The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	顎舌反射の神経生理機構に関する研究
Author(s)	武部, 裕光
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/32610
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

顎舌反射の神経生理機構に関する研究

武部裕光

大阪大学歯学部口腔生理学教室

Neurophysiological Studies on the Mechanisms of the Jaw Tongue Reflex in the Cat.

Hiromitsu TAKEBE

Dept. of Oral Physiology, Dental School, Osaka Univ. Osaka

530 大阪市北区中之島4－3－48

LBE C150

謝辞

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った河村洋二郎教授に対し衷心より謝意を表し、併せて本実験を行なうにあたり種々の御協力を戴いた森本俊文助教授をはじめ、口腔生理学教室諸兄に厚く感謝致します。

本論文の一部は、第54回日本生理学大会（鹿児島，1977），および54th General Session of IADR（Washington, D.C., 1978）において発表した。

本研究の経費は、河村教授に対する文部省科学研究費（課題番号 144608, 137061）の補助によった。

抄録

除脳ネコにおいて下顎を他動的に開口させると、反射的に舌の後退が認められる。この顎舌反射の機構を、閉口筋及び外舌筋の筋電図により検索し、次の結果を得た。

1) 側頭筋を側頭骨付着部より剥離すると、開口により誘発される同側茎突舌筋の筋電図活動は消失した。又、側頭筋を選択的に伸張する事により顎舌反射が誘発された。

2) 咬筋神経切断、顎関節嚢の麻酔は顎舌反射に何ら影響を及ぼさなかった。

3) 顎舌反射は10度以上の開口により誘発されたが、これは側頭筋の伸張反射の閾値より十分大きかった。

4) 側頭筋神経を100 Hzで電気刺激すると、同側茎突舌筋に筋電図活動が誘発されたが、このときの閾値は側頭筋神経の最も低閾値の線維の1.3〜1.7倍であった。

5) 下顎に振動刺激を与えると頻度が130 Hz以下で茎突舌筋に筋電図活動が誘発されたが

、それ以上の頻度の刺激では誘発されなかった。

6) 三叉神経中脳路核への入力経路を遮断すると、同側の茎突舌筋の筋電図活動は消失した。

以上の結果より、顎舌反射は主として側頭筋中の伸張受容器、恐らくはゴルジ腱器官の興奮により誘発されること、及びその反射経路としては中脳路核を経由することが明らかになった。

緒言

舌は咀嚼・嚥下・発声・呼吸等に際して、下顎と協調した運動を行なっている。この様な舌と顎の協調運動の背後には、これをコントロールするプログラムが中枢神経系に存在するであろうと推察される。事実大脳皮質眼窩回前方部の顎運動野を電気刺激すると、リズミカルな顎運動と共に、それに同期した舌運動が誘発される。自然な状態下では、この様な顎舌協調運動のプログラムは、末梢の各種の感覚受容器を介する情報のインプットによるフィードバックを受けていると考えられる。ことに咀嚼筋中の受容器は、顎の運動に応じた情報を中枢へ送る事により、反射性に舌筋の活動を調節するのに役立っている可能性が強い。

Schoen[24] は除脳ネコを用いて、下顎を他動的に下制して開口させると舌の能動的な後退現象が起こる事を認め、この反射を Kiefer-Zungen

Reflex(顎舌反射)と名付けた。彼はこの反射的な舌の後退には往々にして閉口筋の緊張を伴うことから、閉口筋中の自己受容器が顎舌反射に関与していると報告している。Kawamura and Morimoto[14]は、他動的に開口させたときの外舌筋及び閉口筋の筋電図活動を記録し、その反応パターンの差から顎舌反射の受容器は閉口筋に伸張反射を誘発する受容器と異なると報告している。一方、Lowe and Sessle[17]は顎関節嚢内外への局所麻酔がこの反射を消滅させることから、顎関節部の感覚受容器が顎舌反射に関与していると報告している。この様に顎舌反射については今日必ずしも統一された見解があるわけではなく、解明すべき問題が多い。

本研究は上記顎舌反射の神経機構を明らかにし、更に脳幹レベルにおける舌運動と顎運動の統合機序を解明する事を目的としたものである。

実験方法

実験には体重 2.2～4.0 kgの雌雄成熟ネコを用いた。　エーテル麻酔下にて、動物を脳定位固定装置に固定し、四丘体上丘前端レベルにて除脳した。　脳切断時には一時的に総頸動脈を閉塞したが、止血確認後閉塞を解除した。　除脳完了後エーテル麻酔を停止し、麻酔の影響を除くため、停止後約2時間以上たってから実験を開始した。　尚、舌中の感覚受容器の興奮による顎舌反射への影響を除去するために、舌神経を両側切断した。

1．刺激方法

1）自然刺激

ネコの第一臼歯と第二臼歯の間の下顎に、長さ 3 cm の軽い金属ピンを植立した。　このピンを介して電磁式筋伸張装置（EMIC 513A，新日本測器）に連結し、下顎を台形状に開閉させたり、あるいは種々の頻度で振動刺激を与えた。　下顎の開口度および振動の振幅の調節は、D.C. アンプ（EMIC 381A，新日本測器）の

増幅度の変化によって行ない、振動刺激の頻度の制御はファンクション・ジェネレーター（458A，菊水電器）により行なった。　大きく開口させる必要のある場合は、下顎オトガイ部につけたピンを介してD.C.モーター（LAG 3005，東京オートメーション）に連結して開閉させた。

2）電気刺激

側頭筋神経を電気刺激するためには、側頭筋を側頭骨付着部より剥離し、側頭骨を一部除去した後、頭蓋底部にて側頭筋神経を分離した。　その側頭筋神経の中で，筋の中央部及び後方部を支配する神経枝を切断し、それらの切断中枢端に極間距離3mmの双極スリーブ型電極を装着した。　電気刺激に対する側頭筋神経の閾値を決定するため、三叉神経中脳路核内に0.9% NaCl溶液を封入したガラス管微小電極を定位的に刺入し、誘発電位を記録した。

2．記録方法

筋電図記録用電極には直径200 μm，長さ約30 cmの一対のエナメル被覆銅線を用い、線の中央部約1 mmの絶縁を除去した部分を極間距離約10 mmにて筋中に埋め込んだ。　外舌筋より筋電図活動を記録するため、先ず顎下部の皮膚を矢状方向に切断し、さらに顎舌骨筋を切断して、茎突舌筋，オトガイ舌筋，舌骨舌筋を露出させ、それぞれの筋腹に記録電極を装着した。　咬筋及び側頭筋の筋電図活動の記録は、皮膚及び筋膜を除去した後、電極を装着して行なった。

顎運動の記録は、顎関節部に無接触型回転式ポテンショメーター（CP-2U-33，緑測器）を装着し、回転軸にとりつけた連結棒を下顎に固定して、下顎の動きに応じて生じる電位変化を記録紙上に筋電図と同時記録した。

実験結果

除脳ネコの下顎を他動的に開口させると、舌はその舌尖部を口腔底に向って曲げ、舌根部を隆起した形で舌全体が後退する。(図1A) 外舌筋群(茎突舌筋, オトガイ舌筋, 舌骨舌筋)より筋電図活動を記録すると、この様な舌後退に伴って茎突舌筋及びオトガイ舌筋には著明な筋電図活動が出現する。 しかし、舌骨舌筋からはほとんど筋電図活動を認めなかった。(図1B) 故に、本研究においては顎舌反射における舌筋活動の指標として、舌下神経を損傷することなく容易に電極を装着することのできる茎突舌筋の筋電図活動を対象とした。 図1

1. 顎舌反射の受容器の局在部位

Lowe and Sessle[17] は、開口により誘発されるオトガイ舌筋の筋電図活動は、同側顎関節領域を局所麻酔すれば(2% Xylocaine Sol., 0.4 ml)消失すると報告している。 しかし、顎関節

MEC C156

部直前の皮下には咬筋神経及び側頭筋神経が走行しているので、注入された麻酔薬により関節よりの求心性神経のみならず、これら両神経が同時に麻酔される可能性がある。そのため前記の如き顎関節部への麻酔剤注入実験の結果のみでは顎関節の受容器が顎舌反射の主なる受容器と決定するには十分でない。

本実験においては、先ず顎関節部の感覚受容器の関与について検討するために下記の二実験を行なった。第一の実験では咬筋神経及び耳介側頭神経に障害を与えない様注意しながら、下顎骨を頚部で切断し関節頭を下顎骨体より遊離した。遊離した関節頭を下顎骨体と共に開口方向に回転させると、茎突舌筋に筋電図活動が誘発されたが（図2A）、遊離した下顎頭だけを開口方向に回転させても茎突舌筋からは筋電図活動が認められなかった。（図2B）次に第二の実験では、両側顎関節嚢を分離露出後、周囲組織に麻酔薬が遺漏しない様に嚢内に2% Xylocaine 0.2 ml. を注入した。

図2

麻酔薬注入後も顎舌反射は何ら影響を受けず、開口により茎突舌筋に筋電図活動が誘発された。

以上の実験結果は、顎関節の受容器が顎舌反射の主たる感覚受容器ではないことを示している。

次に筋中の感覚受容器、ことにSchoen[24]が推察した咬筋中の伸張受容器の顎舌反射に対する関与の有無を検討するため、顎舌反射に対する咬筋神経切断効果を検索した。図3Aに示した如く、神経切断前、咬筋には咬筋伸張反射による反射性筋電図活動が、また茎突舌筋には顎舌反射時に筋電図活動が認められる。咬筋神経切断後では図3Bに示した如く顎舌反射時に咬筋筋電図活動が消失した。しかし、同側の茎突舌筋の筋電図活動にはほとんど変化が認められなかった。従って、咬筋中の受容器も顎舌反射の誘発にほとんど関与していないといえる。 図3

次に、側頭筋中の伸張受容器の関与を調べ

るため、片側の側頭筋起始を側頭骨付着部より完全に剥離し、下顎を下制したときの両側茎突舌筋の筋電図活動の変化を検討した。図4に示した如く、左側側頭筋を剥離した後開口させると、対側（右側）の茎突舌筋には反射性筋電図活動が認められるのに対し、同側（左側）茎突舌筋では筋電図反応が著明に減少した。　この結果は、顎舌反射に関与する感覚受容器は側頭筋中に存在し、かつこの反射は同側性であることを強く示唆している。　この点を更に確認するため、図5に示す様に下顎骨筋突起を側頭筋付着部より腹側で横切断し、遊離した筋突起を下方に牽引し側頭筋を選択的に伸張させた。　図5は150 gの分銅を遊離した筋突起にかけた場合の同側の茎突舌筋筋電図活動を示す。　この様な筋突起の下方への牽引により茎突舌筋には著明な筋電図活動が認められた。

図4

図5

以上の結果を総合すると側頭筋中に存在する伸張受容器が顎舌反射の誘発に重要な役割

を演じているといえる。

2．顎舌反射に関与する感覚受容器の同定

開口筋中の伸張受容器には、筋紡錘の一次終末、二次終末の他、ゴルジ腱器官がある。[18] これら感覚受容器の内、いずれが顎舌反射に重要な役割を果しているかを検討するため、開口時に誘発される茎突舌筋と側頭筋の筋電図活動を比較した。図6Aに示す様に、台形状の開口を行なうと、茎突舌筋ではほぼ開口の大きさに比例した反射性筋電図活動を示したのに対して、側頭筋は開口時一過性の大きな反応を示し、以後一定の開口位の持続により一定の筋放電を持続した。図6Bは開口度を種々変化させた場合の積分筋放電量（開口後筋放電が定常的になったときの3秒間の放電量）の変化を、最大値を100としてグラフに示したものである。図中，丸・四角・三角はそれぞれ異なる3匹のネコから得られた結果を示す。側頭筋に筋電図活動を誘発する閾

図6

値の開口度は約2度で、以後開口度の増大に伴って筋放電量は直線的に増大した。　約15度の開口度で側頭筋の筋放電量は最高レベルに達し、さらに開口度を増大しても筋放電量にはほとんど変化が認められないか、あるいは僅かに減少した。　一方、茎突舌筋の筋放電量は側頭筋のそれが最大値に近ずく10～13度の開口度付近で発現し始め、以後開口度の増大に伴って直線的に増大した。　この様な開口に対する両筋の放電パターン及び閾値の違いは、これら両筋の反射性活動を誘発する感覚受容器が異ったものであることを示唆している。すなわち、側頭筋の伸張反射には筋紡錘の一次終末が関与している事は明らかであるが[8,15,22,25,26]、顎舌反射に関与する感覚受容器は一次終末より筋伸張に対する閾値が高く、かつ伸張に対して一過性の動的な反応を示さない受容器であることが考えられる。故に、前記二種の反射に関与する受容器の性質の相違を更に知るため、開口時間を延長し

た時の茎突舌筋，及び側頭筋の筋電図活動の順応経過を比較した。（図７）　両筋共に順応の経過は二相、すなわち速順応相と遅順応相に分類できる。　速順応相は茎突舌筋，側頭筋共に等しい時間経過を示し約３分間であったが、遅順応相は茎突舌筋では30分以上も持続するのに比較して、側頭筋では短かく５分以内で反応は極めて小さくなった。　従って、それぞれの反射に関与する受容器はいずれも遅順応性ではあるが、順応の経過には相違があると推察される。

図7

筋中の感覚受容器は振動刺激に対してそれぞれ異なる反応性を示し、また、高頻度の振動刺激により筋紡錘一次終末、すなわち側頭筋の伸張反射の受容器を選択的に興奮させることができる事が明らかになっている[3,4,7]。故に、顎舌反射に関与する受容器の振動刺激に対する反応性を検討するため、下顎骨に種々の頻度で振動刺激を与えたときの茎突舌筋の筋電図活動を記録し、側頭筋のそれと比較

した。　茎突舌筋の筋電図活動は 40～70 Hz の振動刺激に対して最大の反応量を示し（図 8Bb）振動刺激の頻度を上昇させると逆に反応量は減少し、130 Hz 以上の振動刺激に対し茎突舌筋は反応しなかった。　これに対し、側頭筋では 150 Hz 以上の頻度の振動刺激に対しても著明に反応した。 図8

次に、側頭筋神経の中央枝及び後部枝を、100 Hz, 0.01～0.1 msec の矩形波で電気刺激し、茎突舌筋への影響を検討した。　開口により背景電位の増大した条件下では、側頭筋の最も閾値の低い線維の 1.3～1.7 倍（平均 1.5 倍）の強さで茎突舌筋に筋電図活動が生じた（図 9）。　しかし、閉口状態で背景電位の増大のない条件下では、筋電図活動を生じる刺激の強さは閾値の 3 倍であった。　以上の結果より、顎舌反射に関与する受容器の求心線維は G I 及び G II の太さの線維を含むと考えられる。 図9

3. 顎舌反射のオー次求心性神経の投射部位

除脳ネコにおいて小脳を吸引除去し、延髄背側面を露出させ、正中より側方 2.5 mm の位置で中脳縦切断を行なった（図10）。切断はまず右側について、吻側では三叉神経中脳路核吻側端のレベル（a）から尾側に向って、三叉神経運動核の尾側レベル（b）まで切断した。この切断により、顎舌反射による右側茎突舌筋の筋電図活動は、伸張反射による同側の咬筋の筋電図活動と同時に消失した。なおこの切断では、三叉神経中脳路核に入る求心性神経は切断されるが、三叉神経運動核より出る遠心性神経は障害されない。また左側の筋電図活動は不変であることから、切断により動物の全身状態が悪化したことによる反射の消失ではないといえる。次に左側について尾側より吻側に向って同じ2つのレベル（a），（b）間で切断を行なうと、同側の茎突舌筋，咬筋の筋電図活動が消失した。実験終了後作製した組織標本により切断部の深

図10
図11

さを測定した。　三叉神経中脳路核のレベルでは四丘体表面より8mm，また三叉神経運動核のレベルでは5mmであった（図11）。　以上の結果より、顎舌反射の第一次求心性神経は三叉神経中脳路核に入ることが示唆される。

考察

1.顎舌反射に関与する感覚受容器の存在部位.

本実験の結果は、顎舌反射に関与する感覚受容器が主として側頭筋中に存在することを示唆している。また、遊離した顎関節頭を開口方向に回転させても顎舌反射は誘発されず、さらに関節嚢内への麻酔薬注入によっても顎舌反射は何ら影響を受けなかった。従って顎関節の受容器は顎舌反射の誘発にほとんど重要な役割を果していないといえる。Schoen[24]は、ネコにおいて自発的な閉口運動に同期して舌の後退運動が認められる事、及び閉口筋のトーヌスに抗して開口させた時に舌の後退運動が特に著明に認められる事から、閉口筋、特に咬筋中の自己受容器が顎舌反射に関与していると推察している。しかし、本実験で示した様に、咬筋神経を切断しても殆んど茎突舌筋の反射性筋電図活動には変化が認められなかった事から、咬筋中の受容器の関与は殆んどないと結論できる。

Kawamura and Morimoto[14]は、内側翼突筋神経の電気刺激により舌下神経に反応が誘発された事より、内側翼突筋中の感覚受容器が顎舌反射の誘発に関与していることを報告している。本実験では内側翼突筋中の感覚受容器の顎舌反射に対する役割は検討していないが、側頭筋剝離後に開口による茎突舌筋の反射性筋電図活動が著明に減少した事から考えると、この反射には内側翼突筋中の感覚受容器よりも側頭筋中のそれが主要な役割を果していると考えられる。更に、遊離した下顎骨筋突起を下制して側頭筋を選択的に伸張すると、茎突舌筋に反射性筋電図活動が誘発された。

実験結果をも考慮して総合的に検討すれば、顎舌反射の感覚受容器は主として側頭筋中に存在すると結論できる。

2. 顎舌反射に関与する感覚受容器の同定.

顎舌反射時の茎突舌筋筋電図活動と、伸張反射により誘発される側頭筋の筋電図活動と

を比較した場合、表1に示す如き相違が認められた。　すなわち、1)他動的な開口により誘発される茎突舌筋の反射性筋電図活動は、側頭筋の筋電図活動よりも閾値が十分大きい。　2)茎突舌筋の筋電図活動は他動的な台形状の開口に対して開口度に比例した筋放電を示すのに対して、側頭筋のそれは一過性の動的な筋放電を示した。　3)開口を長時間持続させると、側頭筋の活動は茎突舌筋のそれと比較して短時間で順応した。　4)茎突舌筋は130 Hz以下の振動刺激により賦活されるが、側頭筋は150 Hz以上の振動刺激に対しても容易に応答し筋電図活動が誘発された。　5)側頭筋神経を100Hzの矩形波で電気刺激すると茎突舌筋の筋電図活動が誘発されたが、そのときの閾値は側頭筋神経の最も閾値の低い線維の1.3~1.7倍であった。

表1

以上の結果より、顎舌反射に関与する感覚受容器は、側頭筋の伸張反射を誘発する筋紡錘の一次終末とは異っていると考えられる。

従って筋中の自己受容器の中で筋紡錘の二次終末、あるいはゴルジ腱器官が顎舌反射の受容器として働いている可能性が強い。両受容器共に持続的な筋伸張に対して遅順応性であり[21]、振動刺激に対する応答性は一般に一次終末よりも低いと考えられる[4]。また、これらの受容器は一次終末と比較して筋伸張に対する閾値が高い[1,9,10,19,21]。次に両受容器を比較すると下記の点でゴルジ腱器官の方がより顎舌反射の感覚受容器である可能性が高い。すなわち、ゴルジ腱器官の振動刺激に対する応答性は筋が収縮している場合比較的高く、振動数 200 Hz，振幅 100 μm に追従すると報告されている[4]。Jansen and Rudjord[11]は除脳動物においては static 及び dynamic の錘内筋運動ニューロンの自発放電が増加するために筋緊張が増加すると報告している。本実験で使用したのも除脳動物であり、除脳前と比較して口を強く閉じていた。従って、本実験条件下では閉口筋の緊張が増大し、その

結果ゴルジ腱器官の振動刺激に対する応答性が上昇していると考えられる。ゴルジ腱器官からの求心性神経（G Ib）の電気刺激に対する閾値は二次終末からの求心性神経（G II）のそれに比較して低く、一次終末の求心性神経（G Ia）の約1.2～1.8倍である[5,6]。以上のゴルジ腱器官の特性は、本実験で得た顎舌反射の感覚受容器としての条件に適合している。しかし、顎舌反射を誘発する電気刺激閾値は、閉口状態で背景電位の増大のない条件下では約3倍と高くなった。この事実はゴルジ腱器官以外の受容器も顎舌反射の誘発に関与している事を示唆している。従って顎舌反射の感覚受容器は主としてゴルジ腱器官であり、筋紡錘の二次終末も補助的に関与していると考えられる。

咀嚼筋中にゴルジ腱器官が存在していることは、形態学的には Szentágothai[25]が示唆した。また、Kawamura and Hamada[13]はネコの側頭筋よりゴルジ腱器官様の神経終末の存在を報告

した。　最近Lundら[18]は、ネコの側頭筋、咬筋中に筋紡錘と結合した（Dyad arrangement）ゴルジ腱器官が存在すること、及びこの側頭筋中のゴルジ腱器官は下顎骨筋突起付近の筋－腱移行部に分布し、その総数は咬筋中の分布総数の3倍以上であると報告している。　この研究結果は側頭筋中のゴルジ腱器官が顎運動状態の検出に重要な役割を果している事を示唆しているといえよう。

3. 顎舌反射のオー次求心性神経の投射部位.

三叉神経中脳路核の外側，運動核の内側の位置において、中脳路核吻側端と運動核尾側端の間の中脳縦切断により、顎舌反射は咬筋の伸張反射と同時に消失した。　咬筋の伸張反射が中脳路核細胞を一次ニューロンとする単シナプス反射であることは、すでに形態学的にも生理学的にも[2,8,15,20,22,25]　解明されている。　中脳路核への入力線維は脳底の外腹側面から脳内に浸入し、背後側に向い、運

動核の外側面に達し、運動核外背側部を穿通し中脳路核へ至る経路を走行する[16]。一方、三叉神経知覚核、脊髄路核への入力線維の走行経路は、本実験で行なった切断部位より外側又は尾側であり[12]、切断によっても障害を受けていないと考えられる。従って、本実験の切断部位は、三叉神経の求心性線維の入力経路の内で中脳路核への経路のみを切断していると考えられ、顎舌反射の第一次求心性神経は中脳路核に投射していると結論できる。

1) ALNAE, E., JANSEN, J.K.S. and RUDJORD, T. : Fusimotor activity in the spinal cat.: Acta physiol. scand., 63:197-212, 1965.

2) ASTROM, K.E. :On the central course of afferent fibres in the trigeminal, facial, glossopharyngeal, and vagal nerves and their nuclei in the mouse. : Acta physiol. scand., 106:207-329, 1953.

3) BIANCONI, R. and VAN der MEULEN, J.P. : The response to vibration of the end organs of mammalian muscle spindles. : J. Neurophysiol., 26:177-190, 1963.

4) BROWN, M.C., ENGBERG, I., and MATTHEWS, P.B.C. : The relative sensitivity to vibration of muscle receptors of the cat. : J. Physiol.(Lond.), 192: 773-800, 1967.

5) ECCLES, J.C., ECCLES, R.M., and LUNDBERG, A. : Synaptic activations on motoneurons caused by impulses in Golgi tendon organ afferents. : J. Physiol.(Lond.), 138:227-252, 1957.

6) ECCLES, R.M. and LUNDBERG, A. : The synaptic linkage of "Direct" inhibition :Acta physiol. scand., 43:

204-215, 1958.

7) GRANIT, R. and HENATSCH, H.D. : Gamma control of dynamic properties of muscle spindles. : J. Neurophysiol., 19:356-366, 1956.

8) HARRISON, F. and CORBIN, K.K. : The central pathway for the jaw-jerk : Am. J. Physiol., 135:439-445, 1942.

9) HUNT, C.C. : Relation of function to diameter in fibers of muscle nerves. : J. gen. Physiol., 38: 117-131, 1954.

10) HUNT, C.C. and KUFFELER, S.W. : Stretch receptor discharges during muscle contraction. : J.Physiol. (Lond.), 113:295-315, 1951.

11) JANSEN, J.K.S. and RUDJORD, T. : Fusimotor activity in a flexor muscle of the decerebrace cat. :Acta physiol. scand., 63:236-246, 1965.

12) 川村祥介：三叉神経系の形態－知覚核を中心とする線維連絡，神経進歩，18：985－997，1974

13) KAWAMURA, Y. and HAMADA, T. : Studies on morphology

and functions of Golgi tendon organ of masticatory muscle in cat. : Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., 21 (Suppl.) 7-10, 1974.

14) KAWAMURA, Y. and MORIMOTO, T. : Neurophysiological mechanisms related to reflex control of tongue movements, In Oral Sensation and Perseption, Ed.by Bosma, J.F., Vol.4, DHEW (NIH), Bethesda, Md., pp.206-217, 1973.

15) KAWAMURA, Y., TAKATA, M., and KATO, I. : The role of spontaneous firing of the trigeminal motoneuron.: Jap. J. Physiol., 18:7-14, 1968.

16) 窪田金次郎, 柵木利昭：三叉神経中脳路核. 顎運動とそのメカニズム（東京医歯大顎研編), 154－163, 日本歯科評論社, 東京, 1976

17) LOWE, A.A. and SESSLE, B.J. :Tongue activity during respiration, jaw opening, and swallowing in cat. : Can. J. Physiol. Pharmacol., 51:1009-1011, 1973.

18) LUND, J.P., RICHMOND, F.J.R., TOULOUMIS, C., PATRY, Y., and LAMARRE, Y. : The distribution of golgi tendon organs and muscle spindles in masseter

and temporalis muscles of the cat. : Neuroscience, 3:259-270, 1978.

19) LUNDBERG, A. and WINSBURY, G. :Selective adequate activation of large afferents from muscle spindles and golgi tendon organs. : Acta physiol. scand., 49:155-164, 1960.

20) MCINTYRE, A.K. : Afferent limb of the myotatic reflex arc. : Nature, 168-169, 1951.

21) MATTHEWS, B.H.C. : Nerve endings in mammalian muscle. J. Physiol.(Lond.), 78:1-53, 1933.

22) MAY, O. and HORSLEY, V. : The mesencephalic root of the fifth nerve. : Brain, 33:175-203, 1910.

23) MORIMOTO, T. and KAWAMURA, Y. : Properties of tongue and jaw movements elicited by stimulation of the orbital gyrus of cat. : Arch. Oral Biol., 18: 361-372, 1973.

24) SCHOEN, R. : Untersuchungen über Zungen-und Kiefer-reflexe. I.Mitteilung: Der Kieferzungenreflex und andere propriozeptive Reflexe der Zunge und der Kiefermuskulatur. : Arch. Exp.Path.Pharmacol.,

160:29-48, 1931.

25) SZENTÁGOTHAI, J. : Anatomical considerations of monosynaptic reflex arcs. : J. Neurophysiol., 11: 445-454, 1948.

図1．開口により誘発された舌の後退運動。

A; 除脳ネコにおいて開口させると舌尖部を口腔底に向って曲げ、舌根部を隆起した形で舌全体は後退する。

B; 開口により誘発された舌筋の筋電図活動
オトガイ舌筋，茎突舌筋には著明な筋電図活動が認められる。

略号：GENIG.; オトガイ舌筋，STYLG.; 茎突舌筋，HYOG.; 舌骨舌筋，MECHG.; 顎運動，下向きが開口方向を示す。

図2．遊離した関節突起を開口方向に回転させたときの茎突舌筋の筋電図活動

A; 遊離した関節突起を下顎骨と共に回転させた時、茎突舌筋に筋電図活動が発現する。

B; 関節突起だけを回転

図3．咬筋神経切断の顎舌反射に対する影響

A; 切断前

B; 切断後，茎突舌筋筋電図活動に変化はない。

略号； MASS.; 咬筋，他は図1に同じ

図4．左側側頭筋起始を側頭骨付着部より剥離した時の顎舌反射への影響。

A; 剥離前

B; 剥離後、筋剥離により同側茎突舌筋の反射性筋電図活動が消失したが、対側では殆んど変化がない。

略号：図1に同じ，ただしR，Lはそれぞれ右側，左側を示す。

図5．筋突起を下顎骨から遊離し、下方に牽引して側頭筋を選択的に伸張したときの茎突舌筋の筋電図活動。

a; 側頭筋伸張により誘発される茎突舌筋の筋電図活動

b; a の積分値

図6．開口により誘発される茎突舌筋と側頭筋の筋電図活動の比較。

A;開口により誘発された茎突舌筋，側頭筋の筋電図活動とその積分された包絡線の同時記録

B;開口度を変化させたときの筋放電量の比較

丸、四角，三角はそれぞれ異なる3匹の動物より得られた結果を示す。 縦軸；開口後筋放電量が定常的になった3秒間の筋放電量を、最大値を 100 として百分率で示す，　横軸；開口度

略号：TEMPO.；側頭筋，他は図1に同じ

図7．開口位を長時間持続させたときの茎突舌筋，側頭筋筋放電量の順応経過の比較。縦軸；開始時点を 100 としたときの筋放電量の相対値，　横軸；時間経過

図8．振動刺激に対する茎突舌筋，側頭筋の応答追従性の比較

A;茎突舌筋

B;側頭筋

略号： CTL; コントロール

図9．側頭筋神経の電気刺激により誘発された茎突舌筋の筋電図活動の単一筋線維からの記録

a; コントロール

b; 100 Hz, 0.1 msec.閾値の1.5倍の強度の刺激により誘発された茎突舌筋の筋電図活動。

図10．中脳路核への入力を遮断したときの顎舌反射に対する影響。切断はまず右側について左図のaからbに向って行ない、次に同一の動物で左側についてbからaに向って行なった。

A; 切断前

B; 切断後

略号；図11に示す

図11．脳切断部位の組織標本による確認

a; 図10，aの部位における標本

b; 図10, bの部位における標本

左の模式図は右側を反転したものである。

略号：

5ME	;	Mesencephalic trigeminal nucleus
5MN	;	Motor trigeminal nucleus
5PS	;	Principal sensory trigeminal nucleus
5SN	;	Spinal trigeminal nucleus
12MN	;	Hypoglossal nucleus
5N	;	Trigeminal nerve
TV	;	Ventral tegmental nucleus
BP	;	Brachium pontis
BC	;	Brachium conjunctivum
FTG	;	Gigantcellular tegmental field
FTP	;	Paralemniscal tegmental field
NTB	;	Nucleus of the trapezoid body
TB	;	Trapezoid body
PT	;	Pyramidal tract
SC	;	Superior colliculus
IC	;	Inferior colliculus
CP	;	Cerebellar peduncle

表1. 顎舌反射及び側頭筋伸張反射の感覚受容器の各種刺激に対する応答性の比較

ABSTRACT

Tongue was reflexly retracted by passive depression of the mandible in a decerebrate cat. The purpose of this study is to clarify the mechanisms of this "Jaw-Tongue Reflex". Electromyographic activities of jaw closing muscles and of extrinsic tongue muscles were recorded during this reflex. Results obtained were as follows.

1) The styloglossal and the genioglossal muscles were activated by passive depression of the mandible, while the hyoglossal muscle was not.
2) These tongue muscle activities were elicited when the mouth was opened beyond 10°, while activities of the masticatory muscle were induced by only 2° of opening.
3) The Jaw-tongue reflex was not affected by neither masseter nerve sectioning nor anesthetization of the temporomandibular joint capsule.
4) Exfoliation of the temporal muscle from the attachment to the temporal bone greatly reduced tongue muscle activities at the jaw-tongue reflex. Extension of the temporal muscle induced by downward stretch of the isolated coronoid process of the mandible elicited the tongue muscle activities.
5) Repetitive electrical stimulation (100Hz, 0.1msec)

of the temporal nerve activated tongue muscle activities, and the threshold of this activation was between 1.3 and 1.7 times threshold of the temporal nerve.

6) Vibratory stimuli applied to the mandible at a frequency of less than 130Hz were also effective in evoking the jaw-tongue reflex, and most effective frequency of stimulation was 70Hz. However, vibratory frequency more than 130Hz was ineffective and tongue muscle was not activated at all. In contrast, jaw closing muscle were followed to such high frequency vibratory stimuli and activated through tonic vibration reflex.

7) Time course of adaptation to sustained mouth opening was different between tongue muscle activities and those of masticatory muscle. The former sustained their activities longer than the latter.

8) The Jaw-tongue reflex was diminished by rostrocaudal section between the mesencephalic trigeminal nucleus and the motor trigeminal nucleus.

These results indicate that receptors of the Jaw-tongue reflex are mainly located in the temporal muscle. They are not the primary endings of the muscle spindle but probably be the golgi tendon organs. The primary affe-

rent fibers from the receptor are supposed to project to the mesencephalic trigeminal nucleus.

図 1

39

図 2

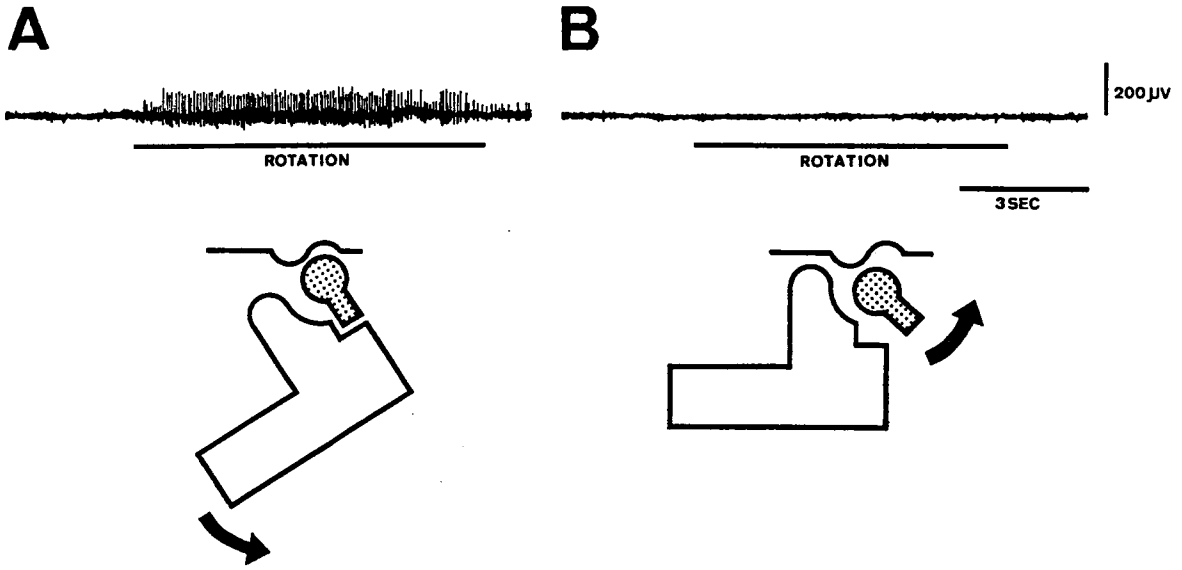
A
B
200μV
ROTATION
ROTATION
3SEC

図 3

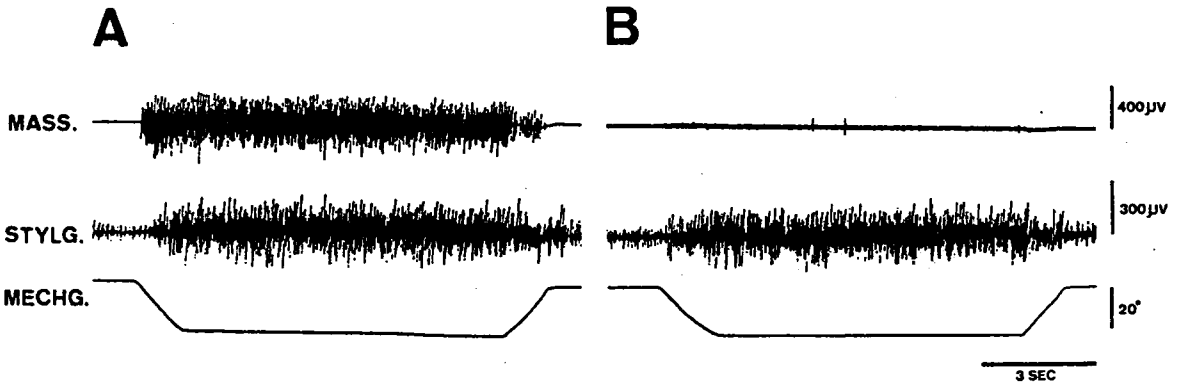
A
B
MASS.
STYLG.
MECHG.
400μV
300μV
20°
3 SEC

図 4

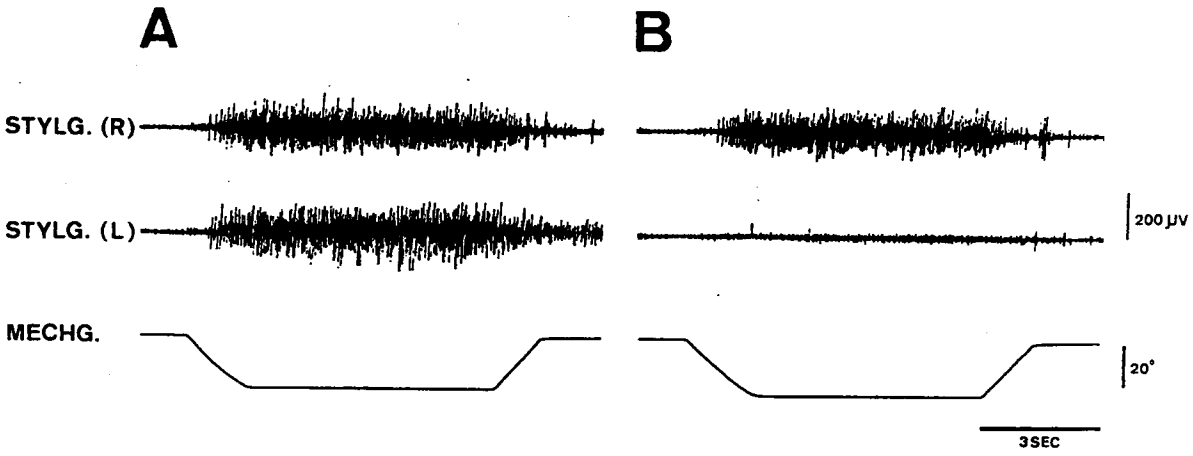

図 5

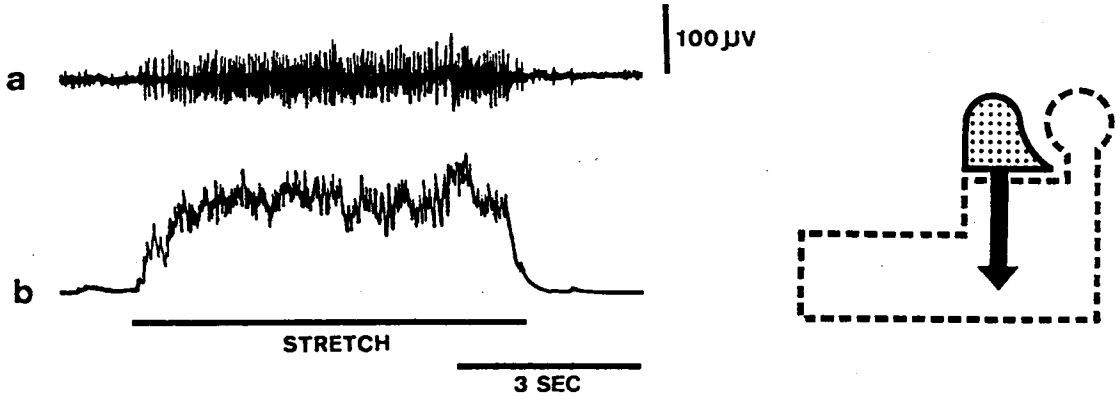

図 6

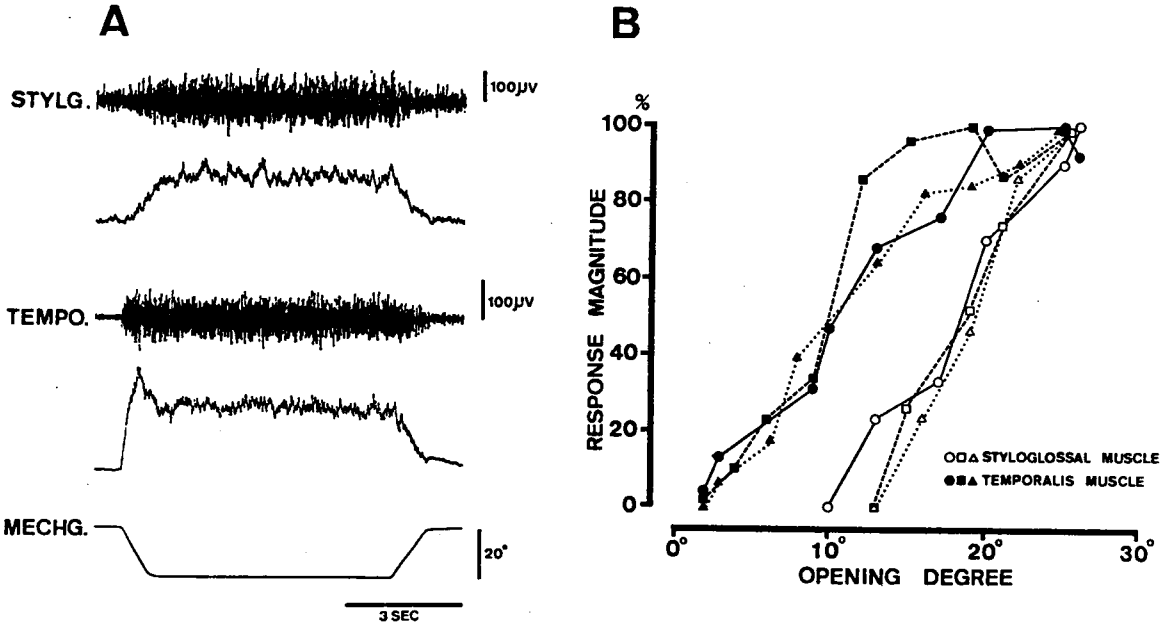
A
STYLG.
100μV
TEMPO.
100μV
MECHG.
20°
3 SEC
B
%
100
80
60
40
20
0
RESPONSE MAGNITUDE
0°
10°
20°
30°
OPENING DEGREE
○□△ STYLOGLOSSAL MUSCLE
●■▲ TEMPORALIS MUSCLE

図 7

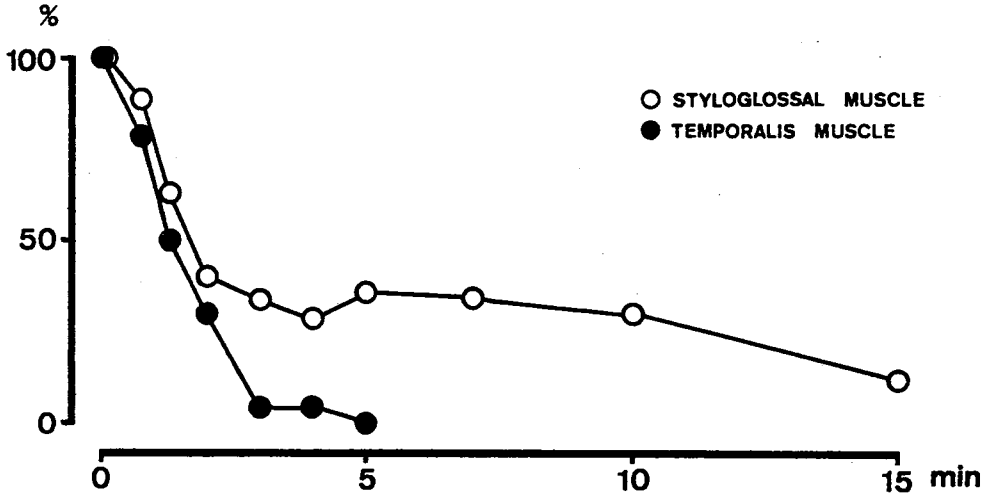
%
100
50
0
0
5
10
15
min
○ STYLOGLOSSAL MUSCLE
● TEMPORALIS MUSCLE

図 8

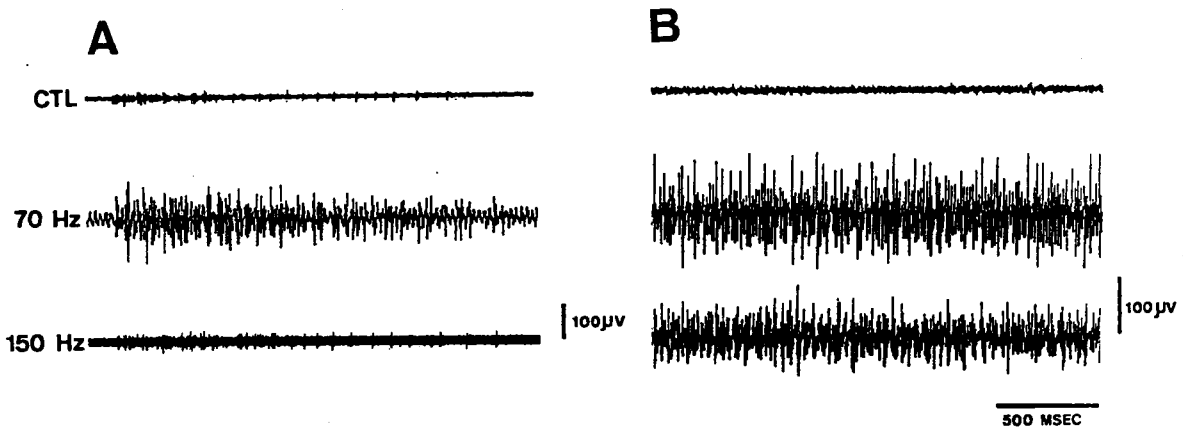

図 9

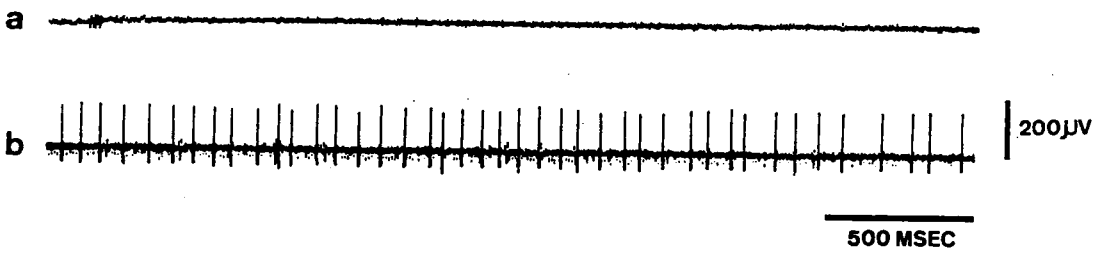

図 10

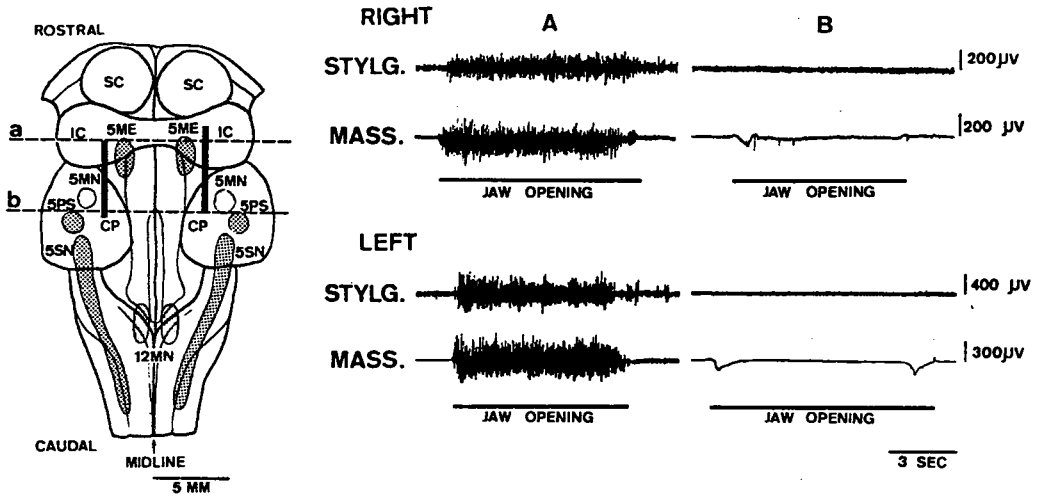
ROSTRAL
SC
SC
a
IC
5ME
5ME
IC
5MN
5MN
b
5PS
5PS
CP
CP
5SN
5SN
12MN
CAUDAL
MIDLINE
5 MM
RIGHT
A
B
STYLG.
200μv
MASS.
200 μv
JAW OPENING
JAW OPENING
LEFT
STYLG.
400 μv
MASS.
300μv
JAW OPENING
JAW OPENING
3 SEC

図 11

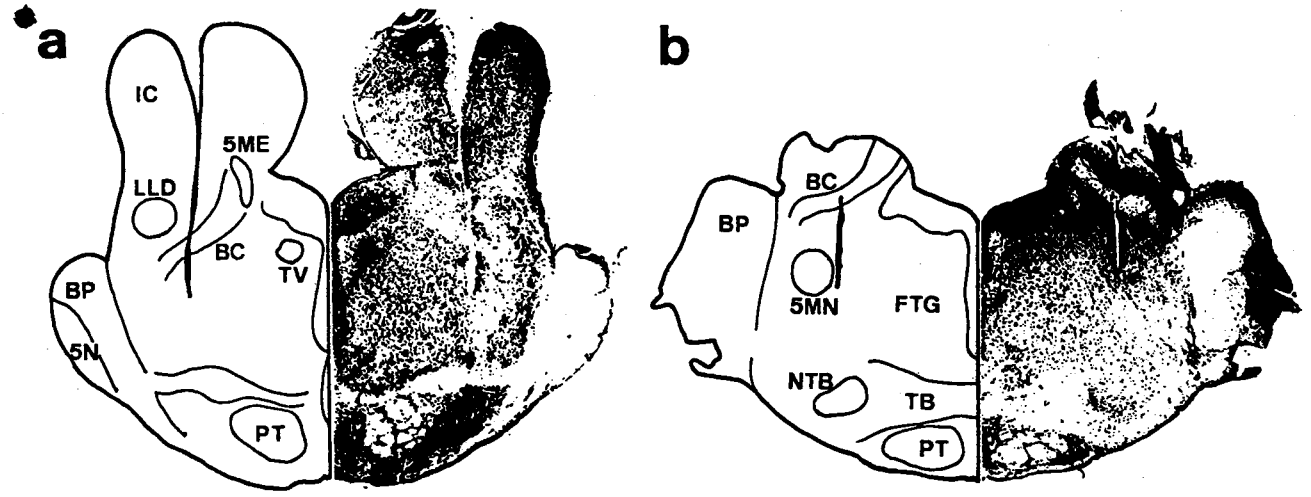
a
IC
5ME
LLD
BC
TV
BP
5N
PT
b
BC
BP
5MN
FTG
NTB
TB
PT

表1

	J. T. R.	S. R. (T.V.R.)*
Threshold; Passive Stretch	High	Low
Response to Ramp Stretch	Static	Dynamic
Adaptation to Sustained Stretch	Very Slow	Slow
Response to Vibratory Stimulation	40-70 Hz	40-200 Hz*
Threshold; Electrical Stimulation	1.4-1.7	1