



Title	鼻咽腔閉鎖運動とその運動神経との関連性に関する研究
Author(s)	西尾, 順太郎
Citation	大阪大学, 1975, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/31150">https://hdl.handle.net/11094/31150</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 論文目録

報告番号

甲第 1783 号

氏名

西尾順太郎

## 主論文

題名

『鼻咽腔閉鎖運動とその運動神経系との  
関連性に関する研究』

原稿 38 枚

## 参考論文

○ Fiberscope による鼻咽腔閉鎖誘導法と  
その成績について

日本口腔外科学雑誌 20 巻 5 号 (昭和 49 年)

(印刷中)

山岡ら 3 名と共著

○ 口腔領域における遊離植皮術の予技

昭和 48 年 41 巻 6 号 1002-1006

下里常弘と共著

主論文

鼻咽喉閉鎖運動と其の運動神経との関  
連性に関する研究

大阪大学大学院歯学研究科  
歯学臨床系口腔外科学(第一)

西尾 順太郎

## I. 緒言

人の音声の発生に関与する器官は調音体と呼ばれている。口唇、舌、歯牙等と同様に軟口蓋も非常に重要な調音体の一つである。しかし、口蓋裂患者では軟口蓋の器質的欠損のために、軟口蓋が調音体として充分に働かないことは明らかなことである。

このような状況に対し、我々は形成手術を施し器質的欠損の回復をはかるが、器質的修復が機能的回復へ導かれるまで、すなわち、調音体としての働きを獲得するまでには多くの問題を含んでいる。例えば、低年齢層で手術された軟口蓋は比較的容易に機能的回復に結びつくのに対し、高年齢層のそれは容易には機能的回復に導かれないのが現況であり、これが現在の口蓋裂治療に残された大きな問題点となっている。

これらの諸問題を解決するうえで、鼻咽腔閉鎖運動の生理的機構の究明、とりわけ鼻咽腔閉鎖関連筋の末梢運動神経支配の仕組みを解

明することが重要な課題の一つである。

さて、鼻咽腔閉鎖関連筋の運動神経支配に関する文献を通覧するに、口蓋帆張筋は三叉神経支配<sup>1-4)</sup>であり、口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋は舌咽神経、迷走神経により支配を受けるとされている<sup>4, 5)</sup>。しかし、Moritz (1939)<sup>6)</sup>らは顔面神経麻痺における軟口蓋麻痺の併発から臨床的に顔面神経の関与をも推測し、一方、Cords (1910)<sup>7)</sup>らの解剖学的研究では顔面神経の関与が否定されている。このように鼻咽腔閉鎖関連筋の運動神経支配、とくに顔面神経の関与の有無に関して古くから種々論議されてきたものの詳細な追求は未だなされていない現況である。

著者は赤先猿を用いて、末梢神経刺激実験による誘発筋電図により神経支配を追求し、さらに神経刺激時の鼻咽腔運動の様相をFiber-scope<sup>8)</sup>による観察で究明し興味ある知見が得られたのでここに報告する。

## II. 実験 1:

末梢神経刺激時の鼻咽腔閉鎖関連筋における誘発筋放電について

### 1) 実験方法 (図 1)

実験には鼻咽腔形態がヒトに類似した、すなわち craniovertebral angle の大きさがヒトに近い赤先猿 20 匹 (体重 3.0-5.0kg) を用いた。ネンブタール (pentobarbital sodium 35 mg/kg, i.v.) 麻酔下で気管切開後、人工呼吸器に接続した。頭部を東大脳研型脳定位固定装置に固定後、後頭骨除去ののち硬膜を切開し小脳を露出させ、小脳の一部を吸引除去した。そして側頭骨錐体後下面における顔面神経、舌咽神経、迷走神経、副神経の各神経を橋より出た部位で露出させた。各神経の中樞端切断後、末梢端に双極白金電極 (直径約 200 $\mu$ ) を挿着し、定電圧電子管刺激装置 (日本光電製 MSE-3) にてパルス中 0.5msec の単一矩形波刺激を行った。尚、刺激時の電流痛減防止のため、刺激電極と神経束の周囲をワセリンで塗した綿花で被覆

した。

鼻咽腔閉鎖関連筋の運動神経支配の追求には誘発筋電図を用い、いわゆる M 波<sup>10)</sup>の出現の有無を観察した。記録電極を口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋の三筋を目標に教室の三村<sup>11)</sup>の方法に従い直径  $100\mu$  のエナメル絶縁銅線の先端  $1\text{mm}$  を絶縁剥離した部が当該筋に埋入されるよう設置し、極間距離  $2\text{mm}$  の双極誘導を行い、CR-5 段増中器を介し、2 素子陰極線オシロスコープ（日本光電製 VC-7）にて観察し、連続撮影装置にて適宜撮影記録した。尚、記録電極は先端抵抗値が生理食塩水中で  $10 \pm 1 \text{ k}\Omega$  になるよう絶縁剥離したものを用いた。鼻咽腔閉鎖関連筋への電極設置にあたっては、予め屍体動物にて各々の筋の位置を確認し、図 2 の如く、口蓋帆挙筋は翼突鉤の内方  $2-3 \text{ mm}$  から後上方へ約  $1 \text{ cm}$  刺入し、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋は各々口蓋垂、咽頭後壁を目標に刺入した。また鼻咽腔以外に、顔面表情筋である口輪筋にも同種の記録電極を設

置し、実験終了後各記録電極の位置を確認した。

刺激により生じた誘発筋放電の振中及び潜伏時の測定は、図1に示した如く stimulus artifact から最初の波形が出現するまでの時間を潜伏時とし、その波形の振中を誘発筋放電の振中とした。

## 2) 実験結果

### a) 顔面神経刺激時の誘発筋電図所見について

側頭骨錐体後下面部で顔面神経を刺激すると、同側の口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋および口輪筋からの誘発筋放電を認めた(図3, 図5-A)。顔面神経刺激時、例えば口蓋垂筋では図4のように、閾値電圧より少し高い電圧で反応は最大となり、それ以上電圧を増大しても、反応には変化が見られなかった。

従って、極大刺激時における誘発筋放電の



振中は、口蓋帆挙筋では  $130 \sim 330 \mu V$ 、口蓋垂筋では  $140 \sim 340 \mu V$ 、上咽頭収縮筋では  $80 \sim 260 \mu V$  であった。一方、潜伏時は表 I のように刺激電圧増大に伴って短くなり、極大刺激で最小となった。極大刺激時に各々  $1.6 \sim 1.9 \text{ msec}$ 、 $2.1 \sim 2.3 \text{ msec}$ 、 $1.7 \sim 1.9 \text{ msec}$  であった。

軟口蓋筋（口蓋垂筋）と顔面表情筋である口輪筋との極大刺激時の誘発筋放電の振中を比較すると、後者は前者の約 2 倍で前者は約  $140 \sim 340 \mu V$  と、軟口蓋筋の反応が顔面表情筋よりも低いことが認められた（図 5-A, B）。

一方、顔面神経の経路確認のため茎乳突孔下部で顔面神経の主幹を露出し、中枢端切断後、末梢側の刺激を行ったが、図 5-C の如く鼻咽腔閉鎖関連筋からの誘発筋放電は得られなかった。

b) 舌咽神経刺激時の誘発筋電図所見について

舌咽神経の刺激では、前述の顔面神経刺激

時と同様に同側の鼻咽腔閉鎖関連筋から約2 msec 前後の潜時で誘発筋放電の出現を認めた(図6)。極大刺激時の誘発筋放電の振巾は、口蓋帆挙筋で400~600  $\mu V$ 、口蓋垂筋で270~440  $\mu V$ 、上咽頭収縮筋では390~430  $\mu V$ であった。極大刺激時の潜時は口蓋帆挙筋で2.1~2.3 msec、口蓋垂筋で2.3~2.5 msec、上咽頭収縮筋で1.9~2.7 msecであった。

### c) 迷走神経刺激時の誘発筋電図所見について

迷走神経刺激時の場合、前二者と同様に、同側の口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋から誘発筋放電の出現を認めた(図7)。極大刺激時における誘発筋放電の振巾は、口蓋帆挙筋で690~900  $\mu V$ 、口蓋垂筋で700~1100  $\mu V$ 、上咽頭収縮筋で650~870  $\mu V$ であり、一方、極大刺激時の潜時は各々2.7~2.9 msec、2.3~2.9 msec、1.9~2.1 msecであった。

d) 副神経刺激時の誘発筋電図所見について  
 図8に示した如く，副神経刺激時には同側の口蓋帆挙筋，口蓋垂筋，上咽頭収縮筋からの誘発筋放電は認められなかった。

### 3) 小括

顔面神経，舌咽神経および迷走神経の電気刺激時に同側の口蓋帆挙筋，口蓋垂筋，上咽頭収縮筋から極大刺激で約  $1.6 \sim 2.9 \text{ msec}$  の潜時間で誘発筋放電の出現を認めた。これは潜時から見て，いわゆるM波に相当するものと考えられる。極大刺激時の誘発筋放電の振中と比較すると，表2に示したように各筋とも顔面神経，舌咽神経，迷走神経刺激の順に振中の増大を認め，一方，潜時は表3の如く顔面神経刺激時が最も短く，舌咽，迷走神経刺激の順に長くなるのが観察された。

以上，誘発筋電図法により顔面神経，舌咽神経，迷走神経刺激時に同側の鼻咽腔閉鎖関連筋からM波の出現を認め，一方，副神経刺

激時には誘発筋放電が観察されなかったことから、鼻咽腔閉鎖関連筋の運動は顔面神経、舌咽神経、迷走神経により支配を受け、副神経支配のないことが明らかになった。

### Ⅲ. 実験 3:

末梢神経刺激時の鼻咽腔運動の様相について (Fiberscope による観察)

#### 1) 実験方法 (図 9)

実験 1 と同様にエソブタール麻酔下で側頭骨錐体後下面で各神経を露出させた赤毛猿 (体重 3.0-5.0 kg) 15 匹を用いた。実験 1 の結果に基づき、顔面神経、舌咽神経、迷走神経の各々単独神経刺激時の鼻咽腔運動を Fiberscope (NPF, オリシパス光学) にて観察し、刺激条件と閉鎖度との関連、鼻咽腔閉鎖運動様式を検討した。

9)  
Fiberscope は山岡の方法に従い、外鼻孔から挿入し鼻咽腔上部まで達せしめ、鼻咽腔開放部の中央部に喉頭蓋を鳥瞰できるように scope

の尖端を固定した。刺激はパルス中を  $0.5 \text{ msec}$  に一定にして、刺激電圧と刺激頻度を種々変化せしめた。すなわち、電圧を  $10 \text{ V}$  に一定に頻度を  $1-80 \text{ Hz}$  まで変化する実験と、頻度を  $40 \text{ Hz}$  に一定に電圧を  $2-18 \text{ V}$  に変化する実験を行った。鼻咽腔の運動量は安静より  $30\%$  縮小するのを "slight movement"、 $30\%-60\%$  を "moderate movement"、 $60\%$  以上で完全閉鎖に至らないものを "marked movement"、完全閉鎖を生じる時を "complete" の4段階に分類した(図10)。

また鼻咽腔閉鎖運動に関与する顔面神経、舌咽神経、迷走神経が末梢レベルで互いに鼻咽腔運動に如何に影響を及ぼすかを検討するために、各神経の複合刺激(顔面神経-舌咽神経、舌咽神経-迷走神経、迷走神経-顔面神経)を行い、その鼻咽腔運動の様相を Fiber-scope にて観察した。

## 2) 実験結果

### a) 顔面神経刺激時の鼻咽腔運動の様相につ

いて

先ず刺激電圧10V一定に、顔面神経の片側刺激で刺激頻度を徐々に増大すると、図11-Aの如く10Hz以下の低頻度刺激では鼻咽腔は刺激に応じてわずかに間代性の閉鎖様運動を呈するに過ぎないが、刺激頻度増大に伴いその運動量に増加を認め、20Hzでは"slight movement"を呈し、70-80Hzで最大運動に達した。しかし、片側刺激では鼻咽腔の完全閉鎖は生じず、"marked movement"にとどまるに過ぎない。

一方、刺激電圧一定時に顔面神経の両側刺激を行うと図11-Bのように、明らかに片側神経刺激時よりも閉鎖度の増大を認めた。刺激頻度増大に伴い閉鎖度は増強され、大半は"marked movement"を呈し、一部完全閉鎖に至るものも観察された。

次に刺激頻度を40Hz一定に刺激電圧のみ変化させた。片側刺激例では2-4vでわずかに閉鎖様運動を呈し、電圧増大に伴い閉鎖度は増強された。約16v前後で最大運動に達するも

ものの、完全閉鎖には至らなかった。両側刺激になると、片側刺激よりも運動量は増大し、一部完全閉鎖を生じるものも認められたが、大半は"marked movement"にとどまるに過ぎなかった(図12)

刺激頻度一定時の電圧上昇に対する閉鎖度の変化(運動量の変化)は表4に示した。

顔面神経刺激時は鼻咽腔の広い部が挙上して閉鎖弁を形成する様式ではなく、上咽頭部の一部の平面的な閉鎖様式をとるのが観察された。

b) 舌咽神経刺激時の鼻咽腔運動の様相について

刺激電圧を 10v 一定に刺激頻度のみ変化させると、片側刺激例では 10Hz 以下の低頻度刺激で鼻咽腔は刺激に応じてわずかに固代性の閉鎖様運動を呈し、10Hz 以上になると図13-Aのように明らかに顔面神経刺激時よりも閉鎖度が増大し、60-70Hz で "marked movement" を呈し最

大運動に達するのが観察された。しかし、顔面神経刺激時と同様に舌咽神経の片側刺激では鼻咽腔の完全閉鎖には至らなかった。

一方、両側刺激例(図13-B)では片側刺激時よりもその運動は一層著明になるのが観察された。

次に刺激頻度を 40Hz 一定にして、刺激電圧を変化させると図14-Aのように片側刺激例では 2-4v で "slight movement" を呈し、刺激電圧増大に伴い閉鎖度は増強され、約 16v で "marked movement" に達した。両側刺激例では片側刺激例よりも運動は著明で、16v で完全閉鎖を生じた。すなわち、両側刺激により片側刺激では見られなかった完全閉鎖が認められた(図14-B)。

刺激頻度 40Hz 一定時の電圧変化に対する閉鎖度の変化(運動量の変化)は表5に示した。

舌咽神経刺激時は鼻咽腔の全周壁から挙上して閉鎖弁を形成する閉鎖様式をとるのが観



察された。

c) 迷走神経刺激時の鼻咽腔運動の様相について

刺激電圧  $10v$  一定に刺激頻度のみ変化させると、片側刺激例では  $10Hz$  以下の低頻度刺激においても前述の顔面神経、舌咽神経刺激時よりも運動量は増加し、刺激に応じた間代性の閉鎖様運動を呈するのが観察された。刺激頻度増大に伴い図15-Aの如く迷走神経刺激時の場合は片側刺激でも鼻咽腔が完全閉鎖を呈するのが認められた。

両側刺激例では一層運動量が増加し、 $30-40Hz$  で完全閉鎖に至るのが観察された(図15-B)。

一方、刺激頻度を  $40Hz$  一定に刺激電圧のみ変化させると、片側刺激例では  $12v$  で完全閉鎖に達し、両側刺激例では  $8v$  で完全閉鎖に至るのが観察された(図16)。

刺激頻度一定時の電圧変化に対する閉鎖度

の変化(運動量の変化)は表6に示した。

迷走神経刺激時は、鼻咽腔全周壁からトス状に拳上する閉鎖弁を形成する閉鎖様式をとるのが観察された。

### a) 複合神経刺激による鼻咽腔運動の様相について

先ず顔面神経と舌咽神経の複合神経刺激を行つた。刺激は舌咽神経刺激で完全閉鎖を生じない条件(50Hz, 6v)のもとに、顔面神経の刺激条件を種々変化せしめた。その結果、図17に示すように顔面神経—舌咽神経の複合神経刺激の所見は各々単独神経刺激時の所見と比較して鼻咽腔閉鎖へは殆ど影響(運動量の相加)を認めなかった。しかし、複合神経刺激になると閉鎖形態が“two-fold”の状態を呈するのが観察された。すなわち、舌咽神経刺激時と顔面神経刺激時では鼻咽腔の上下的な運動部位が異なり、顔面神経刺激時の方が上位で閉鎖弁を形成するものである。

顔面神経と迷走神経の複合神経刺激では、  
単独神経刺激時に比較して閉鎖度への影響は  
観察されず、閉鎖部位の相違を認めた(図18  
- A)。

一方、舌咽神経と迷走神経の複合神経刺激  
も前述と同様の方法で刺激条件を種々変化せ  
しめたが図18-Bのように閉鎖度に殆ど影響  
は見られなかった。

このように複合神経刺激により、閉鎖度へ  
の影響がなく、運動部位に相違を認めるもの  
が実験結果の大半を占めた。

しかし、中には個体により複合神経刺激時  
に単独神経刺激時と比較して、明らかに運動  
量の相加がなされる場合も観察された。すな  
わち、図19の如く顔面神経と舌咽神経の複合  
神経刺激により運動量の相加という所見が得  
られた。同様に図20の如く、舌咽神経—迷走  
神経、迷走神経—顔面神経の複合神経刺激に  
よって閉鎖度が増強される場合も認められた。

## 3) 小括

各神経刺激時の鼻咽腔運動様式は、迷走神経刺激時は鼻咽腔全周壁からトス状に挙上する閉鎖弁を形成する様式であるのに対し、顔面神経刺激時には上咽頭部の平面的な閉鎖様式をとるのが観察された。一方、舌咽神経刺激時は迷走神経刺激時より運動量は少ないものの運動様式は比較的迷走神経刺激時に類似していた。

顔面神経、舌咽神経、迷走神経の単独電気刺激による鼻咽腔運動への影響は、両側刺激では完全閉鎖を認めるが、片側刺激では迷走神経にのみ完全閉鎖を認め、他では観察されなかった。閉鎖度の変化に対し、表7. のように、顔面神経、舌咽神経、迷走神経刺激の順に閉鎖度が増強されることが観察された。

複合神経刺激(顔面-舌咽、舌咽-迷走、迷走-顔面)による閉鎖度への影響は、大半の実験において運動量の相加がなく、閉鎖部

位の上下的な相違を認めたが、中には個体により複合神経刺激で運動量の相加がなされる場合も観察された。

#### IV. 考察

##### 1) 実験方法について

軟口蓋筋および咽頭筋の運動神経支配に関して、古くから種々論議されてきた。<sup>12-14)</sup> そのなかで口蓋帆張筋が三叉神経支配であることは、Turner (1889)<sup>1)</sup>, Réthi (1893)<sup>2)</sup>, Drüner (1896)<sup>3)</sup>, Rich (1920)<sup>4)</sup>らの解剖学的研究あるいは機能実験により明らかにされている。

しかし、口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋の運動神経支配に関しては未だ確説のない状態である。Réthi (1893)<sup>2)</sup>, Cords (1910)<sup>7)</sup>の肉眼解剖学的研究では迷走神経の枝である咽頭神経叢からの細い神経枝が各筋に至ることを観察すると共に、舌咽神経もこの神経叢に枝を出していることを確認している。

一方、Broomhead (1951)<sup>15)</sup> はヒトの胎児で咽頭神

経叢から口蓋帆挙筋まで組織学的に神経線維を追跡し、Réthy<sup>2)</sup>、Cords<sup>7)</sup>の肉眼解剖学的所見との一致を見ている。しかし、肉眼解剖では複雑な口蓋帆の神経を十分に追跡することは困難であり、またBroomheadの組織学的方法では運動線維と知覚線維との識別に問題が残されている。

機能実験的にRich(1920)<sup>4)</sup>は犬で、Beevor&Horsley(1888)<sup>16)</sup>は猿でそれぞれ口蓋帆挙筋の迷走神経、副神経支配を唱え、顔面神経及び舌咽神経の刺激では殆ど軟口蓋運動を認めないとしているが、刺激法についての詳細な記載がなく、また軟口蓋運動の単なる肉眼的観察にとどまっている。

一方、臨床的に顔面神経麻痺の症例から、神経支配に対する考察もなされてきた。しかし、Mann(1904)<sup>17)</sup>、Moritz(1939)<sup>6)</sup>らが顔面神経麻痺時の軟口蓋麻痺併発から顔面神経の関与を示唆したに過ぎず、Eichhorn(1917)<sup>18)</sup>、Falk(1963)<sup>19)</sup>はこれを否定している。

このように軟口蓋筋の運動神経支配に関し顔面，舌咽，迷走，副神経が考慮されてきたものの確説はなく，特に顔面神経の関与の有無に関しては種々論議がなされてきた。

人の鼻咽腔は主に口蓋帆挙筋と上咽頭収縮筋により括約的に閉鎖<sup>20,21)</sup>がなされることは異論のないところである。本実験では口蓋帆挙筋と上咽頭収縮筋に記録電極を設置すると共に，神経支配及び機能に関し十分には解明されていない口蓋垂筋にも記録電極を設置した。さらに閉鎖関連筋の運動の結果として生ずる鼻咽腔閉鎖運動の様相をも究明する必要上，実験動物として出来る限りヒトの鼻咽腔形態に類似すると考えられる赤毛猿を用いた。すなわち，<sup>22)</sup>Bosma (1961) は犬，猫，猿では鼻咽腔周辺の筋自体の走行には殆ど差異はないものの，三者の中で猿が最も craniovertebral angle が小さく，比較的人の angle に類似すると報告している。ちなみに，犬のように craniovertebral angle が鈍角な場合，軟口蓋と咽頭との間で上下的

な閉鎖がなされ、ヒトの鼻咽腔閉鎖の状態とはかなり異なるものと考えられる。

誘発筋電図の導出にあたっては、閉鎖関連筋の一定の限局した部位からの活動電位を導出するため、さらに迅速な軟口蓋運動によっても離脱することのない埋入型電極を用いた三村の<sup>11)</sup>方法によった。すなわち、直接筋肉内において長さ約  $1\text{mm}$  のべ表面積約  $1\text{mm}^2$  の電極周辺に生じた部の活動電位を導出できる。記録電極の設置にあたり、各筋を露出せず直接口腔内から刺入する方法をとったが、予め屍体動物により各筋の位置を確認したため目的とする筋に確実に電極は設置された。

Fiberscope の観察では、常に scope の先端を鼻咽腔上部に達せしめ、同じ位置から鳥瞰できるよう鼻翼部で scope を指で固定し、scope の画面に変動のないことを確認した。神経刺激時の閉鎖度(運動量)を決定するために、各個体の安静時の鼻咽腔面積を実験毎に計測し、刺激によ、て生じた面積の変化と比較した。



そして運動量の変化を前述の如く4段階に分類することにより、各神経刺激による運動量の差異や刺激条件と閉鎖度との関連を明確に把握し得ると考えられる。

以上、口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋の運動状態を自然位で観察し、しかも誘発筋電図所見と比較検討することにより鼻咽腔閉鎖関連筋の運動神経支配を初めて明らかにし得た。

## 2) 実験結果について

顔面神経、舌咽神経、迷走神経の電気刺激により鼻咽腔閉鎖関連筋から M 波の出現を観察し、極大刺激における誘発筋放電の振巾は各筋とも顔面、舌咽、迷走神経刺激の順に増大することを認めた。この振巾値の差異は各神経刺激時の Fiberscope 観察による運動量の所見と対応し、ここに筋電図所見と Fiberscope 所見との一致点を認める。

神経支配に関して臨床上の論議の的となっ

た軟口蓋麻痺と顔面神経麻痺との関連性については、前述のような相対する報告が見られる。すなわち、<sup>19)</sup>Falk (1963) は内耳道内、顔面神経管内での顔面神経障害例や鼓索神経の切断例においても軟口蓋麻痺の発現を見なかったとしている。一方、<sup>6)</sup>Moritz (1939) <sup>23)</sup>Nickl (1950) らは顔面神経不全麻痺例で度々同側の軟口蓋牽縮を認め、また中耳炎の経過中に発現した末梢性顔面神経麻痺の中で時折軟口蓋麻痺の併発を認めている。しかし、正常例でも口蓋垂がどちらか一方に偏位していることが度々見られるにもかかわらず、従来の報告で単に口蓋垂の偏位だけで軟口蓋麻痺と診断しているものも見られ、軟口蓋麻痺の診断に統一性を欠いている。赤先猿での神経刺激時の鼻咽腔運動状態を見ると、顔面神経刺激時は舌咽神経、迷走神経刺激時に比較して運動量は明らかに少く、両側刺激例でも殆ど完全閉鎖には至らないことが観察された。ヒトでもその運動状態が赤先猿と同程度のものと仮定すると、

顔面神経障害による軟口蓋麻痺は舌咽神経と迷走神経の障害による軟口蓋麻痺よりは明らかに軽度な麻痺であろうと想定される。従って、顔面神経刺激時の運動性の面から軟口蓋麻痺を見落す可能性もあり、軟口蓋麻痺と顔面神経麻痺との関連性に関する両者の矛盾は説明出来る。

本実験の誘発筋電図所見と Cords<sup>7)</sup>, Broomhead<sup>15)</sup>らの解剖学的所見とを合せ考えると、口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、上咽頭収縮筋の運動神経支配は、舌咽神経と迷走神経で形成される咽頭神経叢からの運動線維と顔面神経由来の運動線維により支配を受け、みかけ上 "double innervation" と考えられる。

そこで問題は顔面神経がどのような経路で鼻咽腔閉鎖関連筋に至るかである。茎乳突孔下部で顔面神経の末梢側刺激時に各筋から M 波の出現を認めなかったことから、鼻咽腔閉鎖関連筋を支配する顔面神経は茎乳突孔を出る以前に分岐し、顔面表情筋支配のものとは

異った経路をとるものと考えられる。古来の  
 解剖書で顔面神経から大錐体神経を経由する  
 との説<sup>24-26)</sup>に対し、Drüner (1896)<sup>3)</sup>は大錐体神経は  
 魚類、両生類では第二腮弓神経の Ramus  
praetrematicus に相当し、運動線維を含まない  
 との見解をとっている。一方、Rabl (1887)<sup>27)</sup>、  
Futamura (1906)<sup>28)</sup>は哺乳類ではこの神経は二種の  
 神経線維を含み、一つは翼口蓋神経節が出来る  
 以前にすでに上顎突起中に入る運動線維で  
 あるとし、Foley (1947)<sup>29)</sup>、Kureら (1948)<sup>30)</sup>も運動線維を  
 含むものとしている。従って、Futamura<sup>25)</sup>らは  
 “N. facialis → N. petrosus maj. → Ganglion  
pterygopalatinum → N. palatinum min. → M. uvulae  
, M. levator veli palatini” という経路を推測して  
 いる。これに対し、Moritz (1938)<sup>6)</sup>、Nickl (1950)<sup>23)</sup>らは  
 顔面神経麻痺患者の涙腺分泌、聴覚過敏、味  
 覚障害、軟口蓋麻痺等の臨床所見を検討した  
 結果、“N. facialis → chorda tympani → Ganglion  
oticum → N. sphnoidalis inf. → N. petrosus maj.  
 → Ganglion pterygopalatinum → N. palatinum min.”

という鼓室を巡廻する経路を推測しているが、<sup>31)</sup> Algaba (1972) は猫を用いた機能実験で chorda tympani と口蓋帆挙筋との関連性を否定している。また上記の仮説で顔面神経の口蓋帆に至る最終伝達路として考えられた小口蓋神経に関し、<sup>32)</sup> 井上 (1919)、<sup>15)</sup> Broomhead (1951) は口蓋垂筋への神経線維は組織学的に追跡しているが、口蓋帆挙筋、上咽頭収縮筋への神経線維の観察には至っていない。このように顔面神経が軟口蓋に達する経路に関し、今後解決すべき問題を残し、この解決が顔面神経麻痺の診断上大きな意義をもつものと考えられる。

大半の実験において各神経刺激時の鼻咽腔運動部位に上下的な相違があることは複合神経刺激により一層明らかとなった。例えば、舌咽神経刺激に続いて顔面神経を刺激すると、“two-fold”の閉鎖形態を呈した。すなわち、顔面神経刺激時の方が舌咽神経刺激時よりも運動部位（閉鎖部位）が上位に位置するためである。一般に顔面神経刺激時は三者の中で

最も鼻咽腔の上位で運動が著明であり、舌咽、迷走神経刺激になるに従い閉鎖部位が下位に移行する。しかし、中には複合神経刺激時に単独神経刺激時と比較して明らかに運動量の相加がなされるものも観察された。この場合は前述のような "two-fold" の閉鎖形態を呈しない。従って、各神経刺激時の運動部位が上下的にほぼ同一部位に位置する場合には、複合神経刺激時に著明な閉鎖度の増強（運動量の相加）がなされるものと考えられる。解剖学的に分類された同一筋から誘発筋放電（M波）を認めたが、大半の実験にて各神経刺激時の鼻咽腔運動部位が上下的に相異なることは一つに鼻咽腔周辺の各神経線維の分布状態の差異を示唆している。発生学上、鼻咽腔という一器官は才1、才2、才3、才4鰓弓由来の筋及び神経で形成されているが、胎生期の各鰓弓の位置がこの運動部位の差異と関連があるかも知れない。

嚥下、呼吸および発音時に鼻咽腔は一つの

開閉弁として合目的な開閉運動を行っている。  
ヒトでは Calnan (1961)<sup>33)</sup>、山岡 (1973)<sup>34)</sup>らが指摘した  
た如く、嚥下と発音ではその鼻咽腔運動様式  
は明らかに相違しているが、本実験の赤先猿  
における舌咽、迷走神経刺激時の運動様式は  
ヒトの嚥下時の運動に比較的類似している。

臨床的には口蓋裂の治療面に対して一つの  
考察がなされうる。すなわち、口蓋裂患者で  
は発音時にしばしば "nasal grimace"<sup>34)</sup> という習癖が  
見られるが、従来これは鼻咽腔抵抗の増大に  
より発音時の鼻咽腔閉鎖不全を代償するもの  
とされている。しかし、既に著者<sup>35)</sup>らが報告し  
た如く、発音時に nasal grimace や 口唇の緊張 と  
いった口唇、顔面の運動を強く協調させるこ  
とにより口蓋裂患児の鼻咽腔運動が賦活化さ  
れるという臨床所見と本実験結果とを綜合す  
ると、nasal grimace という習癖自体は単に鼻腔  
抵抗を増大するためだけのものではなく、顔面  
神経の興奮により鼻咽腔の運動性を高めよう  
とする一つの補助運動と見なすことが出来る

か、て、Podvinec (1952)<sup>36)</sup> 発音時には顔面神経の働きにより顔面運動に協調して軟口蓋の運動が生じ、嚥下時には舌咽、迷走神経の働きにより食道、咽頭の運動に協調して軟口蓋運動が生ずるとの一つの仮説をたてている。本実験結果のように、顔面神経刺激時と舌咽、迷走神経刺激時とでその鼻咽腔運動の様相に著明な差異があることは、一つに Podvinec (1952)<sup>36)</sup> の指摘するような鼻咽腔運動に対する各神経の生理的役割が異なる可能性を示唆するものと考えられる。

以上述べた如く従来から種々論議されてきた鼻咽腔閉鎖関連筋の末梢運動神経支配は著者の行った誘発筋電図法により、顔面神経、舌咽神経、迷走神経支配であり、副神経支配のないことが明らかとなった。

さらに、神経刺激時の Fiberscope 所見により鼻咽腔運動の様相が明らかとなった。



これらの結果は鼻咽腔閉鎖運動の生理的機序解明への端緒になると共に、口蓋運動に問題の存する口蓋裂、軟口蓋麻痺等のいわゆる鼻咽腔閉鎖不全症を治療するうえで有用な指針を与えるものと考えらる。

#### V. 総括

鼻咽腔閉鎖関連筋の末梢運動神経支配の仕組みを解明するため、ヒトと鼻咽腔形態が類似した赤毛猿を用いて誘発筋電図法により各閉鎖関連筋の運動神経支配を追求し、さらに各神経刺激時の鼻咽腔運動の様相を Fiberscope により観察し、次の結果を得た。

1. 側頭骨後下面で顔面神経刺激時に極大刺激では 1.6-2.3msec の潜伏時間で、同側の口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、および上咽頭収縮筋から M 波の出現を認めた。
2. 舌咽神経、迷走神経の刺激によっても、同側の鼻咽腔閉鎖関連筋から M 波の出現を認めたが、副神経刺激では各筋から

の誘発筋放電は得られなかった。

3. 各神経極大刺激時の筋放電の振巾は、各筋とも顔面、舌咽、迷走神経刺激の順に増大し、一方潜時は顔面神経刺激時が 1.6-2.3 msec と三神経の中で最も短く、舌咽、迷走神経刺激の順に長くなるのが認められた。

以上誘発筋電図により、鼻咽腔閉鎖関連筋の運動は顔面神経、舌咽神経、迷走神経により支配を受け、副神経支配のないことが明らかになった。

4. 外鼻孔から鼻入した Fiberscope により、各神経刺激時の鼻咽腔運動様式を観察した結果、運動様式は各神経刺激により異なり、迷走神経刺激では鼻咽腔全周壁からトス状に挙上する閉鎖弁を形成する様式であるのに対し、顔面神経刺激では上咽頭部の平面的な閉鎖運動を認めるに過ぎない。一方、舌咽神経刺激では迷走神経刺激時より運動量は少ないものの、運

動様式は比較的迷走神経刺激時に類似していた。

5. 顔面，舌咽，迷走各神経の単独電気刺激による鼻咽腔閉鎖度への影響は，両側神経刺激では完全閉鎖が見られるが，片側神経刺激では迷走神経刺激時のみ完全閉鎖を認め，他では見られなかった。
  6. 複合神経刺激（顔面－舌咽，舌咽－迷走，迷走－顔面）により，大半は閉鎖度が増強されず，各神経刺激時の閉鎖部位が上下的に異なることが判明した。
- しかし，個体により複合神経刺激時に運動量の相加がなされる場合も認められた。

# DOES THE FACIAL NERVE TAKE PART IN THE VELOPHARYNGEAL MOVEMENT?

( EXPERIMENTS IN RHESUS MONKEYS )

JUNTARO NISHIO

The 1st Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery,  
Osaka University Dental School, Osaka, Japan

The purpose of this studies is to clarify the motor nerves which supply to the velopharyngeal muscles and the patterns of the velopharyngeal movement.

Experiments were performed with anesthetized rhesus monkeys, then the evoked EMG were analyzed, using stimulation technique to the cranial nerves, in m.levator veli palatini, m.uvulae, and m.constrictor pharyngis sup. which seem to contribute the velopharyngeal closure. And the patterns of the velopharyngeal movement were observed with the nasopharyngeal fiberscope inserted the upper pharynx through nostril. Some of results were as follows.

1. So-called M-wave in the evoked EMG was recognized in selected three muscles in stimulation to the facial nerve, the glossopharyngeal nerve, and the vagus nerve except the accessory nerve.

---

2. Tossed movement gathered from all the wall of the velopharynx were observed in stimulation to the glossopharyngeal nerve and the vagus nerve, while the velopharynx was closed in a plane surface at the upper part of nasopharynx in stimulation to the facial nerve.

3. The velopharyngeal movement was more active in stimulation to the vagus nerve, the glossopharyngeal nerve, and the facial nerve in this order.

This studies revealed that the facial nerve was the most important motor nerves which take part in the velopharyngeal closure.

## 文 献

1. Turner, W.B. (1889): On the innervation of the muscles of the soft palate. J. Anat. 13, 523-531
2. Réthi, L. (1893): Der periphere Verlauf der motorischen Rachen und Gaumennerven. Sitzungsber. ksl.-Akad. Wiss. Wien, 199-220
3. Drüner, L. (1903): Über die Muskulatur des Visceralskelettes der Urodelen. Anat. Anz. 23, 545-570
4. Rich, A.R. (1920): The innervation of the tensor veli palatini and levator veli palatini muscles. Johns. Hospk. Hosp. Bull. 31, 305-335
5. Messerkriger, W. (1963): Die Beteiligung der Nervus Vagus an der Gaumensegel-innervation und ihre diagnostische Bedeutung. Monat. Ohren-Laryng-Rhino. 97, 173-178
6. Moritz, W. (1939): Über die Funktion und Innervation der Muskulatur des weichen Gaumens. Zsch. Anat. 109, 197-206
7. Cords, E. (1910): Zur Morphologie des Gaumensegels. Anat. Anz. 37, 305-318
8. 山岡 稔, 松本 篤三, 宮崎 正 (1972):  
Fiberscopeによる鼻咽腔閉鎖運動の観察法.  
日口外誌, 18, 205-210, 昭和46

9. 山岡 稔 (1973): 内視鏡による口蓋裂患者の  
鼻咽喉閉鎖運動に関する研究, 日口外誌,  
19, 29-43, 昭和48
10. 三木 威 勇 治, 時実利彦 (1964): 筋電図学入  
門, 南山堂, 東京, 141-181, 昭和39
11. 三村 保 (1972): 鼻咽喉閉鎖運動時の軟口蓋  
活動に関する研究, 阪大歯誌, 17, 1-16  
昭和46.
12. Volkmann, A.W. (1840): Über die motorischen Wirkungen  
der Kopf-und Halsnerven. Arch. f. Anat. 1, 475-509
13. Wolfert (1855): De nervo musculi levatoris palatini  
Berlin
14. Hein, J.A. (1844): Über die Nerven des Gaumensegels.  
Arch. f. Anat. 4, 297-358
15. Broomhead, I.W. (1951): The nerve supply of the muscle  
of the soft palate. Brit. J. Plast. Surg. 4, 1-5
16. Beevor, C.E. and Horsley, V. (1888): On the motor functions  
of certain cranial nerves. Proc. Roy. Soc. Xliv, 267-277
17. Mann, M. (1904): Über Gaumenlähmung. Zsch. Ohrenheilk.  
47, 1-39

18. Eichhorn(1917): Ist der N.facialis an der Innervation des Gaumens beteiligt? Zsch. Ohrenheilk. 76,63-65
19. Falk,P.(1963): Hals-Nasen-Ohren Heilkunde, Zöllnen, Stüttgart, Bd.2,24
20. Dickson,D.R. and Dickson,W.M.(1972): Velopharyngeal anatomy. J. speech Hear. Dis. 15,372-381
21. Fritzel,B.(1969): The velopharyngeal muscles in speech. Acta. Oto-laryng.suppl. 250,1-81
22. Bosma,J.H. and Flecher,S.G.(1961): The upper pharynx. Ann. Oto-Rhino-Laryng. 70,957-973
23. Nickl,V.E.(1950): Über die Innervation des M.Levator veli palatini durch den N.Facialis. Arch. Psychiat. Nervenkr. 184,117-132
24. Henle,J.(1873): Handbuch der systematische Anatomie des Menshen. Braunschweig, Bd.2,120-124
25. Hyrtle,J.(1882): Handbuch der topographischen Anatomie. Wilhelm Braumüller, Wien, Bd.1,451-454
26. Merkel,F.(1890): Handbuch der topographischen Anatomie. Braunschweig, Bd.2,399-402
27. Rabl,K.(1887): Über das Gebiet des Nervus Facialis. Anat. Anz. 2,219-227
28. Futamura,R.(1906): Über die Entwicklung der Facialis-muskulatur des Menschen. Anat. Hefte. 30,434-516



29. Foley, J.O. (1947): Functional components of the greater superficial petrosal nerve. Proc. Soc. Exp. and Med. 64, 158-162
30. Kure, K. und Sano, T. (1936): Faserarten im N. Facialis und die Functionelle Bedeutung des Ganglion geniculi. Zsch. Zell. mikro. Anat. 23, 495-509
31. Algaba, J. (1972): Experimental study of the innervation of soft palate. Rev. Esp. Oto-Neuro-Oftalm. 30, 1-10
32. 井上通夫 (1919): 軟口蓋の運動神経及び軟口蓋と顔面神経麻痺との関係に就きて  
東京医誌, 2/20, 334-336, 大正8
33. Calnan, J.C. and Renfrew, C.E. (1961): Blowing tests and speech. Brit. J. Plast. Surg. 13, 340-346
34. Morley, M.E. (1962): Cleft palate and speech. E&S. Livingstone, Edinburgh, 5ed. 161
35. 西尾順太郎, 山岡稔, 松矢篤三, 宮崎正  
(1974): Fiberscope による鼻咽腔閉鎖誘導法とその成績について. 日口外誌, 20-5  
(印刷中)
36. Podvinec, S. (1952): The physiology and pathology of the soft palate. J. Laryng. 66, 452-461

図1. 実験模図 (実験1)

図2. 鼻咽腔の解剖図 (矢状断面)

1. 口蓋帆挙筋, 2. 上咽頭収縮筋

3. 口蓋咽頭筋, 4. 口蓋垂筋

5. 喉頭蓋, 6. 気管, 7. 舌, 8. 口蓋舌筋

図3. 顔面神経刺激時の同側の口蓋帆挙筋,  
口蓋垂筋, 上咽頭収縮筋における誘  
発筋電図例

図4. 刺激電圧と振巾の関係 (口蓋垂筋)

図5. 顔面神経刺激時の誘発筋電図例

A, B) 錐体後下面での刺激

C) 茎乳突孔下部で刺激

図6. 舌咽神経刺激時の同側鼻咽腔閉鎖関  
連筋の誘発筋電図例

図7. 迷走神経刺激時の同側鼻咽腔閉鎖関  
連筋の誘発筋電図例

図8. 副神経刺激時の誘発筋電図例

図9. 実験模図 (実験2)

図10 鼻咽腔運動量の分類

図11 顔面神経刺激時の鼻咽腔運動  
(刺激電圧一定時(100))

A: 片側刺激, B: 両側刺激

図12 顔面神経刺激時の鼻咽腔運動  
(刺激頻度 40Hz 一定)

A: 片側刺激, B: 両側刺激

図13 舌咽神経刺激時の鼻咽腔運動  
(刺激電圧 10V 一定)

A: 片側刺激, B: 両側刺激

図14 舌咽神経刺激時の鼻咽腔運動  
(刺激頻度 40 Hz 一定)

A: 片側刺激, B: 両側刺激

図15 迷走神経刺激時の鼻咽腔運動  
(刺激電圧 10V 一定)

A: 片側刺激, B: 両側刺激

図16 迷走神経刺激時の鼻咽腔運動  
(刺激頻度 40Hz 一定)

A: 片側刺激, B: 両側刺激

表 1. 刺激強度と潜時との関係  
(顔面神経刺激時)

表 2. 各神経刺激時の振巾

表 3. 各神経刺激時の潜時

表 4. 顔面神経刺激時の鼻咽腔運動量の变化  
(40 Hz 一定)

○両側刺激, ●片側刺激

表 5. 舌咽神経刺激時の鼻咽腔運動量の变化  
(40 Hz 一定)

○両側刺激, ●両側刺激

表 6. 迷走神経刺激時の鼻咽腔運動量の变化  
(40 Hz 一定)

□両側刺激, ■片側刺激

表 7. 各神経刺激時の運動量の比較  
(片側刺激, 10V 一定)

□迷走神経, ●舌咽神経, ○顔面神経

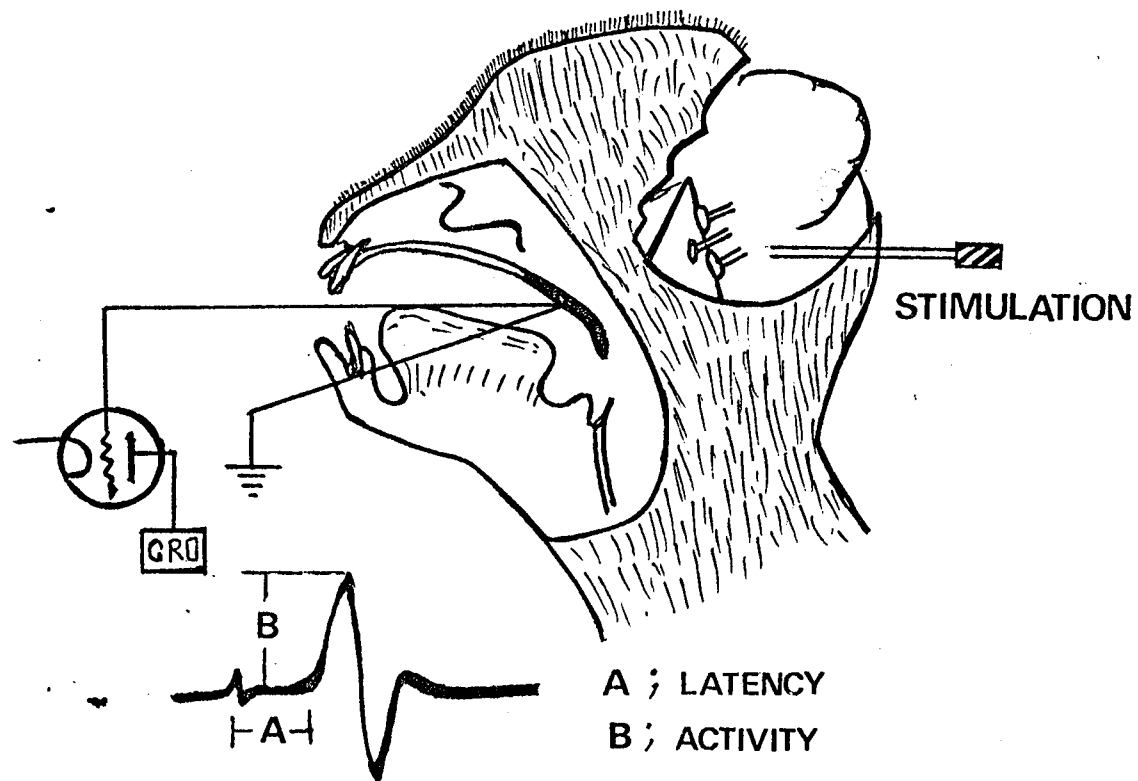
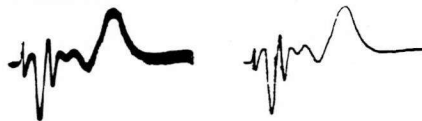




图 2

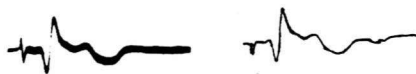
# RESPONCES EVOKED BY STIMULATION OF FACIAL NERVE

m.levator



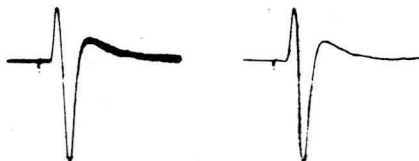
2.5 v

m. uvulae



3.0 v

m. constrictor



4.0 v

200μv  
10ms

图 3

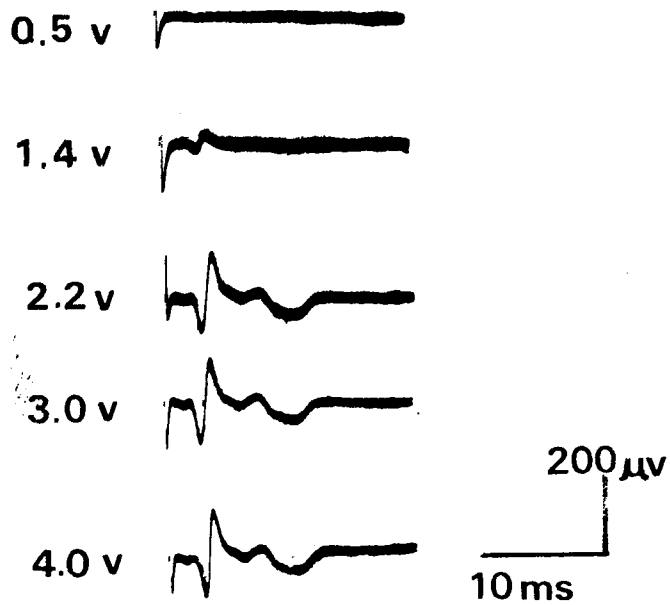
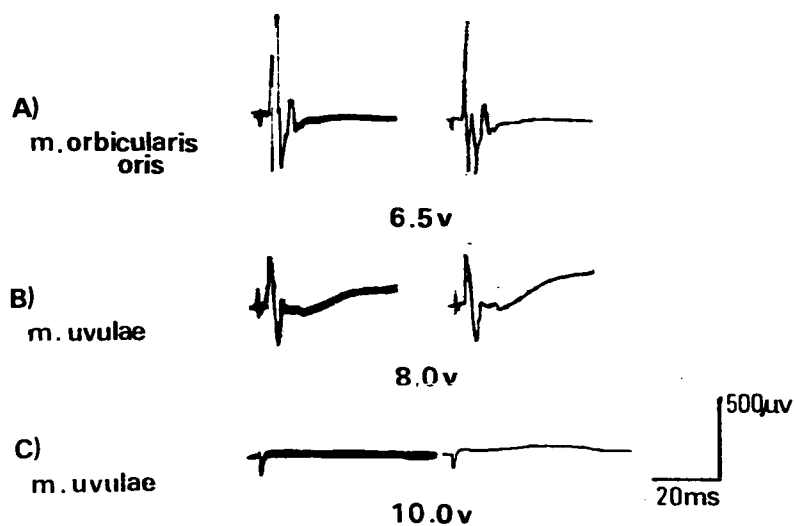


图 4



STIMULATION OF FACIAL NERVE  
A), B); PETROSAL AREA, C); BELOW FOR. STYLOMAST.

图 5

# RESPONCES EVOKED BY STIMULATION OF GLOSSOPHARYNGEAL NERVE

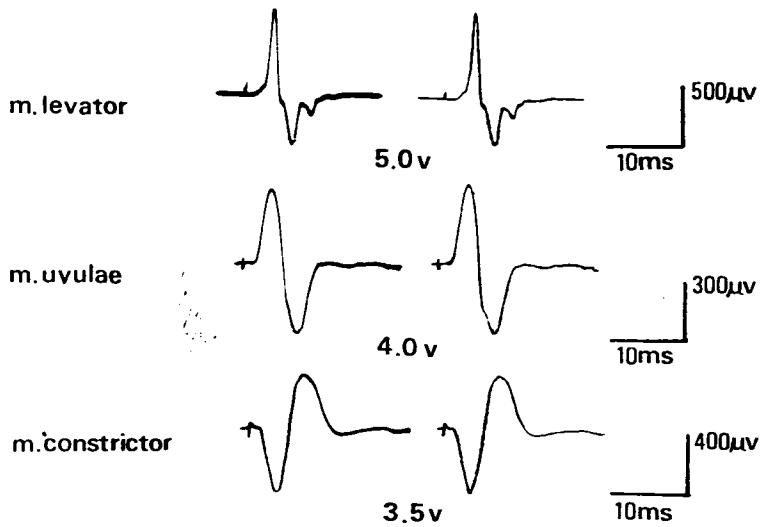


图 6

# RESPONCES EVOKED BY STIMULATION OF VAGUS NERVE

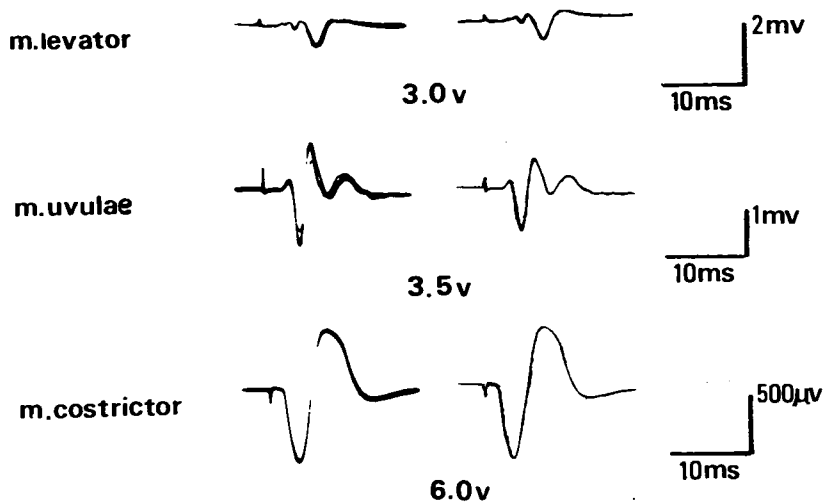


图 7



# RESPONCES EVOKED BY STIMULATION OF ACCESSORY NERVE

m.levator

4.0v

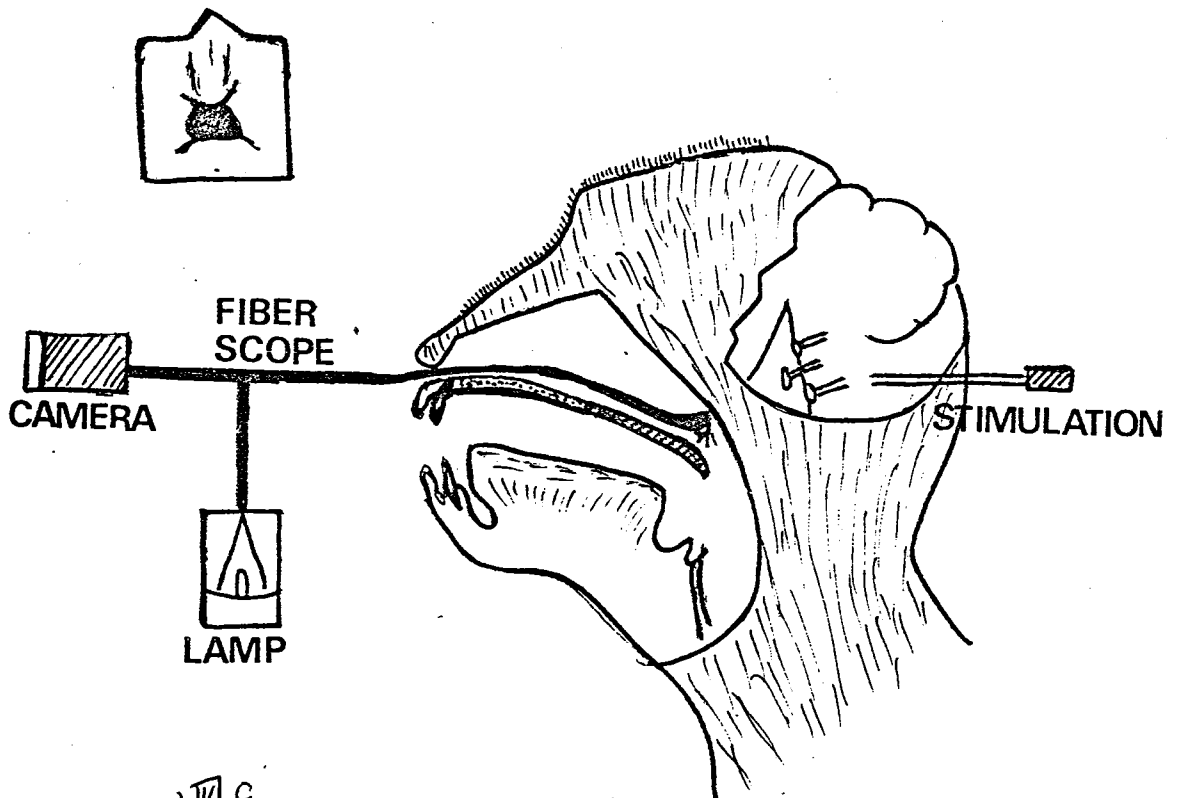
m.uvulae

4.0v

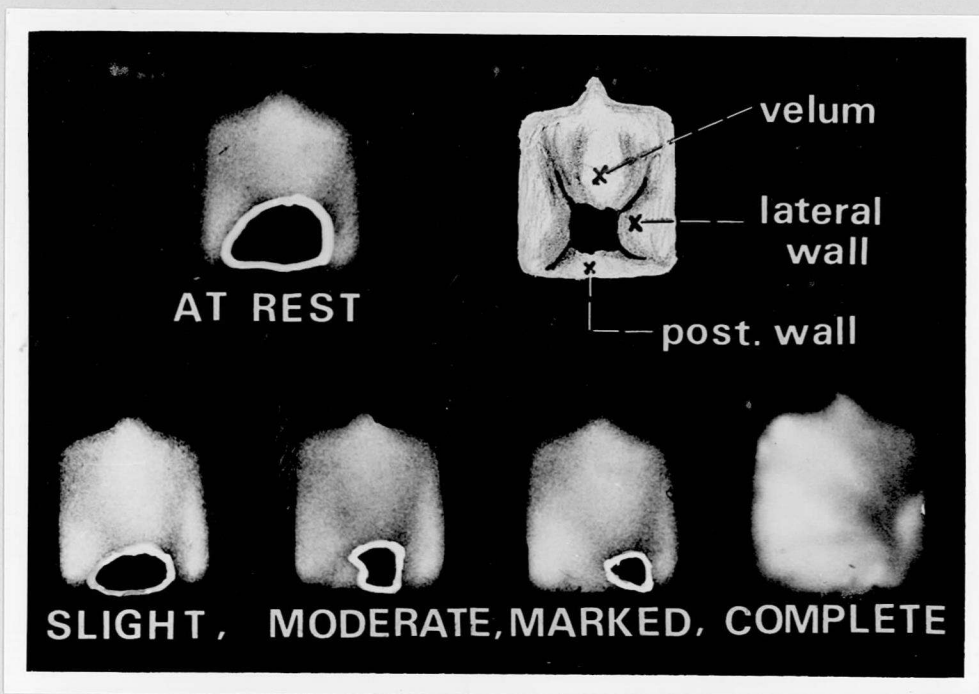
m.costrictor

6.0v

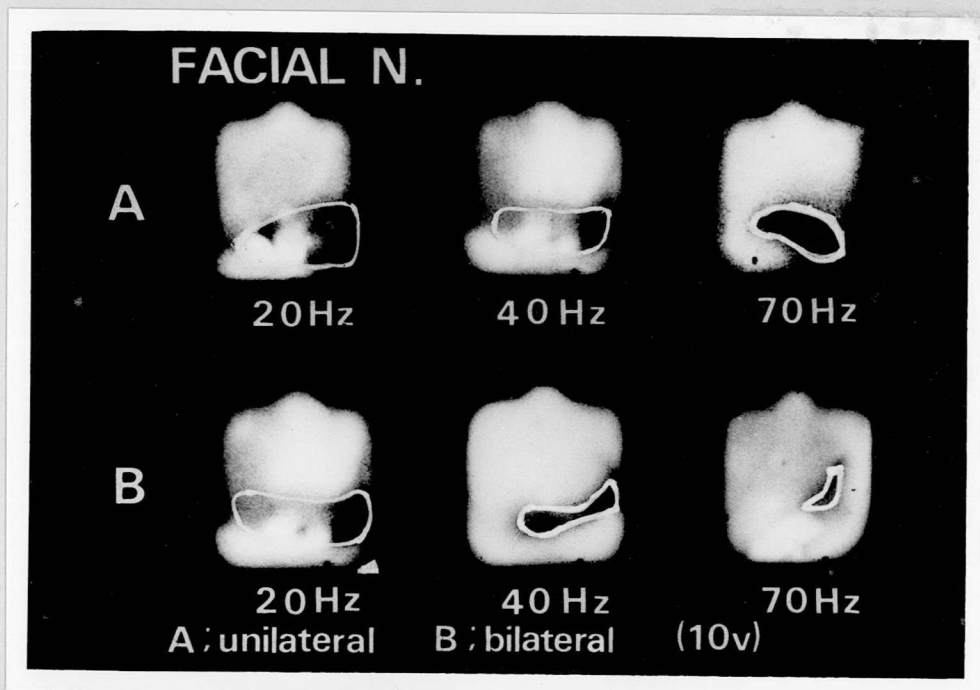
148



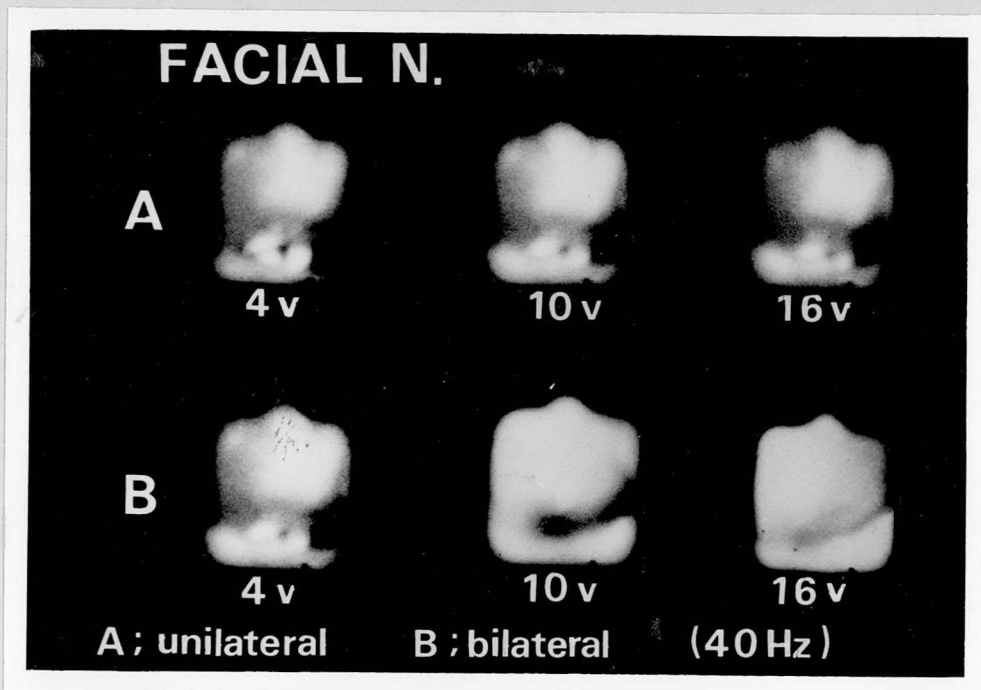
149



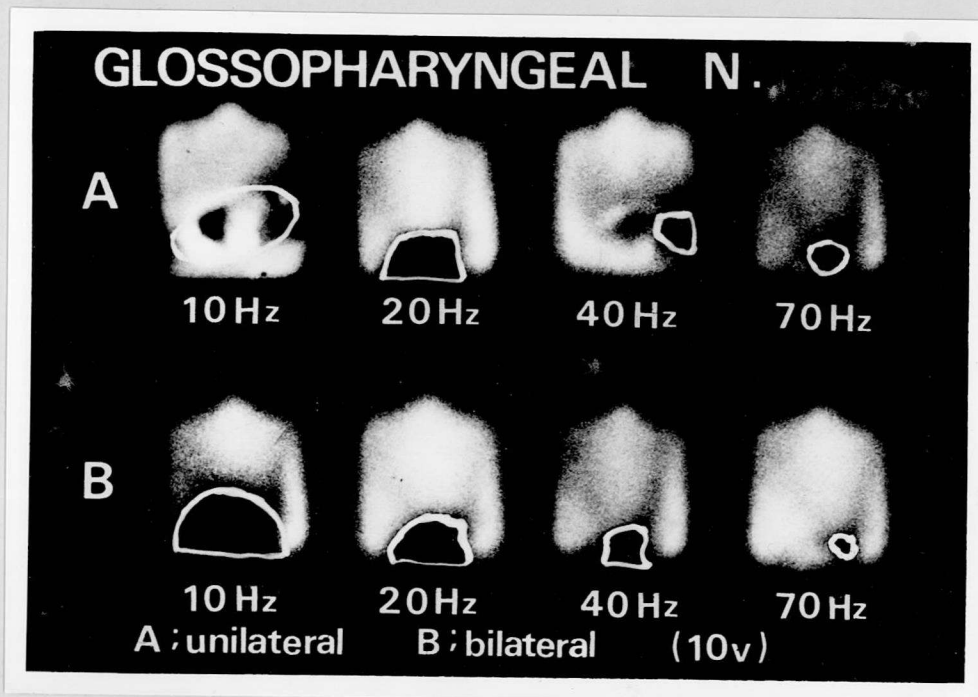
14/10



14/11



四/12



四/13

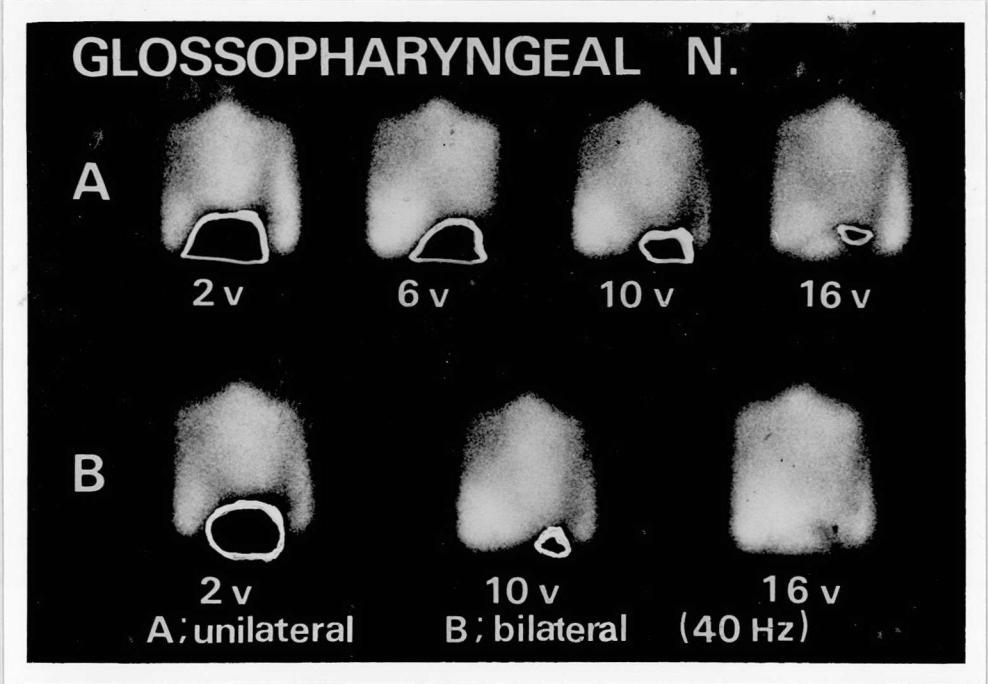


图14

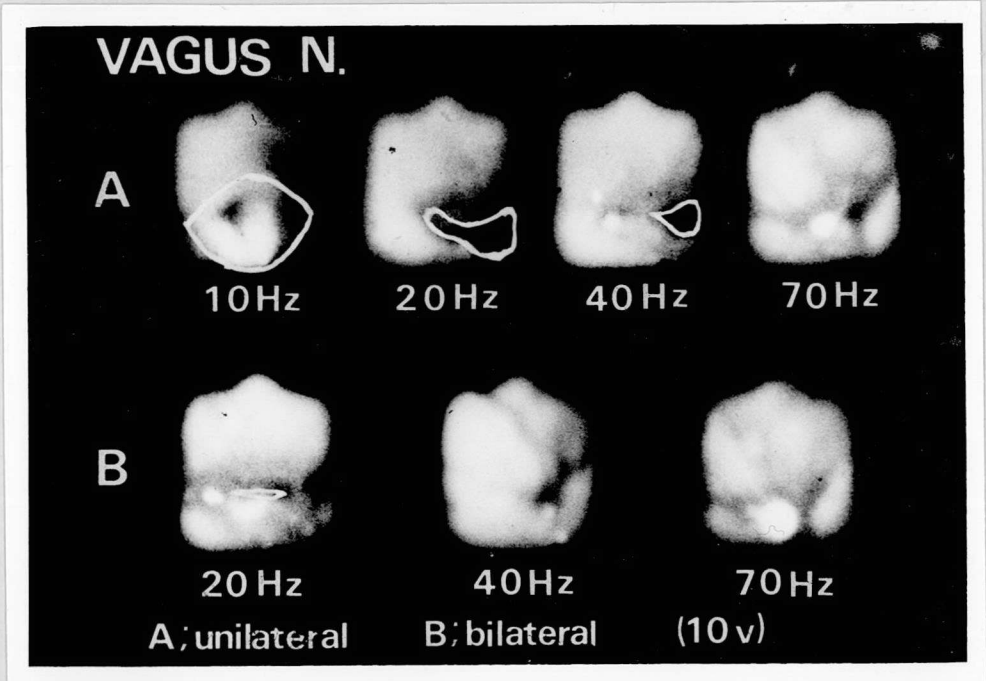
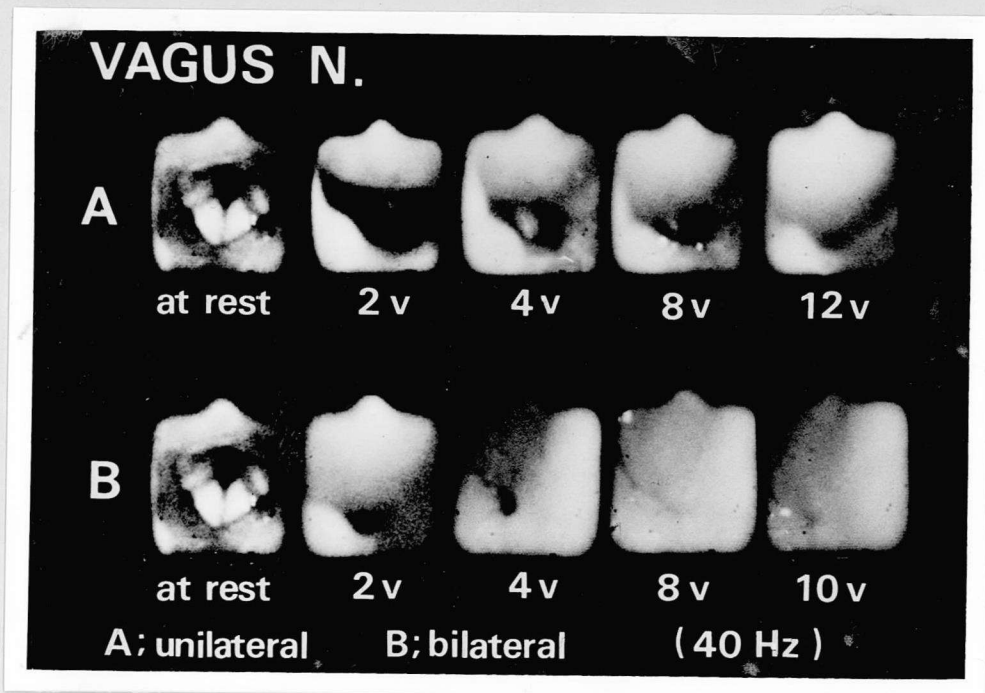
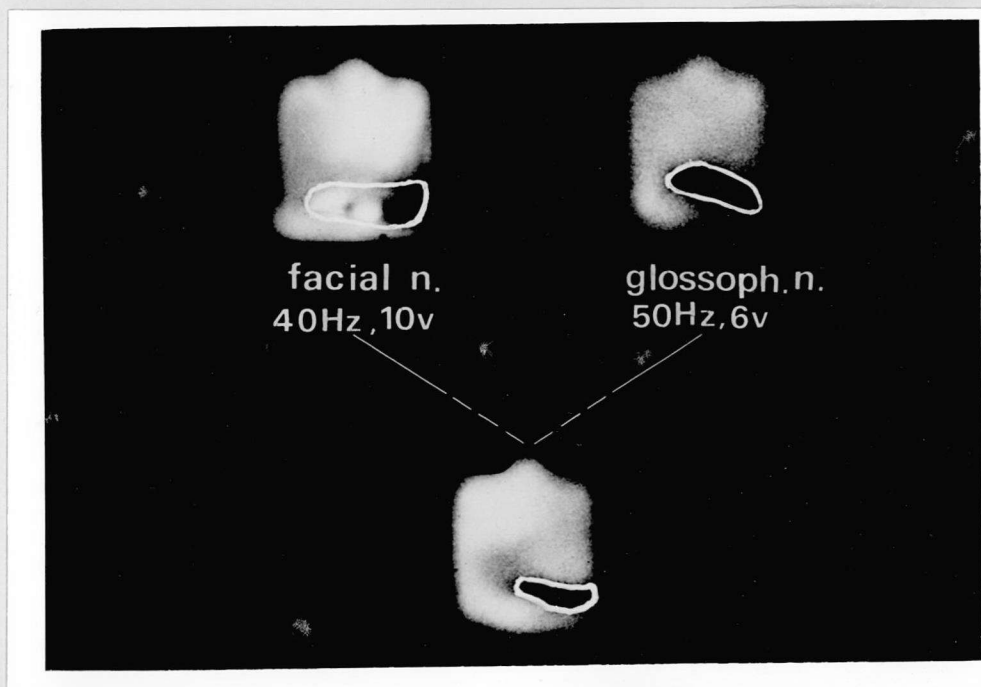


图15



14/16



14/17

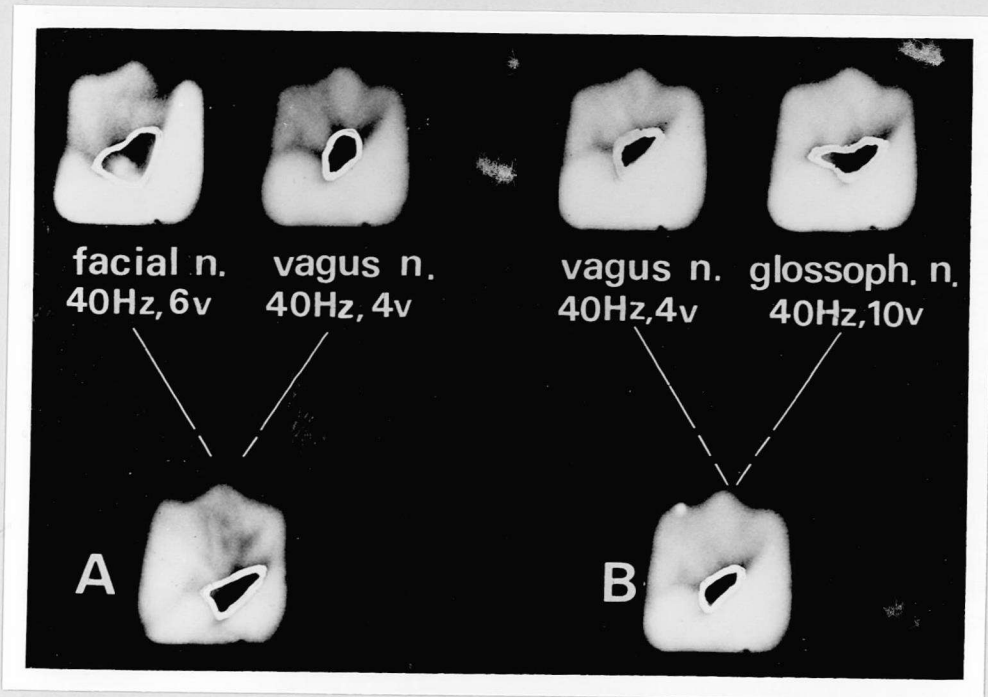


图18

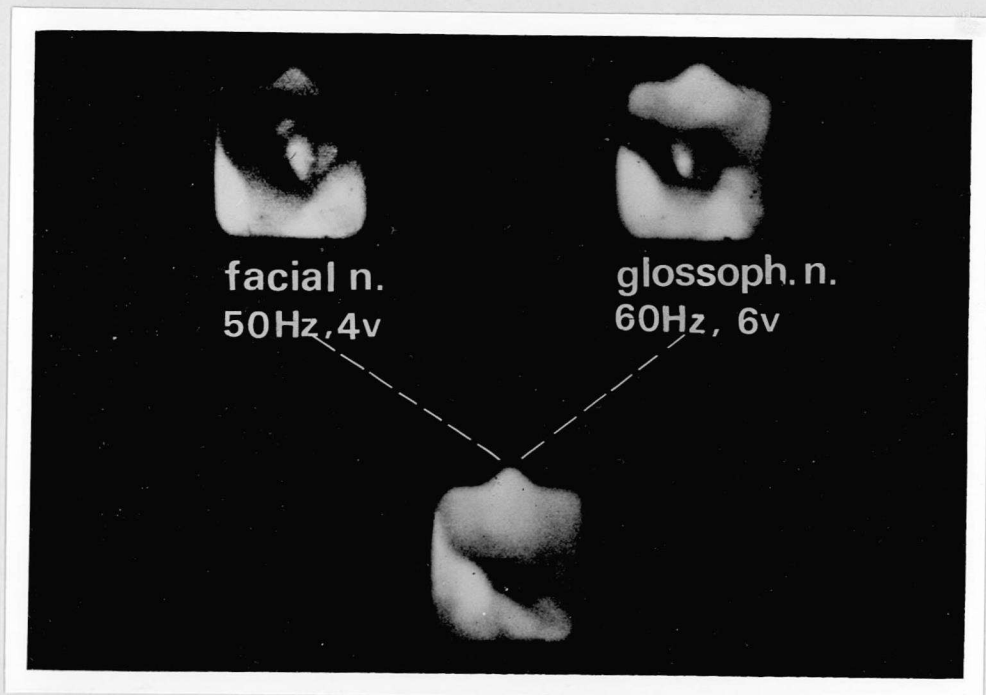
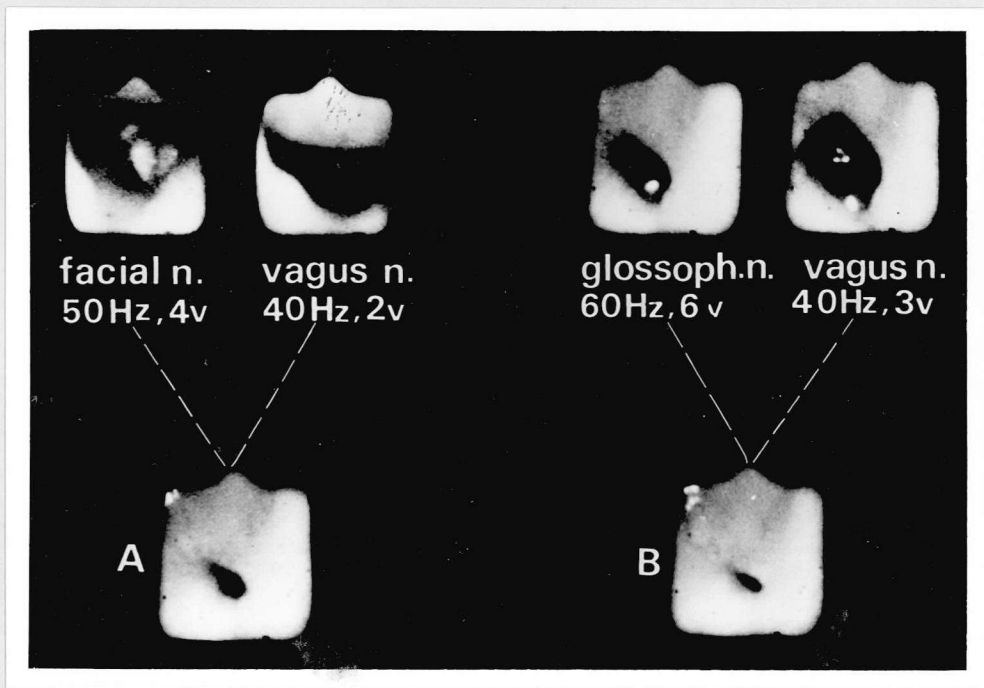
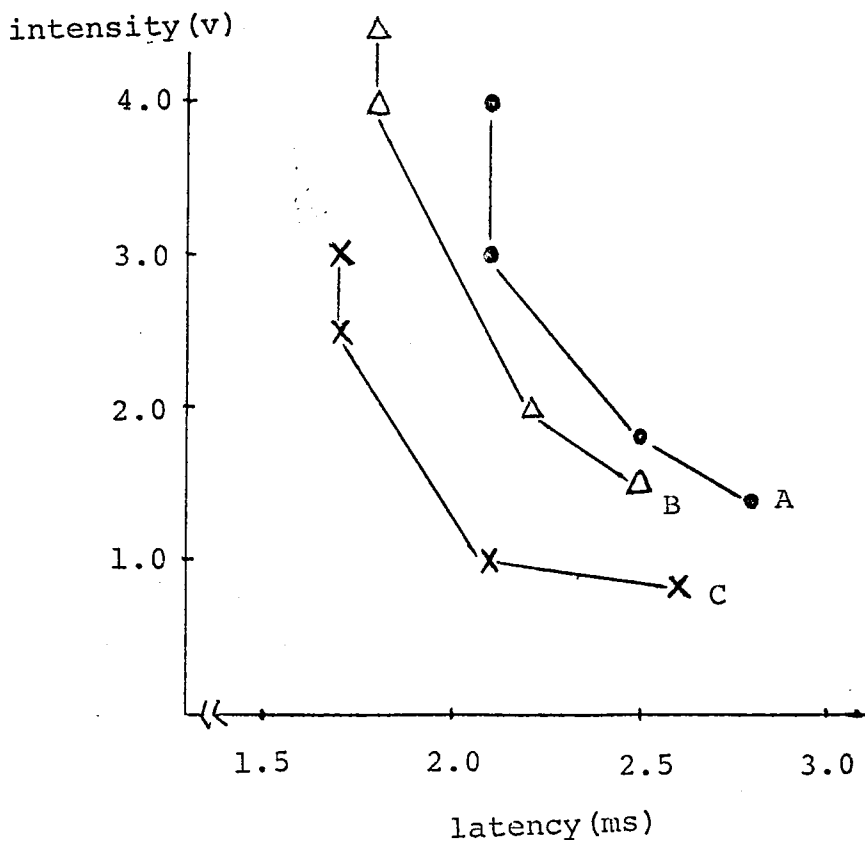


图19





14/20



A; m.uvulae  
 B; m.constrictor pharyngis sup.  
 C; m.levator veli palatini

表 1



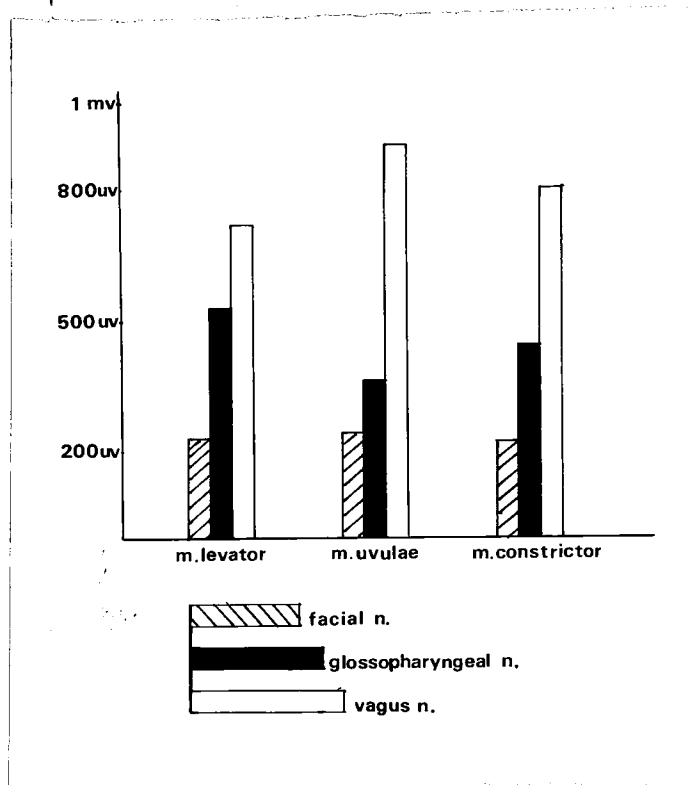


表2

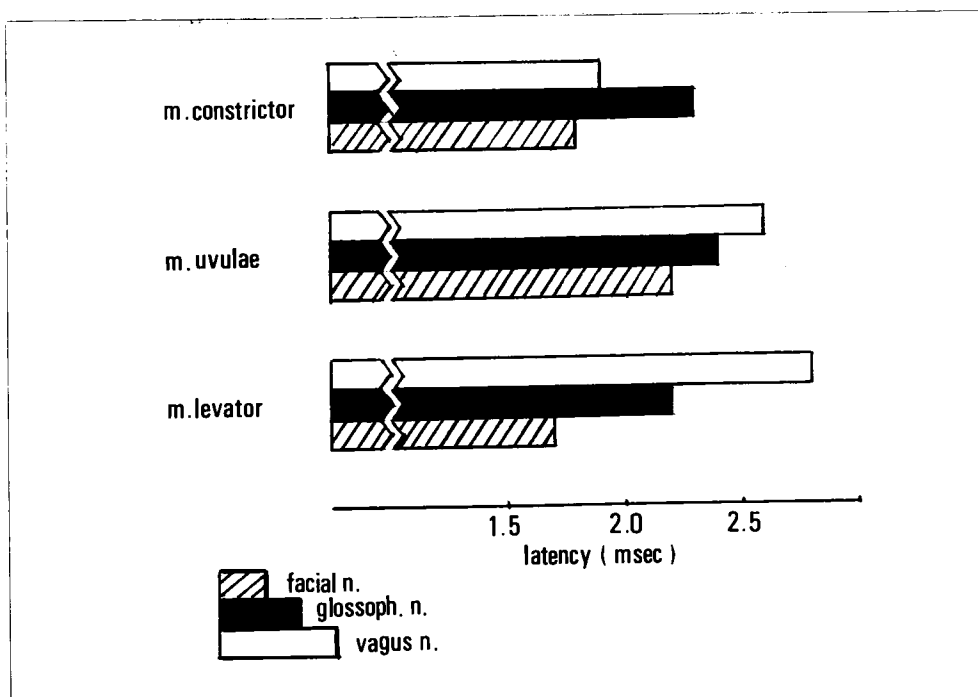


表3

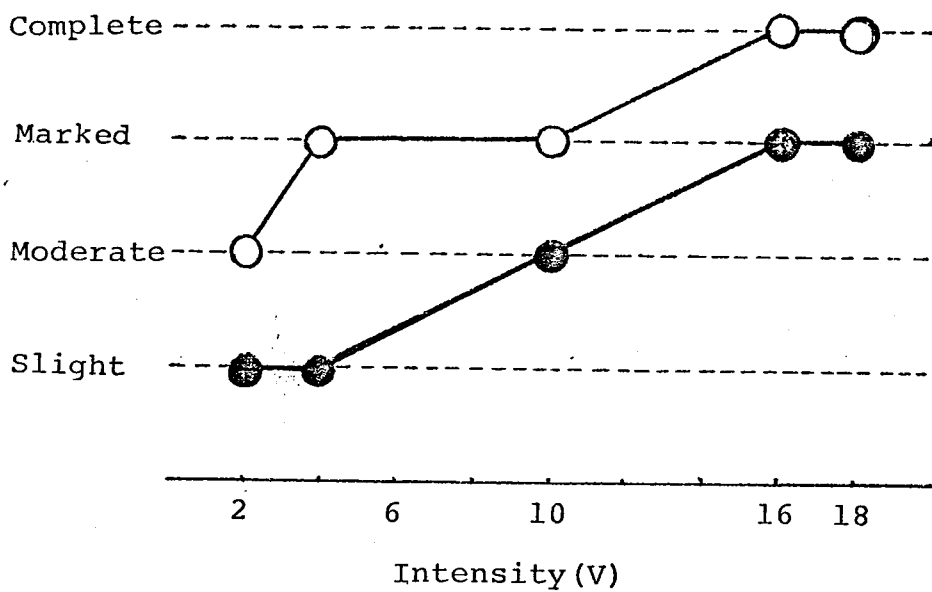


表4

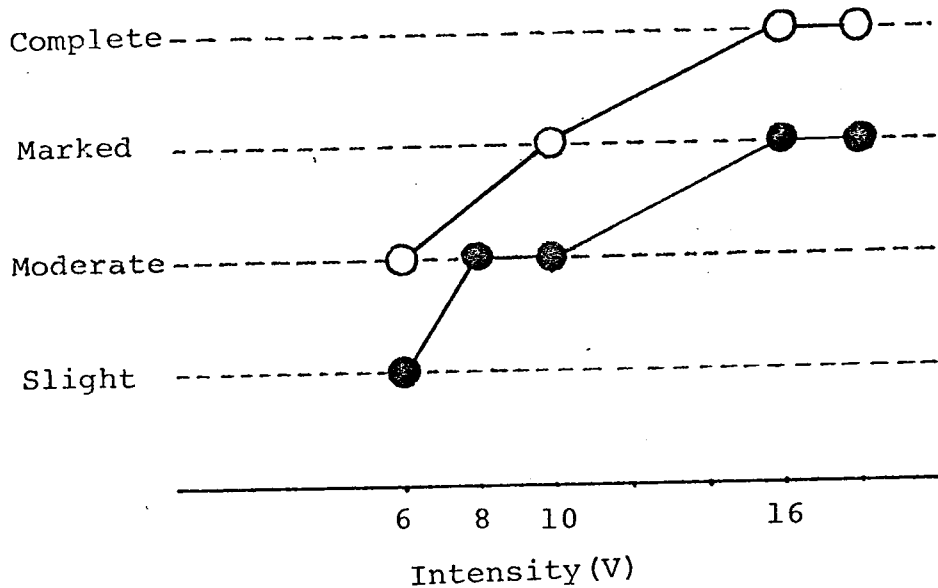


表5

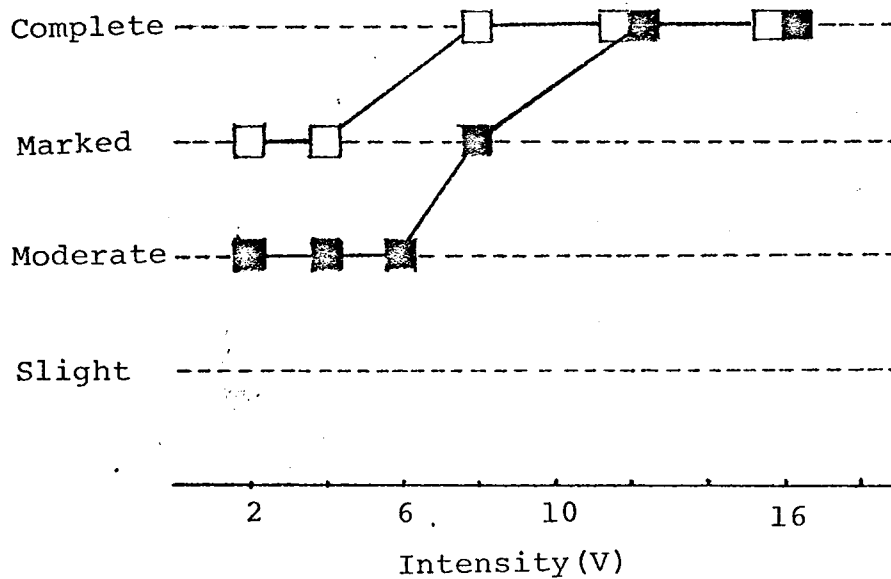


表 6

