様体神経外側枝に入る副交感神経節前線維の起始細胞は、中脳吻側部の正中面近くに位置することを示している。ネコの毛様体神経節前線維の起始細胞の中脳における分布は、詳細に調べられている<sup>8)~9)</sup>。本研究の結果をこれらの報告と比較すると、その起始領域は極めて正中面に限局的であり、またやや吻側に偏する傾向が認められた。

ネコの動眼神経核周囲の詳細な電気刺激実験および応答記録実験から、前正中核とEW核の移行部、および前正中核の後方に連続する腹側被蓋野の正中領域は縮瞳領域であり、より吻側の前正中核はおもに水晶体の調節運動に関係する領域であると考えられている<sup>9)</sup>。本研究において、これらの瞳孔および調節反射中枢と考えられる領域とはほぼ一致して、多くの標識細胞が認められたことは、瞳孔および調節反射の少なくとも

も一部は、毛様体神経節を通過または迂回し、副毛様体または短毛様体神経節で中継されることを示している。

また、毛様体神経節を実験的に摘出したサルにおいて、Argyll Robertson 瞳孔が観察されている<sup>10)</sup>。これは毛様体神経節を迂回する輻輳運動に供なう瞳孔運動線維の存在を示すものであり、その走行経路について仮説が立てられている<sup>11)</sup>。ネコでは、副毛様体神経節の知覚根中に神経節細胞が観察されることがあり<sup>9)</sup>、また知覚根中には副交感神経節前線維と考えられる細い有髄線維が多数認められることから<sup>9)</sup>、毛様体神経節を迂回する副交感神経線維の一部は知覚根を経由して短毛様体神経外側枝に入り、副毛様体または短毛様体神経節で中継される可能性が考えられる。

稿を終えるにあたり、終始実験の援助をして頂いた、弘前小友動物病院・小友禎次郎院長御夫妻に深い感謝の意を表す。

なお本研究は文部省科学研究費補助金奨励研究(A)62770001の援助を受けた。また本論文の要旨の一部は第91回解剖学会総会において発表した。

#### 文 献

- 1) Westheimer G, Blair SM: The parasympathetic pathways to internal eye muscles. Invest Ophthal 12: 193—197, 1973.
- 2) Jaeger RJ, Benevento LA: A horseradish peroxidase study of the innervation of the internal structures of the eye. Invest Ophthal Vis Sci 19: 575—583, 1980.
- 3) 口岩 聡, 鈴木孝夫, 口岩俊子: ネコの副毛様体神経節ならびに短毛様体神経中の散在性神経節細胞. 日眼 92: 103—111, 1988.
- 4) 戸張幾生: 短毛様体神経及び長毛様体神経の微細構造と交感神経線維. 日眼 75: 728—738, 1971.
- 5) 口岩 聡, 口岩俊子, 松江 一: HRP-WGAの損傷軸索断端からの取り込みによる逆行性および順行性標識について. 弘前医学 40: 70—82, 1988.
- 6) Sugimoto T, Ito K, Mizuno N: Direct projections from the Edinger-Westphal nucleus to the cerebellum and spinal cord in the cat: a HRP study. Neurosci Lett 9: 17—22, 1978.
- 7) Loewy AD, Saper CB, Yamodis ND: Re-evaluation of the efferent projections of the Edinger-Westphal nucleus in the cat. Brain Res 141: 153—159, 1978.
- 8) Toyoshima K, Kawana E, Sakai H: On the neuronal origin of the afferents to the ciliary ganglion in cat. Brain Res 185: 67—76, 1980.
- 9) Sillito AM, Zbrozyna AW: The localization

- of pupilloconstrictor function within the mid-brain of the cat. *J Physiol* 211 : 461-477, 1970.
- 10) **Foerster O, Gagel O, Mahoney W** : Über die Anatomie, Physiologie und Pathologie der Pupillarinnervation. *Verhandl deutsch Ges inn Med* 48 : 386-397, 1936.
- 11) **Nathan RW, Turner JWA** : The efferent pathway for pupillary contraction. *Brain* 65 : 343-351, 1942.
-