

神経の基本 頭頸部の自律神経

□ 岩 聡¹⁾
Satoshi Kuchiwa

□ 岩 俊子²⁾
Toshiko Kuchiwa

● Key Words ● 神経細胞, 自律神経, 副交感神経節後神経節, 頭部顔面口腔領域神経支配 ●

はじめに

自律神経は他の神経系から独立してその支配領域に到達することが少ないため、肉眼解剖学的手法ではその走行と分布を末梢まで詳細に追跡することはできない。自律神経による神経支配様式的全容を解剖学的に解明するためには、whole-mount 標本において自律神経を選択的に染め出し、顕微下に微細解剖を行う必要がある。近年、染色技術の発展により頭頸部の自律神経による神経支配様式の解明が進んだ。しかし、それらの多くはネコを用いて研究されたものである。ヒトを用いた研究が待たれるが、ヒトの標本における染色には限界があるため、有効な研究は現在でもほとんど実施されていない。したがって、現時点ではネコにおける知見をもってヒトの頭頸部の自律神経支配様式を推察せざるをえない。

本稿では、ネコの頭頸部の自律神経支配様式に関する顕微解剖学的所見を紹介する。

交感神経

頭頸部を支配する交感神経の節前神経細胞は胸髄側角に位置し、それを起始した節前神経線維はすべて前根経由で脊髄を去る。そして、交感神経幹に入って上行し、主に上頸神経節 (図 1, SCG) において節後神経節細胞に接続する。上頸神経節を起始した節後神経枝の多くは総頸動脈に沿って上行し、多くの枝を出しつつ三叉神経節 (図 1, TG) の底に至ってこの神経節と密着する。交感神経枝の多くはこの位置で消失し、これより先の走

行は無染色標本では割出できない。

自律神経の節後線維は wholemount acetylcholinesterase (WAcHE) 染色により選択的に可視化することが可能である。WAcHE 染色標本では、三叉神経節から出る三叉神経の各枝に acetylcholinesterase 陽性線維が認められる。このことから上頸神経節の節後神経は三叉神経節に進入したあと、三叉神経の各枝を経由して頭頸部のすべての構造物に分布すると考えられる¹⁾。

上頸神経節細胞は形態学的に多くの種類に分類されており、その形態学的多様性はそれらが支配する構造物の多様性を示すと考えられている²⁾。交感神経節は副神経節 (accessory ganglia) を伴うことは少なく、節後神経節細胞は、上頸神経節のような大型の神経節に集中して局在する傾向が強い。すなわち、上頸神経節は頭頸部のほとんどすべての構造物を支配していると考えられる。

副交感神経

頭頸部の副交感神経は動眼神経、顔面神経、舌咽神経、迷走神経を経由する。その節前線維の起始核は、Edinger-Westphal (EW) 核、前正中核、唾液核、迷走神経背側運動核の 4 つであり、いずれも脳幹に位置する。

1. 動眼神経の副交感性成分

動眼神経に含まれる副交感神経節前線維は EW 核または前正中核 (anteromedian nucleus) を起始する。EW 核は動眼神経主核背側の中心灰白質底に位置する中型細胞から構成される神経核である。前正中核は、動眼神経主核に挟まれる正中部およびその腹側に連続する狭い領域を占める核である。両核の副交感性節前線維は動眼神経 (図 1,

¹⁾ 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科神経解剖学
〔〒 890-8520 鹿児島県鹿児島市桜ヶ丘 8-35-1〕

²⁾ 鹿児島純心女子大学大学院人間科学研究科心理臨床学

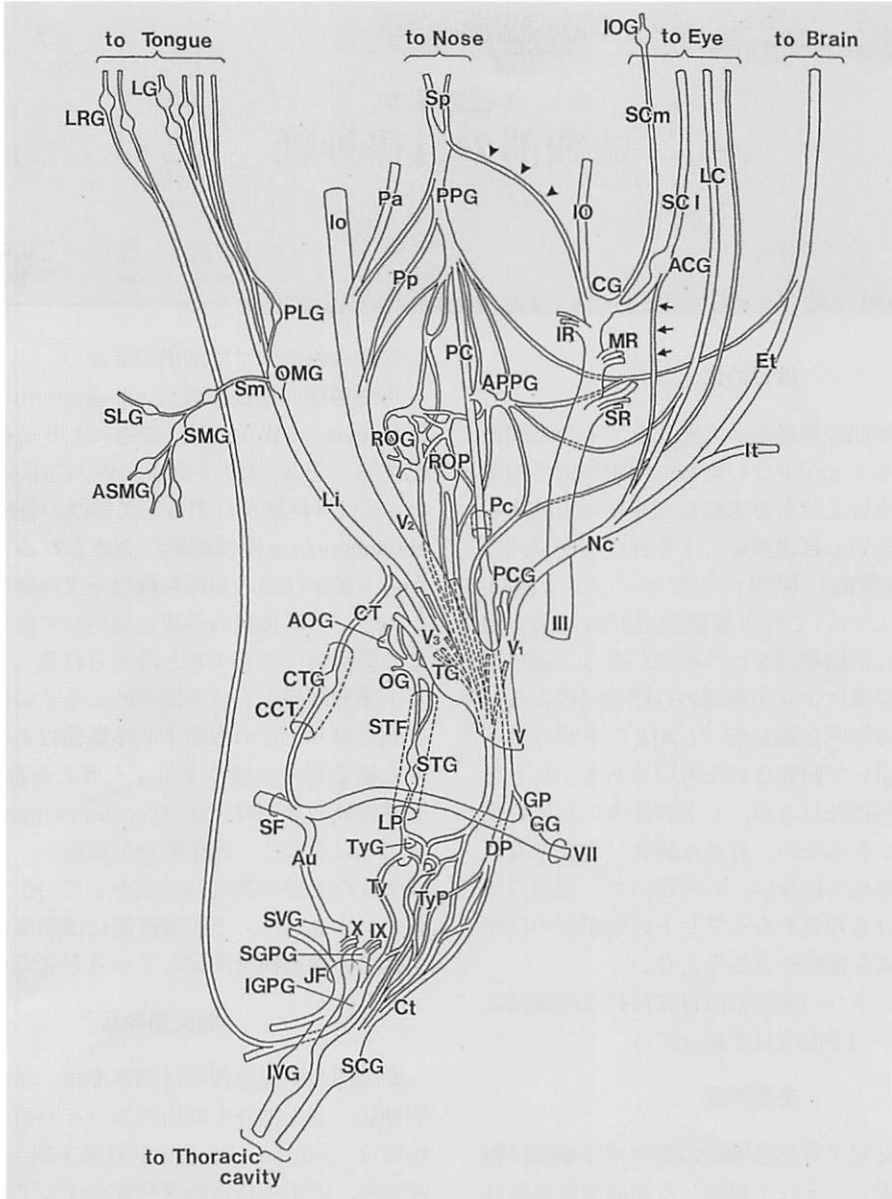


図1 ネコ頭頸部の解剖学的神経支配様式および自律神経節分布

顔面を左方から見た時の神経走行を模式的に示した。図の下方に頸部、上方に眼鼻口領域を配置した。矢頭は毛様体神経(CG)から翼口蓋神経節(PPG)に至る交通枝、矢印は副毛様体神経節(ACG)への三叉神経交通枝を示す。

III: 動眼神経, V: 三叉神経, V₁: 眼神経, V₂: 上顎神経, V₃: 下顎神経, VII: 顔面神経, IX: 舌咽神経, X: 迷走神経, AOG: 副耳神経節, APPG: 副翼口蓋神経節, ASMG: 副顎下神経節, Au: 迷走神経耳分枝, CCT: 鼓室神経小管, Ct: 頸鼓神経, CT: 鼓索神経, GTG: 鼓索神経節, DP: 深錐体神経, Et: 篩骨神経, GG: 膝神経節, GP: 大錐体神経, IGPG: 舌咽神経下神経節, Io: 眼窩下神経, IO: 下斜筋枝, IOG: 眼球内神経節, IR: 下直筋枝, It: 滑車下神経, IVG: 迷走神経下神経節, JF: 頸静脈孔, LC: 長毛様体神経, LG: 舌神経節, Li: 舌神経, LP: 小錐体神経, LRG: 舌根神経節, MR: 内側直筋枝, Nc: 鼻毛様体神経, OG: 耳神経節, OMG: 口顎神経節, Pa: 口蓋神経, Pc: 翼突管, PC: 翼突管神経, PCC: 翼突管神経節, PLG: 舌周神経節, Pp: 翼口蓋神経, ROG: 後眼窩神経節, ROP: 後眼窩神経叢, SCG: 上顎神経節, SCI: 短毛様体神経外側枝, SCm: 短毛様体神経内側枝, SF: 茎乳突孔, SGPG: 舌咽神経上神経節, SLG: 舌下腺神経節, Sm: 顎下腺枝, SMG: 顎下神経節, Sp: 蝶口蓋神経, SR: 上直筋枝, STF: 蝶鼓室裂, STG: 蝶鼓室神経節, SVG: 迷走神経上神経節, TG: 三叉神経節, Ty: 鼓室神経, TyG: 鼓室神経節, TyP: 鼓室神経叢

III)に入り、眼窩内の毛様体神経節(図1, CG)または副毛様体神経節(図1, ACG)で節後神経細胞に接続する³⁾。その節後神経は主に短毛様体神経(図1, SCm, SCI)を介して眼球内に入り、瞳孔括約筋と毛様体筋に分布する。これらの神経線維は、対光反射、遠近調節反射、近見瞳孔反射(輻輳反射)を運ぶ。前正中核を起始する節前線維の一部は三叉神経節中に枝を伸ばし、長毛様体神経(図1, LC)と副毛様体神経節の間に形成される交通枝(図1中の矢印)を介して副毛様体神経節に至る。EW核と前正中核を含む領域に標識化合物を注入すると、交通枝中に陽性線維が現れ、副毛様体神経節に順行性標識像が現れる⁴⁾。これらのことから、副毛様体神経節の節前線維の一部は毛様体神経節を通過せずにこれを迂回し、副毛様体神経節でニューロンを替えて眼球内に到達すると考えられる。ヒトでは、副毛様体神経節の一部は強膜管の中または眼球内に位置する〔上強膜神経節または眼球内神経節(図1, IOG)〕。眼窩の傷害などで毛様体神経節の機能が失われ対光反射と調節反射が失われた患者において近見瞳孔反射が残されることがある⁵⁾。副毛様体神経節は近見瞳孔反射の一部を中継すると考えられる^{4,6)}。

毛様体神経節から出る神経根のうちの1本は、翼口蓋神経節(図1, PPG)前部の鼻粘膜支配域に到達する⁷⁾。EW核と前正中核を含む領域に標識物質を注入すると、翼口蓋神経節前部に順行性標識像が出現する。この神経伝達路は、光刺激に伴う鼻汁分泌現象の存在を想起させる。眩しさを感じた瞬間に起こる“光くしゃみ反射”⁸⁾は、動眼神経-翼口蓋神経節系を経由すると推察される⁷⁾(図1中の矢頭)。

2. 唾液核

唾液核は脳幹網様体中に集合または散在する神経細胞によって構成される神経核である。その神経細胞はNissl染色のような一般染色では同定することができない。唾液核は、顔面神経または舌咽神経の断端から標識化合物を注入するなどの実験的手法で識別することができる。唾液核細胞の多くは一酸化窒素合成酵素を含有するので、その免疫染色またはNADPH-diaphorase染色によっ

て検出することも可能である⁹⁾。

唾液核は上唾液核と下唾液核に分けられるが、両核の細胞は混在しており、解剖学的境界は存在しない。顔面神経に節前線維を伸ばす神経細胞の集団が上唾液核、舌咽神経中に節前線維を伸ばす細胞集団が下唾液核である。両神経核の神経細胞は形態学的に識別できないので、近年では両神経核を区別しないことも多い。しかし、両神経核の生理学的特徴は一部が相違するので(支配する構造が同じではないので相違があるのは当然のことと思われるが)、両者を区別すべきであると考えられる研究者もいる。

3. 唾液核の節後神経節

唾液核を起始する節前神経線維は顔面神経(図1, VII)または舌咽神経(図1, IX)を介して頭頸部に位置する副交感神経節に到達し、節後神経節細胞に接続する。神経節細胞は形態学的に2種類に分類される¹⁰⁾。大型神経節細胞は平均長径が40~45 μ mほどで、その多くは楕円形または長円形を呈する。偏在する核、明瞭な核膜、および顕著な核小体が特徴的であり、繊細なNissl顆粒を細胞体内に満たす。大型細胞は主に腺組織の分泌運動を支配する。小型神経節細胞は平均長径が25 μ mほどで、長楕円形の細胞の約半分を占める偏在性の核が特徴である。すべての小型細胞が一酸化窒素合成酵素の存在を示すNADPH-diaphorase染色陽性である。小型細胞は血管を拡張性に支配する¹⁰⁾。

4. 顔面神経の副交感神経成分

上唾液核を起始した副交感神経節前線維は中間神経に入り、膝神経節(図1, GG)に至って2枝に分かれる。前走する枝は翼突管神経(図1, PC)を介して翼口蓋神経節に接続する。翼口蓋神経節はネコでは機能局在が明瞭であり、部位により構成する神経細胞の形態が異なる。すなわち、後部には血管運動に関わる小型細胞が存在し、前部と中央部では小型細胞と大型細胞(外分泌腺運動細胞)が混在する。翼口蓋神経節尾側の周囲組織には多数の小神経節が存在する⁷⁾。翼口蓋神経節後部とその尾方に位置する多くの小神経節群(図1,

副翼口蓋神経節, APPG, 後眼窩神経節, ROG) を起始する節後神経は, 節骨神経 (図1, Et) に合流して頭蓋内に入り, ウィリスの大脳動脈輪に分布する。またその枝の一部は眼球内に投射する⁷⁾。これらは頭蓋底および眼球内の血管に分布し, 血管運動や眼圧調節に関係すると推察されている。脳の外に位置する翼口蓋神経節が, 脳や眼球の血管に分布することには意外な印象を受ける。その節前細胞は生命中枢が存在する脳幹にあるので, 唾液核は脳幹の血流変化に関する情報をもとに, 脳と眼球の血流の調節に関与するのかもしれない。翼口蓋神経節の脳血管支配はウィリスの大脳動脈輪が主で, 椎骨動脈への分布は少ない¹¹⁾。しかもその節後神経は脳実質内の血管には到達しない¹²⁾。したがって翼口蓋神経節は脳の局所血流には関係していない可能性が強い。脳の血流調節は皮質および髄質内に均等に分布する一酸化窒素合成細胞が関係していると考えられている¹³⁾。翼口蓋神経節の前部および中部は鼻粘膜, 涙腺, 口蓋腺などの外分泌腺運動およびその領域の血管運動に関係する。

膝神経節を通過したのち下方に向かう副交感神経束は, 鼓索神経 (図1, CT) に途を取ったあと舌神経 (図1, Li) に合流して下顎領域を前走する。下顎領域の神経の周囲または中には多数の小神経節が観察される¹⁴⁾。ヒトの顎下神経節に相当する神経節 (ヒトの顎下神経節と同じ位置に存在する神経節) はネコでは発達が悪く, 口顎神経節 (図1, OMG) と呼ばれる。ネコの顎下神経節 (図1, SMG) は顎下腺門に位置する。顎下神経節は下顎領域において最大で, これには大型細胞 (分泌運動細胞) と小型細胞 (血管運動細胞) が含まれる。顎下腺内の導管周囲には多数の小神経節 (副顎下神経節, 図1, ASMG) がある。これらのはほとんどは小型細胞で構成されているので, 顎下腺の血流調節に関係していると考えられる。舌下小丘に向かって前走する顎下腺管および血管の周囲にも小神経節が多数点在する。その神経節細胞は小型で一酸化窒素合成酵素を含む。これらの神経節細胞は下顎の局所血流に関係していると推察される¹⁴⁾。

舌体の中にも非常に多数の (おそらく数百個)

の小神経節が存在する (舌神経節, 図1, LG)。舌根部に位置するもの以外は小型細胞だけで構成されているので, 舌の血流調節に関係していると推察される¹⁴⁾。

5. 舌咽神経の副交感性成分

下唾液核を起始した副交感性節前線維は, 頸静脈管内の上・下神経節 (図1, IGPG, SGPG) の間で分枝して舌咽神経本幹 (図1, IX) と別れ, 鼓室壁に到達し鼓室神経叢 (図1, TyP) を形成する。鼓室神経叢中には少数の小神経節 (鼓室神経節, 図1, TyG) が存在する。その構成細胞は小型であるので, その節後線維は耳管や鼓室壁の血管に分布すると推察される。鼓室神経叢を出た神経線維は収束して蝶鼓室裂 (図1, STF) を通過し, 頭蓋底に出て下顎神経の基部で耳神経節 (図1, OG) に接続する。耳神経節周囲の神経叢および蝶鼓室裂中には多数の小神経節が存在する (蝶鼓室神経節および副耳神経節, 図1, STG および AOG)¹⁵⁾。耳神経節およびその副神経節群を起始する節後線維は耳下腺に分布するほか, 下顎神経に合流してその支配領域の小唾液腺および血管に分布すると考えられる。耳神経節群の節後線維の一部は三叉神経節を経由して上顎神経と眼神経の支配領域にも到達する。

下唾液核を起始し, 舌咽神経上・下神経節を素通りして下行する節前線維は, 舌枝を介して舌根部に到達する。舌根に位置する舌根神経節 (図1, LRG) には大型細胞が含まれるが, これはおそらく舌根腺の分泌に関係するものと考えられる。顔面神経の項で述べた舌神経節には舌咽神経と関係するものも多い¹⁴⁾。

6. 迷走神経の副交感性成分

迷走神経背側運動核を起始する節前線維の多くは, 頸静脈管内の上・下神経節 (図1, IVG・SVG) を素通りして胸腹部に分布する。アウエルバッハ筋間神経節, マイスネル粘膜下神経節, 心臓神経節, 肺門神経節, 膀胱神経節など多くの内臓に分布する副交感性神経節はすべて迷走神経に関係する神経節である。迷走神経による頭頸部副交感性神経調節についてはよくわかっていない。

文 献

- 1) 口岩 聡, 口岩俊子, 他: 一酸化窒素ニューロンによる頭部血管支配. *ブレインサイエンス* 8: 151-159, 1997.
- 2) Gibbins IL, Matthew SE, Bridgman N, et al: Sympathetic vasoconstrictor neurons projecting from the guinea-pig superior cervical ganglion to cutaneous or skeletal muscle vascular beds can be distinguished by soma size. *Neurosci Lett* 213: 197-200, 1996.
- 3) Kuchiiwa S, Kuchiiwa T, et al: Localization of preganglionic neurons of the accessory ciliary ganglion in the midbrain: HRP and WGA-HRP studies in the cat. *J Comp Neurol* 340: 577-591, 1994.
- 4) Kuchiiwa S, Kuchiiwa T, et al: Oculomotor parasympathetic pathway to the accessory ciliary ganglion bypassing the main ciliary ganglion by way of the trigeminal nerve. *Neurosci Res* 18: 79-82, 1993.
- 5) Nathan PW, Turner JWA: The efferent pathway for pupillary contraction. *Brain* 65: 343-351, 1942.
- 6) 口岩 聡, 鈴木孝夫: 毛様体神経節に関係しない瞳孔運動・瞳孔近見反射は副毛様体神経節で中継される. *医学のあゆみ* 155: 647, 1990.
- 7) Kuchiiwa S: Intraocular projection from the pterygopalatine ganglion in the cat. *J Comp Neurol* 300: 301-308, 1990.
- 8) 児玉正志, 佐藤恵子, 口岩 聡: 東北地方における光刺激によって誘発されるくしゃみ反射に関するアンケート調査. *医学と生物学* 125: 215-219, 1992.
- 9) 口岩俊子, 口岩 聡: 上唾液核を起始する一酸化窒素含有副交感性節前線維の大錐体神経内投射: 脳血流調節反射路の可能性について. *鹿児島純心女子短期大学研究紀要* 29: 87-96, 1999.
- 10) Kuchiiwa S, Cheng S-B, Kuchiiwa T: Morphological distinction between vasodilator and secretomotor neurons in the pterygopalatine ganglion of the cat. *Neurosci Lett* 288: 219-222, 2000 (Corrigendum 291: 59, 2000).
- 11) Suzuki N, Hardebo JE, Owman C: Origins and pathways of cerebrovascular vasoactive intestinal polypeptide-positive nerves in rat. *J Cereb Blood Flow Metab* 10: 399-408, 1990.
- 12) Iadecola C, Beitz AJ, Renno W, et al: Nitric oxide synthase-containing neural processes on large cerebral arteries and cerebral microvessels. *Brain Res* 606: 148-155, 1993.
- 13) Kuchiiwa S, Kuchiiwa T, Mori S, et al: NADPH diaphorase neurones are evenly distributed throughout cat neocortex irrespective of functional specialization of each region. *Neuroreport* 5: 1662-1664, 1994.
- 14) 口岩俊子: ネコの鼓索神経または舌神経に関する顔面神経性小神経節の分布ならびにその構成細胞に関する形態学的・組織化学的研究. *鹿児島純心女子短期大学研究紀要* 29: 97-118, 1999.
- 15) Kuchiiwa S, Kuchiiwa T, et al: Facial nerve parasympathetic preganglionic afferents to the accessory otic ganglia by way of the chorda tympani nerve in the cat. *Anat Embryol* 197: 377-382, 1998.

* * *