ネコの眼窩下神経における顔面受容領域区分の特徴

宗形芳英, 辻 満

奥羽大学歯学部口腔生理学講座 (主任: 丸井隆之教授)

[受付: 平成7年10月2日]

Characteristics of the receptive fields in the infraorbital nerve of cat

Yoshiei Munakata and Mitsuru Tsuji

Department of Oral Physiology, Ohu University School of Dentistry

(Chief: Prof. Takayuki Marui)

[Received: October 2, 1995.]

Key words: receptive field, fascicle, infraorbital nerve, cat

Abstract: The relationship between the location of the nerve fascicle in the infraorbital nerve trunk and the location of the corresponding receptive field in the facial area was analyzed in cats anesthetized with pentobarbital sodium. The receptive field of each fascicle was confirmed by the evoked action potentials. The nose and the area below the eyelid were often innervated by the same fascicle. On the contrary, the upper lip and the corner of the mouth were innervated by an individual fascicle respectively. The fascicles located in the medial part of the infraorbital nerve trunk innervate the nose and the area below the eyelid. The fascicles located in the central and the lateral parts of the trunk innervate the upper lip, the vibrissae and the corner of the mouth. These findings suggest that there are two groups of fascicles, each corresponding to the sensory inputs from the different areas of the facial skin.

抄録 眼窩下神経幹を構成する複数の神経束の顔面受容野をネンブタール麻酔したネコで調べ、神経幹における神経束の位置とその受容野の位置および大きさとの関係を解析した。鼻部や眼瞼下部領域では1本の神経束がしばしば複数の領域を同時に支配するのに対し、上唇部や口角部では限られた領域だけを支配していた。しかし、鼻部を支配する神経束が上唇部や口角部まで支配することはなく、その逆もなかった。眼窩下神経幹において、その内側部に位置する神経束群は鼻部全域と眼瞼下部の一部を支配し、中央部から外側部に位置する神経束群はヒゲや上唇部、口角部を支配していた。以上の結果から、鼻部および眼瞼下部を支配する神経束のグループと、上唇部および口角部を支配する神経束のグループが、互いに独立してそれぞれの領域からの感覚情報を中枢に伝えていることが推察された。

I. 緒 言

鼻部や上唇部などの顔面領域からの感覚情報は、上顎神経の一枝の眼窩下神経によって中枢に伝えられ、これらの感覚情報は頭頸部の種々の運動制御に関係している。三叉-頸筋反射もこの中の1つで顔面前方部の皮膚が刺激されたときに、頭部を刺激から避けるように背側部の頸筋群を収縮させる働きが知られている。そして、この反射には潜時の異なる2種類の応答が存在することがこれまで報告^{1, 2)}されており、著者ら²⁻⁵⁾は、この2種類の応答の生理学的な諸性質を調べた結果から、それぞれが異なった顔面領域からの感覚情報で誘発されている可能性が高いことを明らかにしてきた。そこで、本研究では眼窩下神経幹に含まれる複数の神経束それぞれの顔面受容野を正確に記録し、2種類の三叉-頸筋反射応答との関連について検討を行った。

II. 材料および方法

実験には、体重1.6-4.0 kgのネコ30匹を用いた。エーテル麻酔下で気管カニューレを挿管し、ペントバルビタール (40 mg/kg) を正中静脈より静注し麻酔した。実験中は麻酔深度は常に監視し、必要に応じて麻酔剤を追加しながら一定に保持した。麻酔後、動物を定位置に固定するために、頭蓋骨に円柱棒をネジで植立し、それを自作の固定器具で脳定位固定装置 (成茂科学, SJ-2) に固定した。また、保温マットにより体温を37-38℃に保った。

1. 眼窩下神経幹内の各神経束の受容野の確認

左側眼球を摘出し、眼窩底に上顎神経の一枝の眼窩下神経幹を露出した。双眼実体顕微鏡下で神経幹に含まれる神経束を1本ずつ注意深く分離し眼窩中央部で切断し、末梢側に切り離された神経束の断端を神経活動記録用吸引電極に装着した (図1 a)。不関電極は眼窩側縁の皮膚切開部に設置した。最大1 gの圧刺激が行える von Frey 型の刺激毛で顔面に触または圧刺激を行い、その刺激で誘発される電気的活動を前置増幅器を介してオシロスコープ (Tektronix, 5113) で観察し、同時にサウンドモニターで神経インパルス音を確認しながら、受容野の範囲を同定した。

実験終了後、神経束切断部位より中枢側の神経幹部を数mmの範囲で摘出し、10%ホルマリン溶液中に2日間以上保存した。この際、この神経片の断面を末梢側から観察し、記録した個々の神経束の位置関係があとで確認できるように、簡単にスケッチした。

図1 (a)顔面受容野の記録方法
(b)6つの領域に分類した顔面受容野
A: 鼻尖部 B: 鼻背部
C: 眼瞼下部 D: 上唇内側部
E: 上唇外側部 F: 口角部

Fig. 1 (a) The method for recording the receptive field of each fascicle included in the infraorbital nerve trunk.
(b) Schematic classification of the receptive fields.
A: the apex of nose
B: the dorsum of nose
C: the area below the eyelid
D: the medial part of the upper lip
E: the lateral part of the upper lip
F: the corner of the mouth

2. 顔面受容野と神経束の位置および大きさの記録

顔面受容野の位置とその境界部を正確に記録するために、先の報告⁶⁾と同じく、ネコ顔面の左前方45度の方向からテレビカメラで撮影しVTRに収録しながら実験を行った。そして、実験終了後にVTRを再生してディスプレイに各映像を表示し、透明なセロファンシートを用いて個々の受容野を正確にトレースした。一方、各神経束の神経幹内での位置や大きさを調べるために、保存しておいた神経片を神経の長軸に垂直に切断し、厚さ約1 mmの切片を作製した。この切片をプレパラートにのせメチレンブルーで染色し、実体顕微鏡で拡大して各神経束の輪郭を正確にトレースした。神経束と受容野との対応は先に記録したスケッチを参考にして行った。

III. 結 果

1. 1本の神経束が支配する領域の比較

図1 bに示したように顔面領域をヒゲも含めて7つの領域に区画し、各神経束がどの範囲の顔面領域に受容野を持っているかを調べた。30匹のネコから得られたデータをまとめたのが表1の結果である。この表に示されるように、1つの領域が1本の神経束だけで支配されてい

表 1 各顔面領域を支配する神経束数
(30匹のネコにおける総数)

Table 1 The number of the fascicles arising from the six parts of the face. Each of these data was obtained from 30 cats.

A	B	C	D	E	F
17	11	18	41	31	31
10			4		
	6			4	
3					

(本)

る例は、鼻尖部で30本中17本（57%）、鼻背部で30本中11本（37%）、眼瞼下部では4匹のネコでこの領域を支配している神経束が確認できなかったため、26本中18本（69%）であった。また、上唇内側部では45本中41本（91%）、上唇外側部では39本中31本（79%）、口角部では35本中31本（89%）であった。次に、他の1つの領域とともに1本の神経束で支配されている例は、鼻尖部で10本（33%）、鼻背部で16本（53%）、眼瞼下部で6本（33%）、上唇内側部で4本（9%）、上唇外側部で8本（21%）、口角部で4本（11%）であった。そして、3つの領域がまとめて1本の神経束で支配されている例は、鼻尖部と鼻背部と眼瞼下部にまたがる3本だけであった。

2. 神経幹内での神経束の位置と顔面支配部位との関係

各顔面領域を支配する神経束が、神経幹のどの部位に位置しているかを調べるために、図2 aのように顔を6つの区域に、また、図2 bのように神経幹を3つの区域に分割して解析を行った。この解析には図1 bで示したヒゲを除く6つの領域が、それぞれ1本以上の神経束で支配されている10匹のネコからのデータを利用した。図2 aに示した顔を区画するための基準点は、左右の瞳孔を結んだ線の中点（a）、外眼角部（b）、鼻尖端部（c）の3点である。aとbを結んだ線に平行でcを通る線と上唇下縁に接する線の2本の線を描記し、bにおいてaとbを結ぶ線に直交する線と、この2本の線とが交差する2つの点をそれぞれdとfとした。また、cを通る顔面の正中線と上唇下縁の線とが交差する点をeとした。続いて、aとb、cとd、eとfの各線を3等分し、それぞれを線で結び6つの区域を決定した。一方、

図 2 (a)顔面受容領域の区分
(b)眼窩下神経幹の区分
(c)6つの顔面区域を支配する神経束の位置

Fig. 2 (a) The six divisions on the facial area innervated by the infraorbital nerve.
(b) The three divisions in the infraorbital nerve trunk.
(c) The locations of the fascicles arising from each of six divisions of the face.

神経幹については図2 bのように3等分して、それぞれ内側部（med）、中央部（int）、外側部（lat）とした。図中に示した神経束とその受容野の例では、それぞれの中心部（*）の位置から、神経束は神経幹の内側部に、その受容野は下方内側部（LM）に位置していることになる。このようにして、ヒゲを含めた101本の神経束について解析した結果が図2 cの6つの円グラフである。各領域に受容野の中心部がある神経束の数は、上方内側部（UM）で10本、上方中央部（UI）で7本、上方外側部（UL）で2本、下方内側部（LM）で24本、下方中央部（LI）で41本、下方外側（LL）で17本であり、それぞれが図に示された割合で神経幹の3つの部位に位置する神経束に支配されていた。また、神経幹内では内側部に29本、中央部に39本、外側部に33本の神経束が存在した。

IV. 考 察

各神経束の顔面受容野を正確に記録するために、次の点に工夫し実験を行った。1つは、吸引電極を用いて神経束からの活動電位を記録したことで、吸引電極の場合では神経束に含まれる全神経線維が電極内の液体を介して、ほぼ同じ条件で金属電極と接するため、神経束に含まれる神経線維群からの活動電位が偏りなく導出されると想定され、受容野の範囲を正確に記録するためには適した方法と考えたからである。もう1つは、ビデオカメラで顔面部を撮影し、その映像を利用して顔面受容野の境界を決定した点である。ただ、固定したカメラで1つの方向からだけ撮影したことで、複雑な曲面の受容野が平面で表示されることになり、受容野周辺部の画像が若干歪むことも想定されたが、この方法を利用したことで、各顔面受容野の位置と範囲の正確な記録が可能となったと考えられる。

表1の結果から、1つの領域が1本の神経束だけで支配されている比率が、上唇部と口角部で高く、鼻部と眼瞼下部で低いことが示された。すなわち、鼻部と眼瞼下部では1本の神経束が複数の領域をまとめて支配する比率が大きいことを示している。一方、1つの領域が複数の神経束によって分割または二重に支配されている例は、上唇部と口角部に多く認められ、特に上唇部では30匹の平均で2.7本の神経束で支配されていて、内側部と外側部の他に、それらの中央部を加えた3つの領域に分類することも可能であったと考えられる。次に、1本の神経束が複数の領域にまたがって支配している場合、それらは鼻尖部と鼻背部と眼瞼下部のグループ内と、上唇内側部と上唇外側部と口角部のグループ内でだけ観察された。このことは、鼻部や眼瞼下部を支配する神経束が上唇部や口角部を支配することではなく、逆に、上唇部や口角部を支配する神経束が鼻部や眼瞼下部を支配しないことを示し、2つのグループを支配する神経束群が、眼窩底部において互いに独立して存在していることを示唆している。

図2cの結果から、おおむね顔面正中部に近い区域ほど、その支配神経束が神経幹の内側よりであり、顔面の外側部ほど神経幹の外側よりにある神経束に支配されていることが示された。しかしながら、これらの関係は必ずしも整然としているわけではなく、顔面上方の区域を支配する神経束の多くは神経幹の中央部と内側部に偏在し、一方、顔面下方の区域を支配する神経束では、その多くが神経幹の中央部から外側部に位置していた。そこで、図2cに示した6つの円グラフの結果を参考にして、

図3 神経束の位置とその顔面受容野との関係を示す模式図

Fig. 3 The schematic illustration of the receptive fields innervated by the three divisions of the nerve trunk.

神経幹の3つの区域に位置する神経束の支配する顔面領域を図示した結果が図3である。この図に示されるように、神経幹の内側部に位置する神経束は鼻部全域と眼瞼下部の一部を支配し、また、中央部の神経束は眼瞼下部の一部とヒゲの大部分さらには上唇内側部を支配し、そして、外側部の神経束は主として口角部と上唇外側部を支配していることが確認された。

発生学的にヒトの上唇部や鼻部を含む顔面の形成は、顔面突起が内側鼻突起、外側鼻突起および上顎突起として隆起し、最終段階で互いに癒合して完成することが知られている⁷⁻⁹⁾。この際、将来鼻部になる内・外側鼻突起は前下方に成長し、将来上唇部になる上顎突起は、前下方とともに近心方向にも成長する。それゆえ、本実験結果でネコの眼窩底部で内側に位置する神経束が上下方向に細長い鼻部の領域を支配し、外側に位置する神経束が水平方向に細長い上唇部と口角部を支配していることが理解できる。

以上の結果から、顔面領域からの感覚情報を伝える眼窩下神経の中で、鼻部および眼瞼下部を支配する神経束のグループと、上唇部および口角部を支配する神経束のグループが、互いに独立してそれぞれの領域からの感覚情報を中枢に伝えていることが示された。そして、この形態学的な背景が2種類の三叉一顎筋反射応答の末梢部での誘発機構に関わっている可能性が高いことが推測された。

V. ま と め

ネンブタール麻酔したネコの眼窩下神経に含まれる神経束から顔面の機械的刺激による神経活動を観察しながら、その受容野の位置と大きさについて解析した結果、

以下のことが明らかになった。

1. 眼窩下神経を眼窩底中央部で複数の神経束に分離し、各々の受容野を調べたところ、ヒゲを除いて、鼻尖部、鼻背部、眼瞼下部、上唇内側部、上唇外側部、口角部の6つの領域に分類することができた。
2. 1本の神経束が複数の領域にまたがって支配する場合、鼻部を支配する神経束が上唇部や口角部を支配することではなく、逆に、上唇部を支配する神経束が鼻部や眼瞼下部を支配することはなかった。
3. 眼窩底中央部において、鼻部と眼瞼下部を支配する神経束群は神経幹の内側部に位置し、上唇部と口角部を支配する神経束群は中央部から外側部に位置し、互いに交錯することはない。

以上の結果から、鼻部および眼瞼下部を支配する神経束のグループと、上唇部および口角部を支配する神経束のグループが、互いに独立してそれぞれの領域からの感覚情報を中枢に伝えていることが推察された。

謝辞

本稿を終えるにあたり、ご校閲を賜りました奥羽大学歯学部口腔生理学講座、丸井隆之教授に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) Sumino, R. and Nozaki, S.: Trigemino-neck reflex: its peripheral and central organization, edited by Anderson, D.J. and Matthews, B., Pain in the trigeminal region, 365-374, Elsevier, Amsterdam, 1977.
- 2) 宗形芳英, 辻 満: ネコにおける2種類の三叉-頸筋反射の顔面誘発部位の比較, 歯基礎誌, 36: 60-66, 1994.
- 3) 宗形芳英, 辻 満: 口腔・顔面感覚情報による頸背筋活動の反射性制御, 顎機能誌, 1: 111-115, 1994.
- 4) 宗形芳英, 辻 満: ネコにおける開口反射と三叉-頸筋反射の口腔・顔面誘発部位の比較, 奥羽大歯学誌, 22: 67-72, 1995.
- 5) 宗形芳英, 辻 満: ネコの三叉-頸筋反射における両側反射活動の比較, 奥羽大歯学誌, 22: 73-77, 1995.
- 6) 宗形芳英, 辻 満: ネコの眼窩下神経支配領域における感覚ユニット分布の解析, 歯基礎誌 (印刷中).
- 7) Slavkin, H.C.: Developmental craniofacial biology, 235-297, Lea & Febiger, Philadelphia, 1979.
- 8) 江藤一洋: 咀嚼器官の発生と成長, 東京医科歯科大学顎口腔総合研究施設編, 咀嚼の話, 97-135, 日本歯科評論社, 東京, 1983.
- 9) Sadler, T.W.: Langman's Medical Embryology, 6th ed., 297-327, Williams & Wilkins, Baltimore, 1990.

1) Sumino, R. and Nozaki, S.: Trigemino-neck reflex: its