

上顎神経および下歯槽神経 の一次求心有髓神経線維の 中枢投射

Central Trajectories of Myelinated Primary
Afferents Fibers of the Infraorbital and Inferior
Alveolar Nerves in the Rat

太田 彰人

キーワード：上顎神経、下歯槽神経、
CTB、ラット



(おおた・あきと)
ICDフェロー
歯学博士
新大久保歯科医院

I. 緒 言

上顎神経 (infraorbital nerve, ION) および下歯槽神経 (inferior alveolar nerve, IAN) は三叉神経系の知覚神経で、歯髄と歯肉の感覚、頬、口唇、顔面の表面感覚および上下顎歯の歯根膜機械受容器を支配している¹⁾。顔面の皮膚および歯根膜機械受容器に与えられた情報はIONやIANを伝わり、三叉神経節 (Vg) を経て三叉神経主知覚核 (principal sensory trigeminal nucleus, PSV) や三叉神経脊髄路核 (spinal trigeminal nucleus, SPV) で投射し、内側毛様体を経て視床後内側腹側核で中継され、大脳皮質に投射し感覚として認知・認識される²⁾。また、この感覚情報は種々の反射も誘発する^{3~16)}。歯根膜機械受容器を感覚受容器とした反射には、SPVを介し三叉神経運動核 (trigeminal motor nucleus, Vmot) に至る jaw opening reflex^{17~19)} (JOR) と三叉神経中脳路核 (mesencephalic nucleus, Vmes) を経由しVmotに至る periodontal masseteric reflex²⁰⁾ (PMR) とが報告されており、これらの反射は、咀嚼運動などの顎運動の調節に重要な役割を果たしていることが知られている。また、歯根膜感覚受容器に何らかの障害が起こった場合、咀嚼機能にも影響を及ぼすといわれている^{19, 21~23)}。そこで本研究は、IONおよびIANに有髓神経線維のみに取り込まれる cholera toxin B subunit²⁴⁾ (CTB, List biological) を注入し、これらの神経の一次求心性有髓神経線維のPSVおよびSPV内での投射部位を調べ、IONおよびIANの有髓神経線維に伝わる感覚情報の中枢投射部位とJORの経路、ならびにVmes内の歯根膜機械受容器に軸索を送る細胞を検索するとともに、CTBはtrans synaptic tracer²⁵⁾ でもあるので、Vmotの陽性細胞について検索し、PMRの経路も検討した。

II. 材料および方法

実験には、13週齢の雄性Wistar系ラット6匹を用いIONへの注入例群として3匹、IANへの注入例群として3匹をそれぞれ用いた。

1. CTBの注入方法

ラットをケタラルにて初期導入麻酔し、ネンプ

タールで心電図をモニターしながら実験中の麻酔深度を一定に保った。

ラットを脳固定装置に固定後、左側の眼球を摘出し、眼窩下を走行する神経を周囲組織から剥離して、IONを露出した。また、右側の下顎骨上行枝部の皮膚を切開し、下顎骨を露出し、下顎骨の表面をIANの走行に沿って歯科用エンジンで切削し、鋭匙を用いてIANを露出した。さらに、それぞれの神経線維を周囲組織と隔離するため、神経線維と周囲組織の間にパラフィルムを介在させ、0.05%CTBを20 μ l、神経線維に直接注入した。注入後、パラフィルムで覆い、他の組織と隔離し、皮膚を絹糸で縫合した。

2. 灌流および切片の作製法

CTB注入後、ラットを7日間生存させ、ネンプタールで深く麻酔し、左心室から100mlの生理食塩水にて灌流4%paraformaldehyde溶液で固定した。脳幹を摘出し上記の固定液を用い72時間浸漬固定した。その後、厚さ50 μ mの前額断連続組織標本を作製した。

3. CTBに対する免疫組織化学的反応

免疫組織化学的反応は、浮遊法で行った。処理した切片を30%過酸化水素水30 μ lを含む3,3'-diaminobenzidine tetrahydro-chlorideに0.2g nickel ammonium sulfateを加えた溶液にincubateし、CTB陽性細胞および神経線維終末を黒く発色させた。免疫組織化学的反応を施した切片をスライドガラスに張り付け、対比染色を行った後、オイキットで封入した。

4. CTB陽性細胞および神経線維の分布の検索

組織標本をスワンソンの脳図譜²⁶⁾を参考に、PSV、三叉神経脊髄路核吻側亜核 (oral spinal trigeminal nucleus, PVO)、三叉神経脊髄路核中間亜核 (interparaspinal trigeminal nucleus, SPVI) および三叉神経脊髄路核尾側亜核^{21, 27)} (caudal spinal trigeminal nucleus, SPVC) 内のCTB陽性神経線維とその終末を、また、VmesおよびVmot内のCTB陽性細胞体を光学顕微鏡で観察した。つぎに、NeuroLucidaを用い、これらの細胞体の数および面積を解析し、算出した。さらに、Neuro Explor Solid Modeling Module (ニューロサイエンス)にて前額断面上と矢状断面上に、PSVおよびSPV内のCTB陽性神経線維とその終末VmesとVmot内のCTB陽性細胞を表示し、検索した。

Ⅲ. 成 績

1. ION、IANへのCTB注入によりPSVおよびSPV内に出現するCTB陽性神経線維とその終末について

1) PSVおよびSPVの矢状断面上におけるCTB陽性神経線維とその終末について

IONへの注入によるCTB陽性神経線維とその終末は、PSVからSPVにわたり吻尾方向9,450 μ mの範囲に認められた。

IANへの注入によるCTB陽性神経線維とその終末は、SPVからSPVCにわたり吻尾方向約8,050 μ mの範囲に認められた。IONへの注入例はIANへの注入例と比較すると、CTB陽性神経線維とその終末は、PSVのよりrostralから始まり、SPVCのよりcaudalで終わっており、IONへの注入例の方が吻尾方向により広い範囲に認められた。

2) PSVおよびSPVの前額断面上におけるCTB陽性神経線維とその終末について

(1)PSV、SPVOおよびSPVI内について

IONへの注入によるCTB陽性神経線維とその終末は、PSV内の核の中央部から腹側部 (図1A) に、SPVO内の核の中央部から外側中央部 (図1B) に、また、SPVI内の核の中央部 (図1C) にそれぞれ認められた。核全体に対するCTB陽性神経線維とその終末領域の面積の割合は、それぞれPSV内で33.3%、SPVO内で30.1%、SPVI内で37.9%であった。

IANへの注入によるCTB陽性神経線維とその終末は、PSV内の核の外背側部 (図1D) に、SPVO内の核の外背側部 (図1E) に、また、SPVI内の核の背側部 (図1F) にそれぞれ認められた。その核全体に対するCTB陽性神経線維とその終末領域の面積の割合はそれぞれPSV内で12.6%、SPVO内で3.3%、SPVI内で5.4%であった。

(2)SPVC内について

IONへの注入によるCTB陽性神経線維とその終末は、SPVC内の中央部に認められ、その核全体に対するCTB陽性神経線維とその終末領域の面積の割合はSPVC内で33.4%であった (図2A)。それらは、図2Bの拡大組織写真で示すように中央部のⅢ・Ⅳ層に多く認められ、わずかではあるがⅠ層にも認められた。

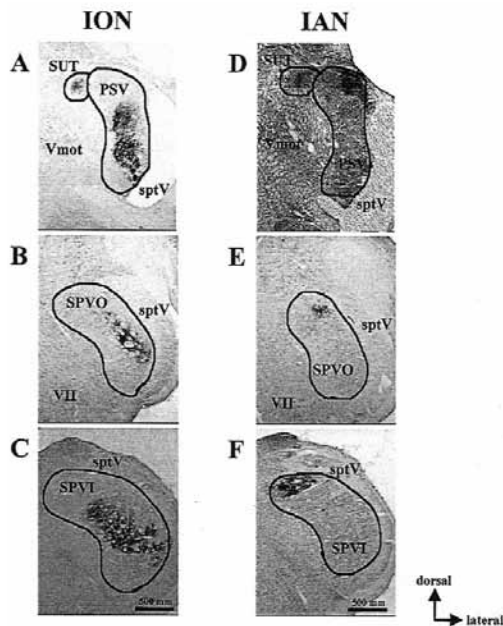


図1 IONおよびIANへのCTB注入によりPSV、SPVOおよびSPVI内で認められたCTB陽性神経線維およびその終末の組織標本写真（前額断面）A、B、CはION、D、E、FはIANのCTB陽性神経線維と終末を示す

SPV：三叉神経脊髄路核、Vmot：三叉神経運動核、VII：顔面神経核、SUT：三叉神経上核

fig. 1 Tissue specimen photograph of the end and CTB-positive nerve fibers were observed in PSV, SPVO, and SPVI by CTB injection into the ION and IAN. (forehead cross section) A, B, C indicate the end and CTB-positive nerve fibers of the ION. D, E, F indicate the end and CTB-positive nerve fibers in the IAN.

SPV：spinal trigeminal nucleus, Vmot：trigeminal motor nucleus, VII：facial nucleus, SUT：trigeminal nerve on nuclear.

IANへの注入によるCTB陽性神経線維とその終末はSPVC内の内背側部に認められ、その核全体に対するCTB陽性神経線維とその終末領域の面積の割合はそれぞれSPVC内で9.5%であった（図2C）。それらは図2Dの拡大組織写真で示すように背内側のⅢ・Ⅳ層に多く認められ、わずかではあるがⅠ層にも認められた。

2. ION、IANへのCTB注入によるVmes内のCTB陽性細胞の分布について

1) IONへの注入によるCTB陽性細胞について

各動物（n=3）におけるIONへの注入のCTB陽性細胞の総数はそれぞれ91、80、77個認められた。

IONへの注入によるCTB陽性細胞はVmes内の

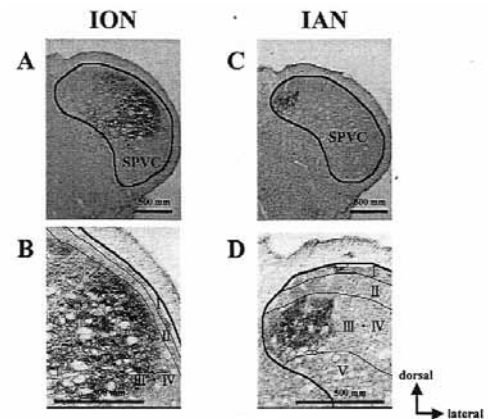


図2 IONおよびIANへのCTB注入によりSPVC内で認められたCTB陽性神経線維とその終末の組織標本写真（前額断面）A、BはION、C、DはIANのCTB陽性神経線維と終末を示す

fig. 2 Tissue specimen photograph of the end and CTB-positive nerve fibers were observed in SPVC by CTB injection into the ION and IAN. (forehead cross section) A, B indicate the end and CTB-positive nerve fibers of the ION. C, D indicate the end and CTB-positive nerve fibers in the IAN.

caudalからrostralへ吻尾方向に $2,650\mu\text{m}$ にわたり分布しており、これはVmesの長さの74.6%に相当した。また、陽性細胞の89.0%がcaudalレベルに集中して認められた（図3A）。また、Vmesをcaudal、centralおよびrostralに便宜的に区分すると、CTB陽性細胞はcaudalレベルではVmes内の外側部に多く分布しており、centralレベルではVmes内の内側部、ならびにrostralレベルではVmes内の背側部に多く認められた。また、CTB陽性細胞のcell sizeは、平均 $418.5 \pm 15.5\mu\text{m}^2$ であり、その多くは $200 \sim 600\mu\text{m}^2$ の範囲にあった。

2) IANへの注入によるCTB陽性細胞について

各動物（n=3）におけるIANへの注入によるCTB陽性細胞の総数はそれぞれ51、48、43個認められた。

IANへの注入例によるCTB陽性細胞はVmes内のcaudalからrostralへ吻尾方向に $3,950\mu\text{m}$ にわたり分布しており、これはVmesの長さの86.8%に相当した。また、陽性細胞の68.6%がcaudalレベルに集中して認められた（図3A）。

また、CTB陽性細胞は、caudalレベルでは核の内側を除く部位に認められ、centralレベルではVmes

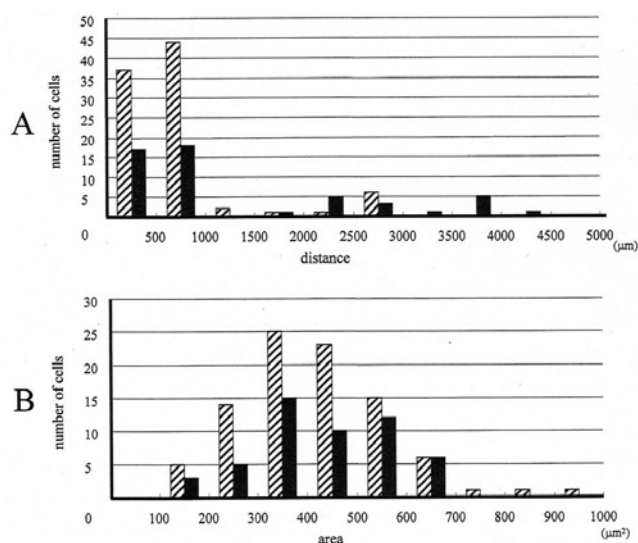


図3 Vmes内のCTB陽性細胞について

A : CTB陽性細胞の吻尾方向における分布

横軸 : Vmotの最尾側端からの吻側方向への距離 (mm)

縦軸 : CTB陽性細胞数

B : Cell sizeのヒストグラム

横軸 : Cell size (mm²), 縦軸 : CTB陽性細胞数

縞模様 : ION, ■ : IAN

fig. 3 CTB-positive cells within Vmes

A : The distribution in the vertical direction of the CTB-positive cells

Horizontal axis : Distance to the rostral direction from the most caudal end of the Vmot (mm)

Vertical axis : Number of CTB-positive cells

B : Histogram of cell size

Horizontal axis : Cell size (mm²)

Vertical axis : Number of CTB-positive cells

Striped pattern : ION, ■ : IAN

内の背側部に認められ、rostralレベルではVmes内全体に分散して認められた。また、CTB陽性細胞のcell sizeは、平均 $432.4 \pm 18.9 \mu\text{m}^2$ であり、その多くは $200 \sim 600 \mu\text{m}^2$ の範囲であった (図3B)。

3. ION、IANへのCTB注入によるVmot内のCTB陽性細胞の分布について

1) IONへの注入によるCTB陽性細胞について

IONへの注入によるCTB陽性細胞の総数は67個であり、吻尾方向でVmot内の中央部付近に多く認められた。また、Vmotをcaudalとrostralに便宜的に区分するとcaudalレベルではVmot内の背外側部に、rostralレベルではVmot内の背側部に多くのCTB陽性細胞が認められた。

2) IANへの注入によるCTB陽性細胞について

IANへの注入によるVmot内でのCTB陽性細胞の総数は93個であり、吻尾方向で核のほぼ中央部に多く認められた。

また、caudalレベルではVmot内の外側および背側部にCTB陽性細胞が認められた。

IV. 考 察

1. ION、IANへのCTB注入によるPSVおよびSPV内のCTB陽性神経線維とその終末について

1) PSV、SPVOおよびSPVI内のCTB陽性神経線維とその終末について

矢状断面上でみると、IANへの注入例に比較してIONへの注入例の方が吻尾方向により広い範囲に分布していた。また、この分布範囲について前額断面上でみると、IONへの注入例では各核の中央部に、IANへの注入例では背側部にそれぞれ局在していることが明らかとなった (図1)。本研究で得られた前額断面のCTB陽性神経線維とその終末の分布範囲は、三叉神経神経節にCTB-HRPを注入し、得られたHRP陽性神経線維およびその終末の分布範囲と一部一致する。

本研究では、IONおよびIANにCTBの単体をそれぞれ注入した結果を報告している。Sakoda²⁷⁾らの報告によるCTB-HRPをIONに注入した結果と本研究で得られた結果とを比較すると、CTB-HRP陽性線維とその終末はほぼ同様な部位に認められたが、CTB-HRP陽性線維とその終末の方が分布範囲はより広がった。また、Takemuraら²⁹⁾のラットのIANにHRPを注入した結果と本研究の結果とを比較すると、HRP陽性線維およびその終末はCTB陽性神経線維とその終末に比べ、広い範囲に分布していた。このことは、HRPは無髄神経と有髄神経の両線維に取り込まれるが、CTBは有髄線維のみに取り込まれる²⁴⁾ことから、本研究で得られたCTB陽性神経線維とその終末の分布範囲が小さかったものと推察される。

PSV、SPVOおよびSPVIには触、圧覚および深部感覚を伝える太い線維がシナプスしており、それぞれの細胞の軸索は内側毛様帯に合流し、視床後内側腹側核に投射している。また、SPVOおよびSPVIには、三叉神経運動核に直接投射する細胞も認められている。

これらのことから、本研究で得られたIONおよびIANへの注入におけるPSV、SPVOおよびSPVI内の有髄神経線維とその終末は、対側の視床後内側腹側核に投射し、三叉神経領域の判別的情報をつかさどるものと、Vmotに伝達されJORの反射弓をなすものとが考えられる。

2) SPVC内のCTB陽性神経線維とその終末について
矢状断面上でみると、IANへの注入例に比較してIONへの注入例の方が吻尾方向により広い範囲に分布していた。この結果は、CTB-HRPをIONおよび舌神経に注入したSakoda²⁷⁾らによる報告と一致していた。また、この分布範囲についてSPVC内におけるCTB陽性神経線維とその終末を前額面上でみると、IONへの注入例では核の中央部のⅢ・Ⅳ層に、IANへの注入例では核の内背側部のⅢ・Ⅳ層に多く認められた(図2)。さらにIONおよびIANへの注入例ともにI層にもCTB陽性神経線維とその終末がわずかに認められたが、II層には認められなかった。Sugimotoらが報告したCTB-HRPを三叉神経神経節に注入した結果得られたHRP陽性神経線維とその終末の部位は、本研究の結果とほぼ同様であったが、その分布範囲は本研究の方が小さかった。さらにSakodaら²⁷⁾が報告したCTB-HRPを注入した結果と本研究で得られた結果とを比較すると、CTB陽性神経線維とその終末の分布は、ほぼ同様な部位に認められたが、CTB-HRP注入の終末の方が特にI層において、より密であった。

SPVCに伝えられる情報は、おもに痛覚や温度覚であり、sumino¹⁸⁾によると、SPVCはJORの中樞経路には関与しないと報告されていることから、本研究で認められたSPVCのⅢ・Ⅳ層のCTB陽性神経線維は、JORとの関連は少ないと考えられる。また、今回の結果では第I層にも若干ではあるがCTB陽性神経線維とその終末が認められたが、これらの神経線維は細い有髄線維であるA δ であると考えられ、CervroとIggoらの結果と一致していた。これらのA δ は伝導速度の速い、一次痛覚を伝える感覚神経であり、視床へ投射していると考えられる。

2. ION、IANへのCTB注入によるVmes内とVmot内のCTB陽性細胞について

Vmesに位置するニューロンは、Vmesから単一

ニューロン活動を記録することにより、歯根膜機械受容器あるいは筋紡錘の感覚、すなわち固有感覚を伝達するとJerger²⁸⁾が報告している。また、Goldberg²⁰⁾は、PMRの潜時が下顎張反射の潜時と差のないことから、PMRはVmesからVmotに至る単シナプス反射であると述べている。このことから、本研究で認められたVmesおよびVmot内のCTB陽性細胞は、歯根膜機械受容器由来の細胞であり、PMRの経路であると考えられる。

1) Vmes内のCTB陽性細胞の分布について

Vmes内におけるCTB陽性細胞の吻尾方向への分布範囲は核の83~86%に及んでおり、IONへの注入例のCTB陽性細胞の89%およびIANへの注入例のCTB陽性細胞の68%がcaudalレベルに集中していた(図3A)。本研究では結果を示していないが、咀嚼筋にCTBを注入し、筋紡錘を支配する細胞を調べたところ、CTB陽性細胞はVmes全体にわたり認められた。このことから、歯根膜機械受容器に軸索を送る細胞と、咀嚼筋に軸索を送る細胞のVmesにおける局在は、異なっていることが推察される。また、本研究で認められたVmes陽性細胞は、IONへの注入例では最大で91個、IANへの注入例では51個であったが、ラットの三叉神経節にCTB-HRPを注入したSugimotoらは、Vmes陽性細胞は223個であると報告している。この報告された陽性細胞の個数の違いは歯根膜に軸索を送る細胞と筋紡錘に軸索を送る細胞との両者を標識したものであるのに対し、本研究では、歯根膜機械受容器に軸索を送る細胞のみを標識したためであると思われる。またラットのIONにCTB-HRPを注入したSakodaら²⁷⁾、ならびにIANにCTB-HRPを注入したTakemuraら²⁹⁾はVmesの陽性細胞については言及していない。NomuraとMizunoらは、歯根膜機械受容器に軸索を送る細胞が、ネコのVmesのcaudalレベルに多く認められると報告しており、これは本研究の結果と一致していた。

Vmes内におけるCTB陽性細胞の前額断面上での分布は、IONへの注入例では背外側部に多く分布しており、IANへの注入例では、中央から背側部に多く分布していた。このことから歯根膜機械受容器に軸索を送るVmesにおける細胞体は、IONとIANでは異なった

局在を示すと考えられる。

CTB陽性細胞のcell sizeはIONおよびIANへの注入例ともに200~600 μm^2 の範囲に集中していた(図3B)。Sugimotoらの報告によると、三叉神経節にCTB-HRPを注入したVmesのcell sizeは800~1,200 μm^2 の範囲が多く、中には2,000 μm^2 を示す大きな細胞もあったと報告している。このことから、歯根膜機械受容器に軸索を送る細胞は筋紡錘へ軸索を送る細胞体よりも小型であると推察される。また、本研究で得られたVmes陽性細胞のほとんどは単極細胞であり、ネコで認められる多極細胞はほとんど認められなかった。したがってラットでは歯根膜機械受容器に軸索を送る細胞は、単極性であると考えられる。

2) Vmes内およびVmot内のCTB陽性細胞数

Vmes内におけるCTB陽性細胞は、IONへの注入例が91個、IANへの注入例が51個認められた。それに対しVmot内におけるCTB陽性細胞は、IONへの注入例が45個、IANへの注入例が66個認められた(図3A)。

Vmes内のCTB陽性細胞の数はIONへの注入例よりもIANへの注入例の方が少なく、またVmot内で認められたCTB陽性細胞の数は、IONへの注入例よりもIANへの注入例の方が多く認められた。このことより、IONへの注入例のVmes内からVmot内の運動細胞に伝達する軸索は、IANへの注入例と比較すると軸索の分枝の数が少ないか、あるいは、分枝の数に差はないが重複してシナプスしている可能性が考えられた。

3) Vmot内のCTB陽性細胞の分布について

矢状断面上では、IONおよびIANへの注入のCTB陽性細胞は中央部に多く認められた。また、前額断面上では、IONへの注入のCTB陽性細胞はVmotの背側部に多く認められた。また、IANへの注入のCTB陽性細胞は、caudalレベルではVmotの外側および背側部に、rostralレベルでは中央から背内側部に多く認められた。Vmes細胞がVmot細胞に単シナプスすることが報告されており、Vmot内にCTB陽性細胞が認められたことから、本研究で得られた歯根膜機械受容器に軸索を送るVmes陽性細胞もVmot細胞に単シナプスしているものと考えられる。Vmot内の各咀嚼筋運動細胞の局在については、核のcaudalレベルの内腹側に開口筋群の運動細胞が局在し、この部位を除く全域に

閉口筋運動細胞が認められるというMizunoらの報告がある。本研究ではVmot内のCTB陽性細胞が咀嚼筋のうち開口筋群また閉口筋群のどちらの運動細胞にシナプスしているかを正確に同定していないが、本研究で得られIONへの注入とIANへの注入の両例共にCTB陽性細胞の多くは、中央から背側部に多く認められ、腹内側部にも僅かながら認められた。このことから、Vmot陽性細胞はほとんどがPMRに参与する閉口筋群の運動細胞であると考えられる。また、ラットの前歯部に持続的な力を加えると、閉口筋運動細胞と開口筋運動細胞の両者に興奮性入力を誘発するが、閉口筋運動細胞への興奮入力がより著明であると、Darlan-Smith²¹⁾らは報告している。したがって、本研究で得られたCTB陽性細胞の多くは、閉口筋運動細胞であると考えられる。

V. 結 論

IONおよびIANに有髓神経線維のみに取り込まれるCTBを注入し、これらの神経内の有髓神経線維の中樞投射部位を調べた。また、Vmes内の歯根膜機械受容器に軸索を送る細胞を検索するとともに、CTBはtrans synaptic tracerでもあるので、VmotのCTB陽性細胞についても検索し、以下の結論を得た。

1. IONおよびIANへの注入例におけるCTB陽性神経線維とその終末は、SPV内およびPSV内の各レベルで、IONへの注入例では核の中央部に、IANへの注入例では核の背側部にそれぞれ局在し、その範囲はIANへの注入例に比べIONへの注入例の方が広がった。
2. SPVC内のⅢ・Ⅳ層に、IONおよびIANへの注入例ではCTB陽性神経線維とその終末が認められ、その吻尾方向でのCTB陽性神経線維とその終末の分布範囲は、IONへの注入例に比べIANへの注入例の方が狭かった。
3. Vmes内では、IONおよびIANへの注入例では、CTB陽性細胞は吻尾方向において、caudalレベルに局在していた。
4. Vmot内では、IONおよびIANへの注入例では、CTB陽性細胞は吻尾方向において、核の中央部に局在していた。

5. Vmes内のCTB陽性細胞の数はIONへの注入例よりもIANへの注入例の方が少なく、またVmotのCTB陽性細胞の数は、IONへの注入例よりもIANへの注入例の方が多く認められた。このことから、PMRにはIONよりもIANがより重要な役割を果たしていると思われる。

参考文献

- 1) Kahle W, Leonhardt H, Plazer W : Taschenatlas der anatomie. Georg thieme verkag Stuttgart, Frankfurt 越智淳三訳 (1982) 解剖学アトラス 第1版, 文光堂, 東京 : 448-449, 1979.
- 2) Shende MC, Stewart DHJr, King RB : Projections from the trigeminal nucleus caudal is in the squirrel monkey. *Exp Neurol*, 20 : 655-670, 1968.
- 3) Mizuno N : Projection fibers from the main sensory trigeminal nucleus and the supratrigeminal region. *J Comp Neurol*, 139 : 457-471, 1970.
- 4) Funakoshi M, Amano N : Periodontal jaw muscle reflexes in the albino rat. *J Dent Res*, 53 : 598-605, 1974.
- 5) Appenteng K, Lund JP, Seguin JJ : Intraoral mechanoreceptor activity during jaw movement in the anesthetized rabbit. *J Neurophysiol*, 48 : 22-32, 1982.
- 6) Nomura S, Mizuno N : Central distribution of efferent and afferent components of the cervical branches of the vagus nerve : A HRP study in the cat. *Anat Embryol*, 166 : 1-18, 1983.
- 7) Hayashi H : Morphology of central terminations of intra-axonally stained, large, myelinated primary afferent fibers from facial skin in the rat. *J Comp Neurol*, 237 : 195-215, 1935.
- 8) Plesh O, Bishop B, McCall W : Effect of gum hardness on chewing pattern. *Exptl Neurol*, 92 : 502-512, 1936.
- 9) Dessem D, Iyadurai OD, Taylor A : The role of periodontal receptors in the jaw-opening reflex in the cat. *J Physiol*, 406 : 315-330, 1988.
- 10) Morimoto T, Inoue T, Masuda Y, et al : Sensory components facilitating jaw-closing muscle activities in the rabbit. *Exp Brain Res*, 26 : 424-440, 1989.
- 11) Kansj MA : Pulpal primary afferent neurons innervating different types of teeth in the cat as determined by the double-labeling techniques. *Hiroshima Daigaku Shigaku Zasshi*, 21 : 334-345, 1989.
- 12) Appenteng K, Conyers L, Moore J : The monosynaptic excitatory connections of single trigeminal interneurons to the V motor nucleus of the rat. *J Physiol*, 417 : 91-104, 1939.
- 13) Panneton WM : Primary afferent projections from the upper respiratory tract in the muskrat. *J Comp Neurol* 308 : 51-65, 1991.
- 14) Lund JP : Mastication and its control by the brain stem. *Crit Rev Oral Biol Med*, 2 : 33-64, 1991.
- 15) Yamamura C, Shimada K : Excitatory and inhibitory controls of the masseter and temporal muscles elicited from teeth in the rat. *Jpn J Physiol*, 42 : 283-297, 1992.
- 16) Hidaka O, Morimoto T, Kato T, et al : Behavior of jaw muscle spindle afferents during cortically induced rhythmic jaw movements in the anesthetized rabbit. *J Neurophysiol*, 82 : 2638-2640, 1999.
- 17) Kidokoro Y, Kubota K, Shuto S, et al : Reflex organization of cat masticatory muscles. *J Neurophysiol*, 31 : 695-708, 1968.
- 18) Sumino R : Central neural pathways involved in the jaw-opening reflex in the cat. In *Oral-facial sensory and motor mechanisms*, Dubner R, Kawamura Y eds, New York : 315-331, 1971.
- 19) Louca C, Cadden SW, Linden RW : The roles of periodontal ligament mechanoreceptors in the reflex control of human jaw-closing muscles. *Brain Res*, 731 : 63-71, 1996.
- 20) Goldberg LJ : Masseter muscle excitation induced by stimulation of periodontal and gingival receptors in man. *Brain Res*, 32 : 369-381, 1971.
- 21) Darian-Smith I, Mutton P, Proctor R : Functional organization of tactile cutaneous afferents within the semilunar ganglion and trigeminal spinal tract of the cat. *J Neurophysiol*, 28 : 682-694, 1965.
- 22) Arvidsson R : Somatotopic organization of vibrissae afferents in the trigeminal sensory nuclei of the rat studied by transganglionic transport of HRP. *J Comp Neurol*, 211 : 84-92, 1982.
- 23) Olsson KA, Westberg KG : Integration in trigeminal premotor interneurons in the cat. 2. Functional characteristics of neurones in the subnucleus gamma of the oral nucleus of the spinal trigeminal tract with a projection to the digastric motoneurone subnucleus. *Exp Brain Res*, 84 : 1991.
- 24) Chen S, Aston-Jones G : Evidence that cholera toxin B subunit (CTB) can be avidly taken up and transported by fibers of passage. *Brain Res*, 674 : 107-111, 1995.
- 25) Chen S, Yang M, Miselis RR, et al : Characterization of transsynaptic tracing with central application of pseudorabies virus. *Brain Res*, 838 : 171-183, 1999.
- 26) Swanson LW : Structure of the rat brain. In *Brain maps*, 1st ed. Elsevier, Amsterdam : 143-193, 1987.
- 27) Sakoda S, Terayama R, Ohtahara N, et al : Differential projection into the trigeminal sensory nuclear complex of primary afferents innervating oral and facial tissues in the rat. *J Oral Biol*, 40 : 569-574, 1998.
- 28) Jerge CR : Organization and function of the trigeminal mesencephalic nucleus. *J Neurophysiol*, 26 : 379-392, 1963.
- 29) Takemura M, Sugimoto T, Sakai A : Topographic organization of central terminal region of different sensory branches of the rat mandibular nerve. *Exp Neuro*, 196 : 540-557, 1987.

●抄録● 上顎神経および下歯槽神経の一次求心有髄神経線維の中樞投射
／太田 彰人

眼窩下神経および下歯槽神経にcholera toxin B subunit (CTB) を注入し、これらの神経に含まれる有髄神経線維の三叉神経主知覚核 (SPV)、三叉神経脊髄路核 (PSV)、三叉神経中脳路核 (Vmes) および三叉神経運動核 (Vmot) における投射様式について調べた。その結果、陽性神経線維とその終末は、IONへの注入例ではSPV内およびPSV内の中央部に、IANへの注入例では核の背側部にそれぞれ局在していた。SPVC内の吻尾方向での分布範囲は、IONへの注入例に比べIANへの注入例の方が狭かった。Vmes内では、IONおよびIANへの注入例ともに、陽性細胞は尾側部に局在していた。Vmot内では、IONおよびIANへの注入例ともに、核の中央部に局在していた。また、VmotのトランスシナプティックCTB陽性細胞数は、IONへの注入例よりもIANへの注入例の方が多く認められた。このことから、periodontal masseteric reflex (PMR) においてIANは、IONよりも重要な役割を果たしていることが示唆された。

キーワード：上顎神経、下歯槽神経、CTB、ラット

Central Trajectories of Myelinated Primary Afferents Fibers of the Infraorbital and Inferior Alveolar Nerves in the Rat

Akito Ota, D.D.Sc., F.I.C.D.

The cholera toxin B subunit (CTB, 0.05%, 20 μ l) was injected into the infraorbital nerve (ION) and inferior alveolar nerve (IAN) to clarify the central trajectories of the myelinated fibers. Labeled terminals were observed in the principal sensory nucleus (PSV) and trigeminal spinal tract nucleus (SPV). ION afferents terminated in the middle part and IAN afferents terminated in the dorsal part of these nuclei. Terminal fields of the ION afferents were more rostrocaudally extensive than IAN. Labeled cell bodies were found in the caudal part of the trigeminal mesencephalic tract nucleus (Vmes). Injection into ION produced a larger number of CTB-positive cells than IAN. Transsynaptically labeled cells were found in the middle portion of the trigeminal motor nucleus (Vmot). A larger number of positive cells were observed following IAN injection than from ION. The data suggest that the IAN may play a more important role in the periodontal masseteric reflex than ION.

Key words : Infraorbital Nerve, Inferior Alveolar Nerve, CTB, Rat