ラット自由行動下における頬筋, 舌筋, 咬筋活動の筋電図学的研究

井ノ森 巳賀子

九州歯科大学大学院歯学研究科歯科麻酔学専攻 (指導: 西 正勝教授)

九州歯科大学生理学講座 (指導: 中原 敏教授)

平成4年12月22日受理

EMG Activities of Buccinator, Tongue and Masseter Muscles in the Freely-moving Rat

Mikako Inomori

Department of Dental Anesthesiology (Director: Prof. Masakatsu Nishi)

Department of Physiology (Director: Prof. Satoshi Nakahara)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

A Mammal stops sucking and starts chewing in the growing process. Buccinator muscle, which is one of the facial muscles, mainly works during sucking. Masseter muscle, which is one of the masticatory muscles, mainly works during chewing. Tongue muscle works to help sucking and chewing. I studied electromyographically the buccinator, tongue and masseter muscles in freely-moving rats, with a view to finding the characteristics and the relations of those muscles' activities during feeding, grooming, exploring and resting.

Bipolar electromyographic electrodes of 50 μ m (in diameter) stainless steel wire coated with Teflon[®] were placed subcutaneously on the center of buccinator, tongue and masseter muscles, and led to a connector pedestal on the rat's head. EMGs of the buccinator muscle and the tongue muscle were recorded simultaneously, and so were those of the buccinator muscle and the masseter muscle.

The results were as follows;

1. The rhythmical discharges of the buccinator, tongue and masseter muscles appeared during feeding, grooming, exploring and resting.
2. The rhythmical bursts during feeding of the buccinator muscle had relation to that of the tongue muscle, and also to that of the masseter muscle. The cycles of those were about 220 msec in all of them.
3. The time lag of the rhythmical bursts during feeding between the buccinator muscle and the tongue muscle was about 100 msec. That between the buccinator muscle and the masseter muscle was about 10 msec.
4. The duration of the rhythmical bursts during feeding was the longest in the tongue muscle's activities, and was almost the same between the buccinator and the masseter muscle

activities.

5. The integrated EMG activities of the buccinator muscle were almost the same in the cases except resting. The integrated EMG activities of the tongue muscle in grooming and exploring were about half of that in feeding, that in resting, about the one fifth of that in feeding. The integrated EMG activities of the masseter muscle in grooming, exploring and resting was smaller than that in feeding.

Key words : EMG / Buccinator muscle / Tongue muscle / Masseter muscle / Freely-moving rat

緒 言

咀嚼運動は主働筋である咀嚼筋と補助的な役割をもつ顔面筋や舌筋の精妙な協力によって行われるリズムカルな運動である。また、吸啜運動も顔面筋や舌筋を中心とした筋群によってリズムカルに行われる運動である。今日まで咀嚼運動や吸啜運動におけるこれらの咀嚼筋と顔面筋の活動について様々な研究が行われているが、これらの筋のリズムの比較やリズム形成器との関係について論述したものは少ない。

頬筋は顔面筋のひとつであり、吸啜運動においては舌筋と共に主役をなしている。この頬筋は成体で咀嚼時に口腔前庭の食物を移動させる働きを持ち、谷津ら（1988）¹⁾、（1989）²⁾はその筋線維構成から、咀嚼時には他の顔面筋と比べかなり機能負担が高いと報告している。一方、舌は咀嚼運動において食物を上下歯列間に運び³⁾、食塊を歯列弓に保持するという補助的な役割を果たすもので^{4,5)}、いずれも非常に精妙な運動が要求されることから、多数の筋によって構成されている⁶⁻⁸⁾。また、咀嚼運動や吸啜運動における舌運動は、咀嚼筋や顔面筋と同様に末梢からの感覚入力の影響を受けて複雑な運動を行っているものと考えられる⁹⁻¹¹⁾。

本実験では、咀嚼筋の中でも強力な働きをもつ咬筋と補助的に働く舌筋、また顔面筋の一つである頬筋がどのように協調して働くかを調べる目的で、摂食行動を始めとする諸行動時の筋電図を測定し検討した。

研究方法

実験動物には 27 匹の雄性、成体 Wistar 系ラットを用いた。

実験動物は、頬筋と舌筋から筋電図を同時記録する頬筋-舌筋群と、頬筋と咬筋から筋電図を同時記録する頬筋-咬筋群の二群に分けた。

エチルエーテル吸入および 6% 抱水クロラール水溶液（4 ml/kg）腹腔内投与麻酔下で、ラット頭部正中線上に切開線をいれ、頭皮および頭蓋骨骨膜を剥離した。露出した頭蓋骨骨面に電極固定装置を歯科用セメントで接着した。この電極固定装置から、テフロン被覆ステンレス撚り線（裸線径 0.05 mm, コート径 0.225 mm）を皮下に走行させ、先端距離を 1 mm とした双極誘導電極を頬筋と舌筋、および頬筋と咬筋の組み合わせでそれぞれの筋に固定した。

電極の固定位置は、Fig. 1 に示したように頬筋ではその中央部、舌筋では舌尖と舌臼歯間隆起との中点で舌の厚みの中央、咬筋では浅部咬筋中央部で、口角と耳介の下端を結ぶ直線上に眼球外側部より垂線を降ろしたその交点とした。これらの測定部位はいずれも同側とした。

なお、今回顔面筋の代表として頬筋を選んだが、これはラットでは口輪筋の周囲に洞毛を動かす筋が多く、口輪筋以外の筋電図が混入することが予想されたのに対し、頬筋は顔面筋の中でも深層にあり、その中央部であれば他の筋の筋電図が混入しないと考えたからである。また、咬筋と同時記録を行っても、頬筋と浅部咬筋との距離およびこれらの筋間にある頬骨の存在により、頬筋の双極誘導電極では咬筋の筋電図を導出しないと考えたからである。

電極固定後約 1 週間の回復期間をおき、摂食行動、毛づくろい行動、探査行動および安静時の筋電図を頬筋と舌筋、および頬筋と咬筋の組み合わせで同時記録した。なお、探査行動とは、本来動物が新しい場所に置かれた場合、その場所を探るために起こす行動のことであるが、本実験では摂食行動、毛づくろい行動以外でラットがなんらかの行動をしていると観察された場合を探査行動とした。また、ラットの体がほとんど動いていないときを安静時とした。

Fig. 1 Schema of recording electrodes. A connector pedestal is fixed on the rat's head. (1); Experimental group of buccinator muscle and tongue muscle. (2); Experimental group of buccinator muscle and masseter muscle. CP: connector pedestal. EB, ET, EM: bipolar electrodes set to buccinator, tongue and masseter muscles. WT: wire coated with Teflon®. LC: lead cords. B: buccinator muscle. T: tongue muscle. M: masseter muscle.

Fig. 2 Analysis on rhythmical bursts of muscle activities during chewing. 1: cycle. 2: time lag. 3: duration.

筋電図測定は、エチルエーテル吸入麻酔下にラット頭部の電極固定装置にリード線を接続し、床敷きを入れたプラスチック製ケージ（縦 20 cm, 横 35 cm, 高さ 30 cm）に移し、覚醒後、飼育に使用している固形飼料（CE-2, クレア社）と給水瓶を置いて自由に摂取させながら行った。

筋電図は、オシロスコープで増幅した後、データレコーダ（NFR-3000, ソニー社）に保存記録した。保存記録したデータは、サーマルアレイレコーダ（WS-641 G, 日本光電社）を用いて再生記録した。

再生記録した筋電図は各行動ごとにその特徴を分類し、頬筋-舌筋、頬筋-咬筋間の協調関係を検討した。Fig. 2 に示したように摂食行動時の筋電図から、リズムミカルな放電のサイクル、その放電の出現時間のずれ（以後位相差という）、および放電持続時間を測定し、頬筋-舌筋と頬筋-咬筋間の比較を行った。数値の算定にあたっては、各実験群とも 200 個の放電を抜き取って行った。

また、データレコーダの保存記録をミニポリグラフ（RM-6100, 日本光電社）を使用し、積分アンプ（EI-610 G, 日本光電社）で処理後、その積分曲線を摂食行動、探査行動、毛づくろい行動および安静時に分類し、それをもとに筋活動量を比較した。なお比較にあたっては、各行動ごとに連続 5 秒間の積分値を無作為にそれぞれ計 36 か所（計 180 秒間）抜き取り、筋活動量とした。さらに摂食行動時の積分値の平均値を 100 として他の行動時の積分値を換算し、その平均値と標準偏差をもとに比較した。

結 果

I. 筋電図

A. 摂食行動

Fig. 3, 4 は摂食行動時の筋電図の一例である。頬筋-舌筋、および頬筋-咬筋のいずれにも対応したリズムミカルな放電を認めた（図の F 1）。

咀嚼時の筋電図に示した★印のように、切歯部で固形飼料を咬断する際、音が発生した。この切歯部咬断音発生時にはいずれの筋もリズムミカルな放電は消失し、咬筋と舌筋では振幅の小さい放電が発生した。

摂食行動時には頬筋、舌筋、咬筋のいずれの筋電図にも、リズムミカルな放電が多く認められたが、咀嚼終了後にも舌筋、咬筋にはリズムミカルな放電が、頬筋には持続的な放電が認められる場合があった（F 2）。この時ラットは咬合しながらも顔を動かしたり、嗅いだりして

Fig. 3 EMG patterns during feeding.

Star marks ★: the time that the biting sound by incisor has occurred in.

F1 and F2 indicate two types of the EMG pattern.

B: buccinator muscle. T: tongue muscle. M: masseter muscle.

おり, 後述の探査行動時の頬筋の筋電図と似たパターンになっていた。

リズムカルな放電のサイクルは Fig. 5 に示したよう

に頬筋では 221.5 ± 11.1 msec, 舌筋では 220.3 ± 28.9 msec, 咬筋では 222.5 ± 29.8 msec で平均値ではいずれの筋もほぼ同じであった。

Fig. 4 Rhythmical discharge during chewing.

These traces are recorded by hastening the paper speed. Others are the same as Fig. 3.

Fig. 5 Cycle time (mean $\pm$ S. D.) of rhythmical bursts during chewing. Others are the same as Fig. 3.

Fig. 6 にリズムカルな放電の位相差を示す。この位相差は、頬筋-舌筋間では 102.6 ± 31.1 msec と前述のサイクルの約 $1/2$ であった (図の B-T)。頬筋-咬筋間では 11.6 ± 10.6 msec で、ほとんど位相差はなかった (B-M)。

Fig. 7 にリズムカルな放電の持続時間を示す。放電持続時間は、頬筋では 83.3 ± 35.6 msec、舌筋では 120.6 ± 22.2 msec、咬筋では 81.5 ± 27.0 msec で、舌筋がもっとも長かった。

B. 毛づくろい行動

Fig. 6 Time lag (mean $\pm$ S. D.) of rhythmical bursts between one muscle and other muscle during chewing.

B-T: Experimental group of buccinator and tongue muscles. B-M: Experimental group of buccinator and masseter muscles.

Fig. 8 は毛づくろい行動時の筋電図である。毛づくろい行動時には頬筋、舌筋、咬筋にその毛づくろいの箇所により、様々なパターンの筋電図が認められた。手をなめる時には頬筋、舌筋のいずれにもリズムカルな放電が認められた (図の G1)。後肢の毛づくろいでは頬筋に持続的な放電、舌筋にリズムカルな放電が認められた (G2)。また、毛づくろい時に咬筋の放電を認めるこ

とは少なかったが、咀嚼時と異なり頬筋と咬筋にサイクルの異なる放電が認められた (G3)。

C. 探査行動時

Fig. 7 Duration (mean $\pm$ S.D.) of rhythmical bursts during chewing. Others are the same as Fig. 3.

Fig. 9 に探査行動時の筋電図を示す。探査行動時にはその行動の多彩さから様々なパターンの筋電図が発生した。

頬筋には持続的な放電、舌筋にはリズムカルな放電が認められるパターン (図の E1), 頬筋には摂食行動時とは異なる短いサイクルの放電、舌筋には放電が途切れるパターン、咬筋には放電がほとんど認められないパターン (E2), 頬筋には持続的な放電、舌筋と咬筋には放電がほとんど認められないパターン (E3) などがあつた。

D. 安静時

Fig. 10 に安静時の筋電図を示す。ラットがほとんど行動しない場合では頬筋、舌筋、咬筋に放電を認めたケースは少なかったが、頬筋のみにリズムカルで摂食行動時よりサイクルがやや長い放電が認められるパターン (図の R1), 頬筋には R1 と同じような放電が認められる場合に、咬筋に短いサイクルのリズムカルな放電が短時間出現するときには、頬筋にも同じサイクルの放電が同期しているパターン (R2), ラットは眠っているように観察される時に頬筋には持続的な放電が、舌筋に

Fig. 8 EMG patterns during grooming.

G1, G2 and G3 indicate three types of the EMG pattern. Others are the same as Fig. 3.

Fig. 9 EMG patterns during exploring.

E1, E2 and E3 indicate three types of the EMG pattern. Others are the same as Fig. 3.

はリズムカルな放電が認められるパターン (R3), ラットがわずかに顔を動かした時, 頬筋と舌筋に連動した短い放電が単発的に認められるパターン (R4) などがあつた。

II. 積分値

それぞれの筋の摂食行動時の積分値を100とし, 毛づくろい行動, 探査行動, 安静時の筋活動量を比較検討し

た。Fig. 11に種々の行動時の筋活動量の相対値を示す。

A. 摂食行動

頬筋-舌筋群では頬筋で 100 ± 24.4 , 舌筋で 100 ± 16.5 であつた (図のA)。頬筋-咬筋群では頬筋で 100 ± 41.8 , 咬筋で 100 ± 30.8 であつた (B)。

B. 毛づくろい行動

頬筋-舌筋群では頬筋で 97.6 ± 82.6 , 舌筋で $53.8 \pm$

Fig.10 EMG patterns during resting.

R1, R2, R3 and R4 indicate four types of the EMG pattern. Others are the same as Fig. 3.

46.8であった(図のA)。頬筋-咬筋群では頬筋で 100.0 ± 41.0 , 咬筋で 48.8 ± 32.2 であった(B)。毛づくろい時の頬筋の筋活動量は, 摂食行動時とほとんど同じであったが, 咬筋, 舌筋の活動量は約1/2に低下していた。また, その筋活動量はばらつきの大きいものであった。

C. 探査行動

頬筋-舌筋群では頬筋で 107.3 ± 39.0 , 舌筋で 46.2 ± 23.0 であった(図のA)。頬筋-咬筋群では頬筋で 128.0

± 66.2 , 咬筋で 36.2 ± 32.3 であった(B)。探査行動時の頬筋の筋活動量は, 摂食行動時より幾分大きかったが, 舌筋, 咬筋では大きく低下していた。

D. 安静時

頬筋-舌筋群では頬筋で 48.6 ± 20.3 , 舌筋で 22.5 ± 19.0 であった(図のA)。頬筋-咬筋群では頬筋で 30.7 ± 18.6 , 咬筋で 30.8 ± 22.4 であった(B)。安静時の頬筋, 舌筋, 咬筋の筋活動量は摂食行動時より大きく低下していた。

Fig.11 Comparative magnitude (mean $\pm$ S. D.) of the integrated EMGs in three muscles during feeding, grooming, exploring and resting. (A); Experimental group of buccinator muscle and tongue muscle. (B); Experimental group of buccinator muscle and masseter muscle. Each magnitude is showed with the relative value when the magnitude of integrated EMG in each muscle during feeding is indicated as 100%.

考 察

I. 記録方法

本実験においては3つの部位より筋電図を誘導したが各部の筋電図が混入しないことが絶対条件である。その

ため電極を双極誘導とした。また、頬筋と咬筋とは距離があり、間に頬骨もあって隔絶されている。実際の記録を見ても咀嚼時の頬筋から導出した放電は、咬筋のそれより約 10 msec 早期に発生したこと、また咬筋に振幅の大きな放電が発生している時でも頬筋にはそれに対応するような放電は認められなかったことなどから、頬筋の筋電図には咬筋の筋電図は混入していないことが確認された。

II. 種々の行動時の筋電図

咀嚼時に下顎はリズムカルな運動を起こす。このリズム形成については電気生理学的に多くの研究が行われてきた。Sumi (1970)¹²⁾, Dellow ら (1971)¹³⁾, Nakamura ら (1976)¹⁴⁾, 榎本 (1982)¹⁵⁾ は、筋弛緩薬の投与によって動物の非動化を行い末梢からの感覚入力がない状態で皮質咀嚼野を連続電気刺激した場合、咀嚼筋支配運動神経にはリズムカルな遠心性発射が誘発されることなどから、延髄網様体に咀嚼リズム形成器が存在することを明らかにしている。

また、浅原ら (1989)¹⁶⁾ が脳幹の咀嚼リズム形成器部位から顔面神経核運動ニューロンへの投射があることを報告していることから、顔面筋も咀嚼時には咀嚼リズム形成器の支配のもとに活動すると考えられる。

一方、舌運動のリズム形成については、Sahara ら (1983)¹⁷⁾ が咀嚼時のリズムカルな舌運動もリズム形成器によってつくられることを報告している。さらに橋本ら (1985)¹⁸⁾ は舌下神経核に投射するニューロンが延髄網様体に存在することを認め、舌運動のリズム形成器は延髄網様体にあるとしている。

これらのことをもとに、同じリズム形成器に支配されている顔面筋や咀嚼筋、また舌筋がどのように協調して活動をしているかを調べた。

本実験の頬筋-舌筋群、頬筋-咬筋群のいずれでも咀嚼時のリズムカルな放電のサイクルは、各筋で約 220 msec とほぼ一致し、かつその活動は連動していた。これは、咀嚼時には頬筋と舌筋および頬筋と咬筋の間には対応関係があり、これらの筋は同じサイクルで活動し、連動していることがわかった。また、咀嚼時のリズムカルな放電の位相差は、頬筋と舌筋の間で約 100 msec、頬筋と咬筋の間で約 10 msec であった。頬筋と咬筋の間の位相差は咀嚼サイクルの約 1/2 と大きく、頬筋と咬筋の間の位相差は逆に約 1/20 と極めて小さかった。その放電持続時間がいずれの筋でも数 10 msecであることを考慮すると、頬筋と咬筋とではリズムカルな放電はほぼ同期しており、また頬筋と舌筋とでは明らかに位

相差があることがわかる。

前述の報告のように咀嚼時の顔面筋、咀嚼筋、舌筋活動のリズム形成器は延髄網様体に存在することが明らかである。本実験では頬筋と咬筋の活動にはほとんど位相差がなかったのに対し舌筋では大きな位相差が認められた。このことからリズム形成器から顔面神経運動核および三叉神経運動核までの伝達機序と舌下神経運動核までの伝達機序に大きな差異があると考えられる。

咀嚼時のリズムカルな放電の持続時間は頬筋、咬筋で約 80 msec であったのに対し、舌筋では約 120 msec と顕著に長かった。また、舌筋の放電持続時間は咬筋より長いにもかかわらず、両者のサイクルはほとんど変わらなかった。舌筋の放電持続時間が長かったのは、舌が多くの筋束から構築され、とくに内舌筋には上下縦舌筋、横舌筋、垂直舌筋があり、それらが複雑に交叉して^{6,7)}、精妙な運動を行っていることと関係があると考えられる。

Thomas ら (1983)¹⁹⁾ は餌の硬さや大きさによってラット咬筋の咀嚼時のリズムカルな放電持続時間が変化すると述べ、平川ら (1990)²⁰⁾ も摂食時の放電持続時間の変化は食塊の粉碎による飼料の性状の変化によるものであるとしている。本実験ではこのことが関係してリズムカルな放電の持続時間の標準偏差が大きくなったものと考えられる。

切歯部咬断音時にみられる筋電図の特徴として頬筋にリズムカルでない放電が、舌筋と咬筋には振幅の小さな放電が認められた。これらの放電はかじった飼料は顎と舌の協調した運動で臼歯へ送られると Weijes (1975)³⁾ が報告しているように、かじり取った食物を臼歯部に運び、保持することに関係していると考えられる。

一連の摂食行動の中では咀嚼終了後の筋電図にも頬筋には持続的な放電が、舌筋、咬筋にはリズムカルな放電が発生する特徴が認められた。この筋電図のパターンは口を動かし、咬合している時に顔を動かしたり周りを嗅いだり、次の餌を探ったりしていた場合に認められた。この時、ラットは口腔内では食物残渣を移動させているのではないかと考える。

毛づくろい時の筋電図は毛づくろいの場所により種々のパターンが認められた。

毛づくろい時に認められるリズムカルな放電については、一定のサイクルを有する放電が長く続かなかったため本実験ではサイクルの測定を行わなかった。しかし、そのサイクルは咀嚼時のものとは異なっていたようである。

探查行動は毛づくろい以上に多彩な行動であるため、種々のパターンがあり、これを分類することは容易ではなかった。そこで細かく分類することを避け、大きく 3 つのパターンに分けた。すなわち、頬筋には持続的な放電、舌筋にはリズムカルな放電が認められるパターン、頬筋には摂食行動時とは異なる短いサイクルの放電、舌筋と咬筋には放電がほとんど認められないパターン、頬筋には持続的な放電、舌筋と咬筋には放電がほとんど認められないパターンである。このうち、頬筋にリズムカルな放電が認められる時では、ラットは匂い行動をしているように観察された。

安静時にも筋電図が記録されたが時間的にはかなり短かった。しかし、ラットが眠っているように観察される時にも時間的には短くとも頬筋、舌筋に筋活動が認められ、頬筋、舌筋は安静時にもしばしば活動することがわかった。これは、安静時にはほとんど働かない咬筋とは異なっていた。

III. 積分値

筋電図の積分値から算定された筋活動量は頬筋では、摂食行動時を 100 とすると、毛づくろい行動時はほとんど変わらず、探查行動時は増加傾向を示し、安静時は顕著に減少した。舌筋と咬筋では、摂食行動時を 100 とすると、毛づくろい行動、探查行動時、安静時とともに減少した。

摂食行動時には頬筋、舌筋、咬筋のいずれも筋活動量が大きかった。安静時では頬筋、舌筋、咬筋はいずれも摂食行動時より筋活動量が減少した。また、毛づくろい行動、探查行動では頬筋は舌筋、咬筋と異なる傾向を示した。すなわち、頬筋は毛づくろい行動、探查行動時にも筋活動量が大きく、摂食行動時と同じか、少し増加していたが、舌筋、咬筋では約 1/2 に減少していた。

舌筋が種々な働きや複雑な動きをすることは広く知られているが、このことは前述の筋電図パターンにもよく表われている。しかしながら、舌筋の筋活動量はやはり摂食行動時に大きかった。一方、咬筋は安静時を除き、種々の行動で筋活動量に差はないことがわかった。

結 論

本実験は顔面筋である頬筋、咀嚼時に主動的役割を果たす咬筋、咀嚼時に食物を歯列間に運ぶ舌筋の各行動時の筋活動の特徴、およびそれぞれの筋活動がどのような関係にあるかを調べた。その結果を要約すると以下のようである。

1) 摂食行動、毛づくろい行動、探查行動および安静

時において頬筋、舌筋、咬筋のいずれにもリズムカルな筋活動が認められた。

2) 摂食行動時には頬筋と舌筋、および頬筋と咬筋にはそれぞれ連動したリズムカルな放電が認められた。この放電サイクルは頬筋、舌筋、咬筋ともに約 220 msec でほぼ一致していた。

3) 摂食行動時のリズムカルな放電は頬筋と舌筋では咀嚼サイクルの約 1/2 に相当する、約 100 msec のずれがあった。一方、頬筋と咬筋の間のずれは約 10 msec でほぼ同期していることがわかった。

4) 咀嚼時のリズムカルな放電の持続時間は舌筋でもっとも長く、頬筋と咬筋ではほとんど同じであった。

5) 頬筋の筋活動量は摂食行動、毛づくろい行動、探査行動ではほとんど変わらず、安静時ではそれらの行動時の約 1/2 に減少した。舌筋では摂食行動時に比べ、毛づくろい行動、探査行動時では約 1/2、安静時では約 1/5 に減少した。咬筋の筋活動量は毛づくろい行動、探査行動、安静時では摂食行動時より減少した。

以上のことから、1) 頬筋と咬筋、舌筋の活動には時間的な差異があることから、リズム形成器からの伝達機構に大きな差異があると考えられる。2) 咬筋と舌筋は摂食行動時に筋活動量が特に大きいのに対し、頬筋は安静時以外の諸行動時にも筋活動量にほとんど差異がなく、種々の行動に参加していることがわかった。

稿を終えるにあたり、本研究に終始御懇切なる御指導と御校閲を賜った恩師、西 正勝教授ならびに九州歯科大学生理学講座中原 敏教授に対し、深甚なる感謝の意を表するとともに、数多くの御教示をいただきました九州歯科大学生理学講座平川輝行博士に感謝致します。また、終始ご協力いただきました歯科麻酔学講座および生理学講座の皆様は厚く御礼申し上げます。最後に、終始種々の面で私を支えて下さいました方々に感謝致します。

なお本論文の要旨の一部は、第 34 回歯科基礎医学会総会（平成 4 年 10 月 14、15 日）において発表した。

引用文献

- 1) 谷津利夫, 佐藤 享: ヒト頬筋の解剖学的研究 1. 肉眼的観察. 歯学 76 (3): 516-517, 1988.
- 2) 谷津利夫, 佐藤 巖, 佐藤 享: ヒト頬筋の解剖学的研究—筋線維構成による解析. 解剖学雑誌 64 (4): 386, 1989.
- 3) Weijes, W. A.: Mandibular movement of the albino rat during feeding. J. Morph. 145: 107-124, 1975.

- 4) 戸村善明: X 線テレビ映画法による咀嚼時の舌運動について 1. 矢状方向からの観察. 歯科学報 79 (12): 2271-2303, 1979.
- 5) 戸村善明: X 線テレビ映画法による咀嚼時の舌運動について 2. 前額方向からの観察. 歯科学報 80 (1): 33-51, 1980.
- 6) 河村洋二郎: 新編口腔生理学上巻. 永末書店, 京都, 1956, 100-104, 190-121.
- 7) 上條雍彦: 小口腔解剖学. アナトーム社, 東京, 1962, 66-71.
- 8) 窪田金次郎: 解剖学入門—咀嚼システム解明への道. 日本歯科評論社, 東京, 1988, 50-66.
- 9) 成田紀之: 顎・舌運動制御にかかわる咀嚼筋および舌筋固有受容感覚ニューロンの中枢分布—第 I 報. 咀嚼筋固有受容感覚ニューロンの分布—. 口病誌 54 (2): 365-386, 1987.
- 10) 成田紀之: 顎・舌運動制御にかかわる咀嚼筋および舌筋固有受容感覚ニューロンの中枢分布—第 II 報. 舌筋固有受容感覚ニューロンの分布—. 口病誌 54 (2): 387-403, 1987.
- 11) Hutson, K. A. and Masterton, R. B.: The sensory contribution of a single vibrissa's cortical barrel. J. Neurophys. 56 (4): 1196-1223, 1986.
- 12) Sumi, T.: Activity single hypoglossal fibers during cortically induced swallowing and chewing in rabbits. Pflügers Arch. 314: 329-346, 1970.
- 13) Dellow, P. G. and Lund, J. P.: Evidence for central timing of rhythmical mastication. J. Physiol. 215: 1-13, 1971.
- 14) Nakamura, Y., Kubo, Y., Nozaki, S. and Takagi, M.: Cortically induced masticatory rhythm and its modification by tonic peripheral inputs in immobilized cats. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ. 23: 101-107, 1976.
- 15) 榎本純男: 大脳皮質による咀嚼リズムの中枢性形成における内側延髄網様体ニューロンの役割. 口病誌 49: 18-30, 1982.
- 16) 浅原俊弘, 西村嘉洋, 田中 任: ネコの咀嚼リズム形成部位により顔面神経核運動ニューロンに対する投射様式. 三重医学 32: 437-442, 1989.
- 17) Sahara, Y., Katoh, M. and Nakamura, Y.: Nature of cortically induced masticatory activity of hypoglossal motoneurons in cats. J. Physiol. Soc. Japan, 45 (8): 428, 1983.
- 18) 橋本信行, 佐原資謹, 中村嘉男: 舌下神経核に投射する延髄網様体ニューロンの皮質咀嚼野連続刺激に対する応答様式. 歯基礎誌 27 (補冊): 166, 1985.
- 19) Thomas, N. R. and Peyton, S. C.: An electromyographic study of mastication in the freely-moving rat. Arch Oral Biol. 28 (10): 939-945, 1983.
- 20) 平川輝行, 本田栄子, 原 巖, 中村修一, 中原 敏: ラットの顎運動を伴う日常行動の筋電図学的研究. 九州歯会誌 44 (5): 788-804, 1990.