The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	舌下神経核細胞活動の調整に関与する反射機構
Author(s)	森本, 俊文
Citation	大阪大学, 1968, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/29648
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

主論文

(　　)

(原　著)

(図　11)

(別刷　　部)

舌下神経核細胞活動の調整に関与する反射機構

612.819.93, 612.312.3, 612.811.4

A STUDY ON REFLEX MECHANISMS CONTROLLING HYPOGLOSSAL MOTONEURON ACTIVITY.

森本俊文 (MORIMOTO Toshifumi)

大阪大学歯学部口腔生理学教室

Department of Oral Physiology, Dental School,

Osaka University.

A STUDY ON REFLEX MECHANISMS CONTROLLING HYPOGLOSSAL MOTONEURON ACTIVITY

Toshifumi MORIMOTO (Department of Oral Physiology, Dental School, Osaka University)

An effect of the lingual nerve volley upon the excitability of hypoglossal motoneurones were analysed in decerebrate and decerebellated cats.

1. The hypoglossal nerve was broadly classified into two subdivisions: one is the nerve trunk which innervates the tongue protrusive muscle and the other is for the tongue retractive muscle. An evoked potential was recorded from the medial and ventrolateral part of the hypoglossal nucleus when antidromic stimulation was applied to the tongue protrusive nerve. However, the dorsolateral part of the nucleus was responded by antidromic stimulation of tongue retractive nerve.

2. The antidromic response of the tongue protrusive neurone in the hypoglossal neurone was inhibited by electrical stimulation of the lingual nerve, but that of the tongue retractive neurone was initially facilitated and later inhibited. Further-more, lingual nerve stimulation induced the IPSP in the tongue protrusive neurone and the EPSP-IPSP or the EPSP in the tongue retractive neurone.

3. The impulses throughtthe lingual nerve are estimated to transmit to the hypoglossal neurone via 3 synapses in the shortest reflex arch of the linguo-hypoglossal reflex system, and some reverberating circuit is also speculated in this reflex system.

I. 緒言

舌は内舌筋および外舌筋より構成され、その形態を複雑に変化させる事が出来るのみならず、その目的に適合した巧妙な運動を行う事が出来る。この様な舌筋活動に対して延髄舌下神経核細胞は final common path として重要な働きを行っている。故に、前記舌筋活動の生理学的機序を解明するためには舌および口顎よりの求心性信号により舌下神経核細胞の活動が、如何に反射的に調整されるかを明らかにする事が必要である。しかし、今日舌運動の反射機構については不明の点が多く、特に三叉神経知覚枝を介する口腔組織よりの一般知覚性信号が舌下神経核細胞に如何に作用するかについては意見の一致を見ていない。[1)2)3)]

そもそも延髄舌下神経核は組織学的並びに神経生理学的に各種舌筋を支配する数個の小区画に分けられているが[4)5)6)7)8)9)]、大別すると舌のつき出しに働く筋を支配する細胞群と舌のひっこめに働く筋を支配する細胞群の2つになる。故に

三叉神経知覚枝刺激の舌下神経細胞に対する影響を分析する際には、舌つき出し細胞に対する影響と舌ひっこめ細胞に対する影響とをそれぞれ検討する必要がある。

本実験は舌の前2/3の一般知覚を伝える舌神経を介する信号が、舌下神経核の前記2群の運動神経細胞に対して、それぞれ如何に影響するかを検討したものである。

II. 実験方法

実験には体重2.5～4.0kgの猫37匹を用い、Nembutal-Soda(40mg/kg)を腹腔内に投与して麻酔を行った。猫の顎下部皮膚および顎舌骨筋を縦に切開し舌下神経を露出させ、口腔底中央部で切断し、その中枢端に刺激電極を装着した。また、舌神経刺激のためには舌神経が舌に入る直前で切断し、その中枢端に刺激電極を装着した。一対の輪状銀線電極を内径1.5mmのポリエチレン・チューブ内面に装置し、神経を断端よりこのチューブ内に挿入し保定した。これら刺激電極はすべて他組織との絶縁のためワセリンに浸した綿でこれを覆った。刺激にはduration 0.1msecの単一矩形波刺激を用いた。

動物は頭部を脳定位固定装置に固定後、四丘体上丘前端レベルで除脳し、小脳をも吸引除去して延髄を露出した。露出延髄表面は乾燥を防ぐため37°C～39°Cの流動パラフィンで覆った。

舌下神経核細胞の活動を記録するには3M

—KCl または 2M—K-Citrate 封入ガラス微小電極（先端抵抗 20—40 MΩ）を用い、マイクロマニプレーターにより stereo-taxic に延髄舌下神経核に挿入した。

舌神経刺激が舌下神経核細胞の活動に如何に影響するかを調べるためには、条件刺激を舌神経に与え、次いで時間々隔を次第に変化させながら試験刺激を舌下神経に与えた。この操作により舌下神経核の逆向性誘発電位が、条件刺激を与えなかった場合に比べて如何に変化するかを細胞外記録法により観察、記録した。

なお、舌下神経線維は大きく2つに分けられ、一方は舌のつき出しに働く頤舌筋および内舌筋へ、他方は舌のひっこめに働く茎突舌筋および舌骨舌筋へ分布しているし以下これら神経線維の各々を舌つき出し線維、舌ひっこめ線維と名付けた）。故に、舌下神経の逆向性刺激はこれら両線維の各中枢端にそれぞれ与えた。

また、舌神経に刺激を与え、誘発される舌下神経細胞のシナプス電位を細胞内記録した。この際、微小電極が舌下神経細胞内に挿入されているか否かは舌下神経の逆向性スパイク電位によって確認した。

細胞外電位記録には微小電極用増巾器、CR結合5段増巾器を用い、また細胞内記録にはDC 2段増巾器を用い、陰極線オッシロスコープ、連続記録装置により記録、撮影した。

Ⅲ. 実験結果

A 舌下神経核の逆向性誘発電位

舌下神経を刺激することにより延髄舌下神経核から逆向性誘発電位が記録出来た。電極が延髄表面下に入ると通常小さなpositive-negativeの電位が観察されたが、電極を更に深く挿入すると、ある点からこの誘発電位のnegativeの成分は急に大きくなり、表層より約1.5mmに達する間に、多くの場合このnegativeの電位は最大となった。また、時に細胞体の電位と思われる大きなpositive-negativeの電位が記録出来た。これら誘発電位の潜時は1〜1.5msecで、逆向性誘発電位を生じる場所は舌ひっこめ線維を刺激した場合と舌つき出し線維を刺激した場合とで異っていた。すなわち、舌ひっこめ線維が刺激された時は主として舌下神経核の外背側部に、舌つき出し線維が刺激された時は核の内側部および外腹側部で誘発電位が記録された。また、逆向性誘発電位の大きさは与える刺激の強さによって変化した。

図2

B. 舌神経刺激の影響

舌下神経の逆向性刺激の強さとしては、誘発電位の大きさが直線的に変化する範囲のものを選んだ。

舌下神経刺激による舌下神経核の逆向性誘発電位は、舌神経に条件刺激を与えることによって影響を受けた。この影響は舌つき出し細胞群と舌ひっこめ細胞群とでそれぞれ相違した。図3－1は舌つき出し細胞に対する舌神経刺激の影響を示したものである。舌神経刺激により舌下神経核より図3－1Aに示した如き持続の長い小さなpositiveの電位が記録された。図3－1Bは条件刺激を与えなかった場合の舌下神経核の逆向性誘発電位であり、図3－1C～Lは条件刺激と試験刺激の間隔を次第に変化させた時の舌下神経核の逆向性誘発電位の変化である。舌つき出し細胞群の逆向性誘発電位は舌神経刺激により常に小さくなる傾向を示した。この様な舌つき出し細胞の反応の1例を図3－2に示した。図において縦軸は条

件刺激を与えない場合の逆行性誘発電位の大きさを100とし、これに対する条件刺激を与えた場合の電位の大きさをパーセントで表わした。横軸には条件刺激と試験刺激の間隔を示した。条件刺激の効果が出現し始める時の両刺激の間隔は、短い場合で約2.5 msec、長い場合で約7msecであった。また、効果が最高になるのは両刺激の間隔が12～15msecの時であった。条件刺激効果の持続時間は誘発電位によって多少異り、条件刺激と試験刺激との間隔が40～90msecになると条件刺激は無効となった。舌下神経核での記録部位が相違しても、これら反応パターンには特記すべき相違を認めなかった。

次に条件刺激の強さの変化が舌下神経核誘発電位に如何に影響するかを検討した。3段階の強さで舌神経に条件刺激を与えた場合、それぞれの刺激に対する効果を図4に示した。図において各曲線上の数字は刺激の強さを表わしている。舌神経への刺激が強い程、逆

図4

向性誘発電位は小さくなると共に、その効果の持続が延長した。また、強い条件刺激を与えた場合、両刺激間隔が20～40 msecの間で、一時~~的に~~電位減少効果の弱まるのが認められることがあった。

舌ひっこめ細胞の誘発電位に対する舌神経刺激の影響を図5－1に示した。図においてAは舌神経刺激により誘発された舌下神経核での誘発電位で、刺激が強い場合には時としてスパイクが認められた。Bは舌下神経刺激による舌下神経核逆向性誘発電位。C～Lは条件刺激と試験刺激の間隔を変化させた時の舌下神経核の逆向性誘発電位の大きさの変化を示したものである。舌つき出し細胞の場合とは異り、両刺激の間隔が短い間は逆向性誘発電位の増大が認められ、間隔が長くなると逆に電位の小さくなるのが認められた。この様な舌ひっこめ細胞の反応の1例を図5－2に示した。条件刺激の効果が出現し始める時の両刺激の間隔は比較的短く約2.5 msecを越える

図5

と電位の増大が始まり、5～7msecで増大は最高となった。続いて通常は両刺激間隔が10～16msecに達すると一旦電位は元のレベルにもどった。しかし、それ以上両刺激間隔が増大すると電位は小さくなり、条件刺激の効果が無くなるには試験刺激との間隔が60msec以上にもなる必要があった。少数例では条件刺激と試験刺激の間隔が一定時間以上になっても電位は小さくならず、両刺激間隔が約40msecまで電位の増大効果が認められ、それ以上両刺激間隔が大きくなった場合条件刺激は無効となり、前記の如き電位減少効果は全く認められないものがあった。

図6は強弱3段階の強度で舌神経に条件刺激を与えた場合、それぞれの強さに対する舌ひっこめ細胞の逆向性誘発電位の変化を示したものである。舌神経への刺激が強い程、両刺激間隔が短い場合に認められる電位増大効果は大となり、また両刺激間隔が延長した場合の電位減少効果も著明になった。

次に、この様な舌ひっこめ細胞に対する舌神経よりの影響のうち、両刺激間隔がある一定時間以上になった時認められる舌下神経逆向性誘発電位減少機序にIPSPが関与するか否かを検討した。一般にIPSP抑制効果をもつstrychinine(0.08 mg/kg)を静脈注射し、前記舌ひっこめ細胞の反応を記録した。図7に示した如くstrychinine投与約5分後には舌下神経逆向性誘発電位に対する条件刺激の増大効果は著明に大きくなり、両刺激間隔が延長した場合生じる誘発電位の減少効果は明らかに抑制された。この事実から条件刺激が舌下神経核逆向性誘発電位を抑制する機序の1つにIPSPが関与していることが推察出来る。

図7

c. 舌下神経核細胞のシナプス電位

次に細胞内記録によって上記現象を分析した。舌下神経細胞内で観察される逆向性電位は図8Aに示す如きスパイク電位、あるいは図8Bに示す如き後電位に移行する前にdipを持つスパイク電位、また図8C(および D)に示す如く下

図8

行期にdelayed depolarizationを示すスパイク電位が認められた。但し、上記3種のスパイク電位の中で図8Cに示したタイプのものが最も多かった。この様なスパイク電位の形の相違は舌ひっこめ細胞、舌つき出し細胞の区別なく観察された。逆向性スパイク電位により舌下神経細胞内より記録している事を確認した後、舌神経刺激による舌下神経細胞のシナプス電位を記録した。舌神経刺激により舌つき出し細胞では図9Aに示した如き過分極性の電位が記録された。この電位の潜時は短いもので6msec、電位の大きさは舌神経に与える刺激の大きさによって異った。この電位はKCl封入微小電極を用いて記録した場合、次第に過分極から脱分極に変化する事からIPSPであると思われる。既にPorter[2)15)]が指摘する如く、この過分極電位はその下行相にstepが認められた。また、舌つき出し細胞では舌神経に与える刺激が強くなると図9Bに示した如く刺激後20～40msecの潜時をおいてスパイクを生じ

図9

る場合が少数ながら認められた。

一方、舌神経刺激により舌ひっこめ細胞では図10Aに示した如く、小さな脱分極とこれに続く過分極電位が記録出来た。初めの脱分極電位の潜時は短いもので4msecであった。舌神経刺激が強い場合には、この脱分極電位からスパイクを生じる事からEPSPである事が分った。なお、少数例においては脱分極に続く過分極電位がなく脱分極電位のみが記録された。

図10

舌下神経に与えた逆向性刺激により舌つき出し細胞にスパイクが生じている時、これに先行して舌神経に刺激を与えると、それによって生じたIPSPの為に逆向性スパイクの大きさが変化した(図11)。図中Aは舌つき出し細胞の逆向性スパイク。Bは舌神経刺激によるIPSP。Cは舌神経刺激後、時間々隔を次第に変えながら舌下神経に刺激を与えた場合の逆向性スパイクの変化を示している。両刺激間隔が10.5msecの時、逆向性スパイクは

図11

やゝ小さくなったが、更に13.5msecの時、逆向性スパイクはSDスパイクが消えてISスパイクのみとなった。しかし両刺激間隔が17msecになると再びSDスパイクは生じ、32.5msecになるとほゞ対照の逆向性スパイクと同じ大きさに戻った。

IV 考 察

舌運動の反射的調節には舌神経からの求心性信号、ことに舌の一般知覚性信号が極めて重要な役割を果している。すなわち、舌の前2/3の一般知覚を伝える舌神経を切断するとラットは咀嚼に際して舌を噛んでしまう。Carleton[10]はcocaineを用いてヒトの口腔および舌粘膜を麻酔すれば、舌の位置感覚が失われる事を報告した。一方、Schoen[11]、Schoen & Koeppen[12]は視床猫で舌の触あるいは痛刺激が反射的舌運を惹起することを認め、またTarkhan[13]は犬および猫の舌神経を電氣刺激すると舌運動が起る事を観察した。Blom[14]はこの様な舌神経刺激により舌下神経に誘発される反射を舌神経・舌下神経反射と呼んだ。更にPorter[15]およびGreen等[16]は三叉神経刺激により舌下神経核細胞でシナプス電位を記録した。しかし、上記の舌神経・舌下神経反射において舌神経を介する信号が舌下神経核細胞に如何に作用するかの詳細は今日なお十分明らかにされていない。

本実験は舌下神経核細胞をその機能に従って舌つき出し筋支配の細胞と舌ひっこめ筋支配の細胞に分けて考え、舌神経からの信号がこれら2つの細胞群に対してそれぞれ如何に作用するかを明らかにした。すなわち、舌骨舌筋、茎突舌筋等の舌ひっこめに働く筋を支配する舌下神経核細胞の活動は、舌神経刺激により主として先ず促進され続いて抑制された。なお少数のものにおいては促進反応のみを示したものも存在した。これとは逆に頤舌筋等の舌つき出しに働く筋を支配する細胞の活動は同一刺激条件で抑制された。

Blom[3]は連続する2発の刺激を時間々隔を次第に変化させながら舌神経に与えると舌下神経で記録される電位は、2つの刺激間隔が短い間（約10 msec）は第2の刺激による電位が対照（第1の刺激による電位）に比して大きくなり、それ以上刺激間隔が開くと逆に小さくなる事を報告している。Porter[15]は一側舌神経に与えた条件刺激と反対側舌神経に与えた試

験刺激との間隔が短い間は舌下神経線維で記録した反射性の活動電位は増大するが、しかし、両刺激の間隔がある一定時間を越えると逆に減少する事を報告している。また、Green等[1]は三叉神経刺激によって舌下神経核細胞にスパイクが生じると、それに続く数10 msecの間舌下神経刺激により誘発されるこの細胞の逆向性電位が抑制されることを観察した。これらの結果はいずれも本実験における舌ひっこめ細胞の態度と極めて良く一致している。更にPorter[2]は舌神経刺激により舌下神経核細胞では脱分極性、脱分極一過分極性、過分極性および複雑な型の4種のシナプス電位が生ずることを示した。本実験の細胞内記録の結果から考えて、これら4種のシナプス電位の内、前2者は舌ひっこめ細胞からのものであり、過分極性のものは舌つき出し細胞からのものであると云える。

本実験では舌下神経を刺激し、逆向性に誘発させた舌下神経核細胞群の電位を舌下神経

核細胞の興奮性の指標として用いた。脊髄では後根刺激により誘発される前根または末梢筋枝神経の単シナプス性反射放電の大小を指標として運動神経細胞の興奮性を検討することが出来る[17)18)19)]のに対して、舌下神経核細胞では脊髄運動神経細胞における如き単シナプス性反射回路はまだ見出されていないためである。また、この方法は舌ひっこめ細胞と舌つき出し細胞を別々に興奮させるのにも都合が良い。なお、この様に逆向性誘発電位を細胞の興奮性の指標として用いる方法は既に脊髄運動神経細胞の場合にも用いられている。[20)21)22)]

舌下神経刺激により逆向性に誘発させた舌下神経核細胞の電位が、先に舌神経に条件刺激を与えることにより増大するか減少するかは、細胞内記録実験の結果と合せ考えると舌下神経核細胞中に興奮性シナプス後電位（EPSP）が生じるか、あるいは抑制性シナプス後電位（IPSP）が生じるかによる。すなわち、舌神経刺激によって舌ひっこめ細胞

群の誘発電位が増大したことは、これら細胞群に興奮性インパルスによる閾値低下がおこり、逆向性衝撃によって細胞体が発火しやすくなると共に、舌神経刺激が強い場合にはEPSPからスパイクが生じて来るためと思われる。次に、条件刺激を与えることにより舌つき出し細胞群および舌ひっこめ細胞群で認められた逆向性誘発電位の減少は、舌神経刺激によって生じたIPSPのため逆向性衝撃が軸索起始部（IS）から細胞体および樹状突起の太い幹の部分（SD）へ伝播する時に中断されるためと考えられる。更にこの他、IPSPのため逆向性衝撃が軸索の有髄部（M）から無髄のIS部へ伝播しなかったり、あるいはIPSPのため細胞体のスパイク電位が僅かながら小さくなる可能性をも考慮しなければならない。[23] 事実、細胞内記録では舌神経刺激により舌ひっこめ細胞に脱分極一過分極電位を示す細胞と脱分極のみを示す細胞が認められた。また舌つき出し細胞では総て

過分極電位が得られた。

更に、舌ひこめ細胞において逆向性誘発電位の増大後に見られる電位減少効果は、上記の如きシナプス電位による原因の他、舌神経刺激によって生じた正向性スパイクが舌下神経軸索を下降する途中、逆向性スパイクと衝突し、互に相殺し合うことも原因の1つになっているものと思われる。なお、cranial motor axonは殆ど側枝を有しないので[24)25)]、Renshaw型細胞による反回性抑制は殆ど無視出来る。

舌神経刺激により舌下神経核細胞内より記録したシナプス電位の最短潜時は4msecであった。一方、舌神経刺激による三叉神経知覚核細胞の反応潜時は1.8～2.4msec（平均2.0msec）であったので、三叉神経知覚核での2次ニューロンから舌下神経核細胞にインパルスが達する為には、平均2.0msec.かかることになる。これら2細胞間に介在細胞が1つ存在すると仮定すれば伝導時間は実測値に一致する。すなわちtri-synaptic pathwayであることが推察される。しか

し、最近 Porter[15] は更に潜時の短いシナプス電位を記録し、最短の反射回路が disynaptic pathway である事を推察している。Woodburne[26]、Stewart & King[27] は組織学的研究により三叉神経脊髄路核から舌下神経核へ投射する神経線維の存在を確認しているが、この様な神経線維が上記の如きシナプスの少い反射回路を構成するのに関与しているのであろう。

舌ひっこめ細胞の逆向性誘発電位は舌神経刺激により主として初め増大し、続いて減少したが、舌神経への刺激の強さを如何に調節しても これら両効果の内、一方のみを得る事は出来なかった。この事実から、初めの増大効果を起すのに関与する神経細胞が一方ではその側枝によって revebrating circuit を形成し最後に抑制性介在細胞を介して舌下神経に接続している可能性が考えられる。

V. 総括

除脳・除小脳猫を用い舌下神経の興奮が舌下神経核細胞に対しいかに影響をおよぼすかを検討した。

記録電極（3M－KCl封入微小ガラス電極）を延髄舌下神経核に挿入し，舌下神経に試験刺激を与えて逆行性の誘発電位を記録した。先行する條件刺激を舌神経に与えて，舌下神経核中の逆行性誘発電位が條件刺激を与えなかった時に比べいかに変化するかを観察し分析した。得た結果は概略次の通りである。

1. 舌つき出し筋を支配する舌下神経核細胞の逆行性誘発電位は主として核の内側部および外腹側部から，舌ひっこめ細胞のそれは核の背外側部で記録できた。

2. 舌ひっこめ細胞の誘発電位は條件刺激と試験刺激の2つの刺激間隔が短かい間は増大し，ある程度をこえると逆に減少した。舌つき出し細胞の誘発電位は條件刺激によって抑制された。

3. 細胞内記録により，舌神経刺激によって，舌下神経核中の舌つき出し細胞にはIPSPが，舌ひっこめ細胞にはEPSP－IPSPもしくわEPSPのみが誘発されることを確認した。

4. 舌神経と舌下神経核細胞との間にはその潜時よりみて，すくなくとも3個のシナップスを介するものと推察される。更にreverberating circuitの存在することをも考察した。

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，併せて本実験を行うに当り種々御協力を戴いた高田充講師および口腔生理学教室員諸兄に厚く感謝します。

Ⅵ 文 献

1. Green,J.D. and K.Negishi(1963) Membrane potentials in hypoglossal motoneurons. J.Neurophysiol. 26, 835-856

2. Porter,R. (1965) Synaptic potentials in hypoglossal motoneurones. J.Physiol. 180, 209-224

3. Blom,S. (1960) Afferent influences on tongue muscle activity; A morphological and physiological study in the cat. Acta Physiol. Scand. Suppl. 170, 1-97

4. Barnard,J.W. (1940) The hypoglossal complex of vertebrates. J.Comp.Neurol. 72, 489-524

5. Goldin,L.(1934) Zur Frage d. Zusammensetzung d. Hypoglossus Kernes und über die Zellengruppen, die mit seinen Wurzeln topographisch Zusammenhängen. Ant.Anz. 78, 81-89

6. 林本勇(1960)食肉類舌下神経核の比較解剖学的研究. 神医大紀 20巻. 394 - 408

7. Kosaka,K. and K.Yagita(1903) Experimentelle Untersuchungen über die Ursprung des Nervus Hypoglossus und seines absteigendes Astes. Jahrb.f.Psychiat.und Neur. 24, 150-189

8. Stuurman,F.J. (1916) Die Lokalization der Zungen Muskeln im Nucleus hypoglossi. Anat.Anz. 48, 593-610

9. Morimoto,T.,Kato,I and Y.Kawamura(1966) Studies on functional organization of the hypoglossal nucleus. J.Osaka Univ.Dent. Sch. 6,75-78

10. Carleton,A.(1938) Observations on the problem of the proprioceptive innervation of the tongue. J.Anat. Lond. 72, 502-507

11. Schoen,R.(1931) Untersuchungen über Zungen- und Kieferreflexe. I. Mitteilung: Der Kieferzungenreflex und andere propriozeptive Reflexe der Zunge und der Kiefermuskulatur. Arch.exp.Path. Pharm. 160,29-48

12. Schoen,R. und S.Koeppen(1931) Untersuchungen über Zungen- und Kieferreflexe. II. Mitteilung: Exterozeptive Reflexe und ihre wechselnde Schaltung. Arch.exp.Path.Pharm. 160,343-368

13. Tarkhan,A.A.(1936) Uber das Vorhandensein afferenter Fasern im Nervus hypoglossus. Arch.Psychiat. Berlin,105,475-483

14. Blom,S. and S.Skoglund(1959) Some observations of the control of the tongue muscles. Experientia 15, 12

15. Porter,R.(1967) The synaptic basis of a bilateral lingual-hypoglossal reflex in cats. J.Physiol.190,611-627

16. Green,J.D.,Groot,J. and J.Sutin(1957) Trigemino-bulbar

reflex pathway. Am.J.Physiol. 189,384-388

17. Lloyd,D.P.C.(1946 a) Facilitation and inhibition of spinal motoneurons. J.Neurophysiol. 9, 421-438

18. Lloyd,D.P.C.(1946 b) Integrative pattern of excitation and inhibition in two-neuron reflex arcs. J.Neurophysiol. 9, 439-444

19. Hagbarth,K.E.(1952) Excitatory and inhibitory skin area for flexor and extensor motoneurones. Acta phsiol.Scand. 26, Suppl. 94,1-58

20. Renshaw,B.(1942) Effects of presynaptic volleys on spread of impulses over the soma of the motoneurone. J.Neurophysiol. 5,235-243

21. Renshaw,B.(1946) Observation on interaction of nerve impulses in the gray matter and on the nature of central inhibition. Am.J.Physiol.146,443-448

22. Brooks,C.M. and J.C.Eccles.(1948) Inhibition of antidromic responses of motoneurones. J.Neurophysiol.11,431-444

23. Coomb,J.S.,Eccles,J.C. and P.Fatt (1955) The inhibitory suppression of reflex discharges from motoneurones. J.Physiol. 130,396-413

24. Cajal,S.R.(1909) Histologie du systeme nerveux de l'homme et des vertebres. Paris,A.Maloine, I: XIV-986

25. Lorente de No,R.(1933) Vestibulo-ocular reflex arc. Arch.Neur. and Psychiat. 30,245-291

26. Woodburne,R.T. (1936) A phylogenetic consideration of the primary and secondary centers and connection of the trigeminal complex in a series of vertebrates. J.Comp.Neur. 65,404-501

27. Stewart,W.A. and R.B.King(1963) Fiber projection from the nucleus caudalis of the spinal trigeminal nucleus. J.Comp. Neur. 121,271-286

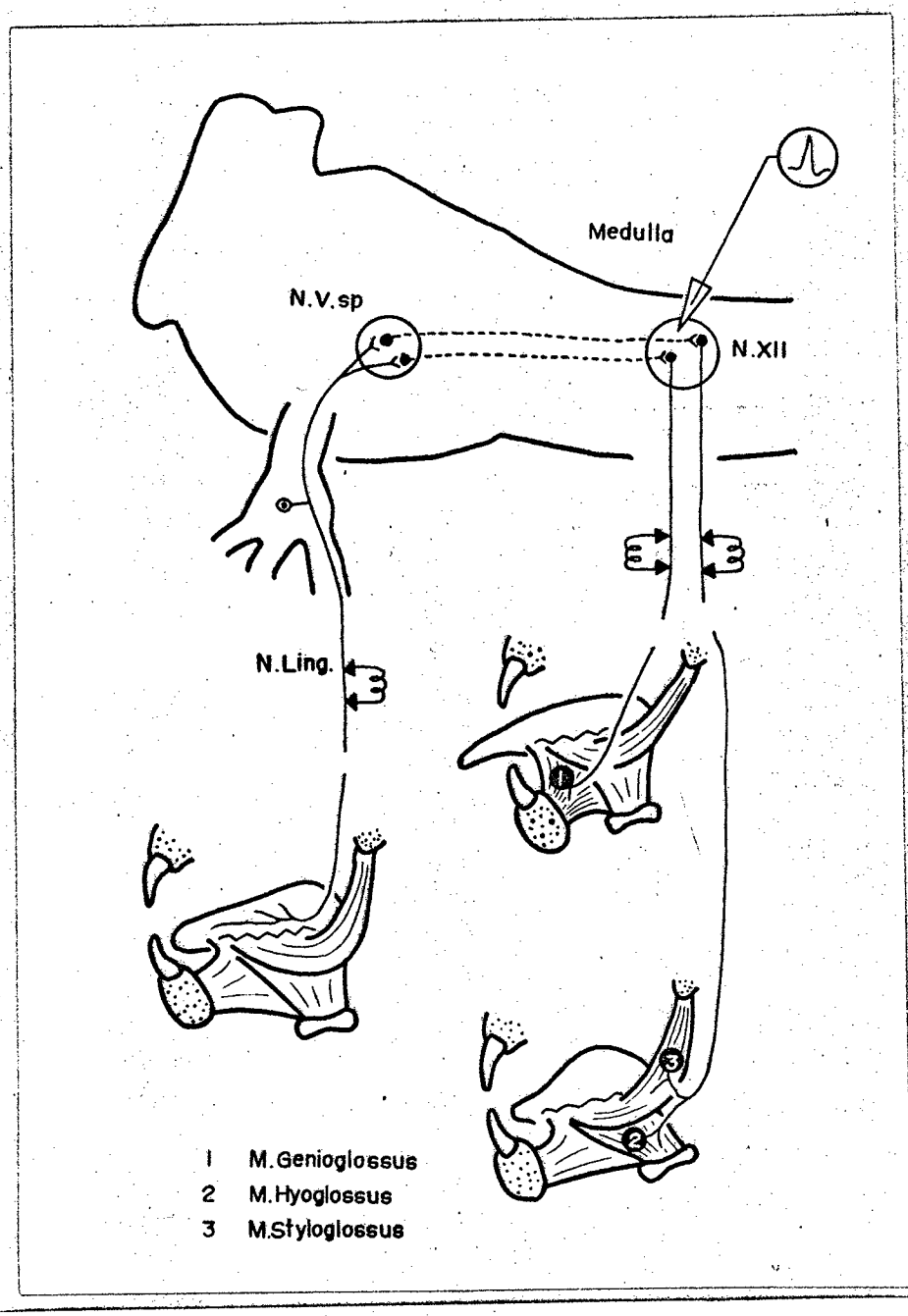

Fig. 1. Schematic diagram of experimental procedures. The conditioning stimulus was applied to the lingual nerve and the test stimulus was applied to the hypoglossal nerve.

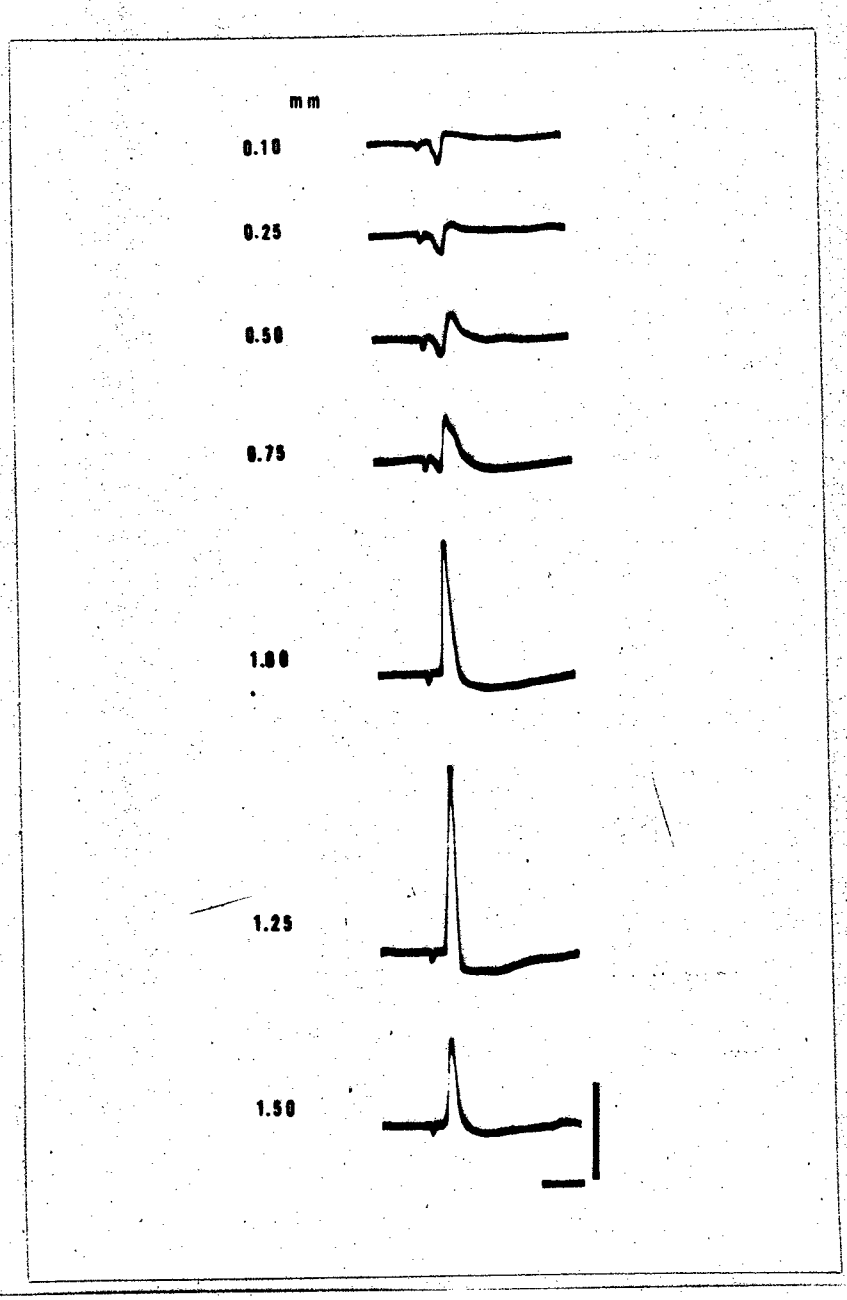

Fig. 2. Bulbar responses by antidromic stimulation of the hypoglossal nerve. Arabic numerals in the figure indicate the depth from the bulbar surface. Maximum response of negative deflexion was usually recorded in the hypoglossal nucleus at a depth of aroud 1.00 and 1.25 mm from the bulbar surface.

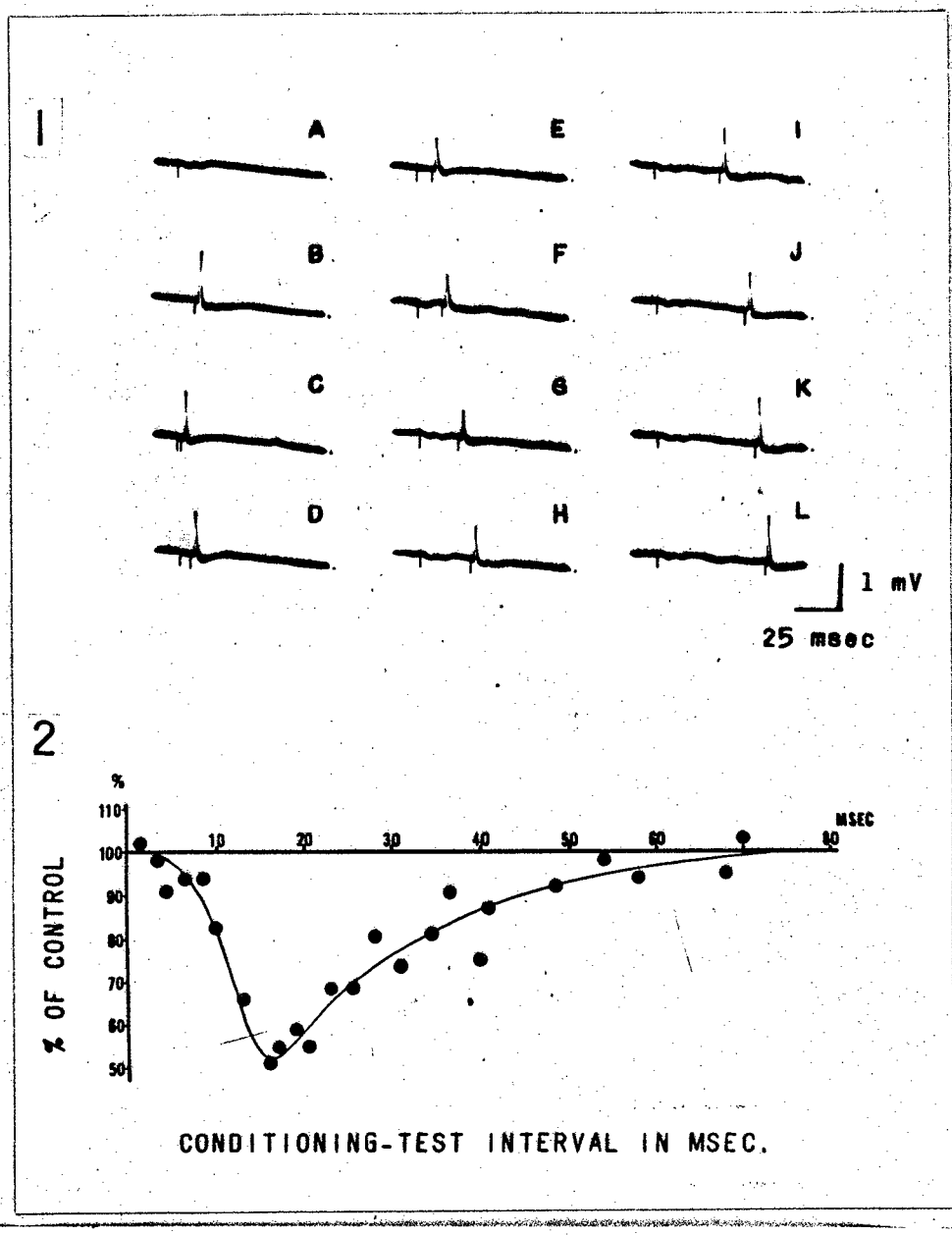

Fig. 3. Response pattern of tongue protrusive motoneurons. A: Response to lingual nerve stimulation (An orthodromic potential). B: Response to hypoglossal nerve stimulation (An antidromic potential). C - L: Response pattern when the time interval between conditioning and test stimulus was successibly prolonged.

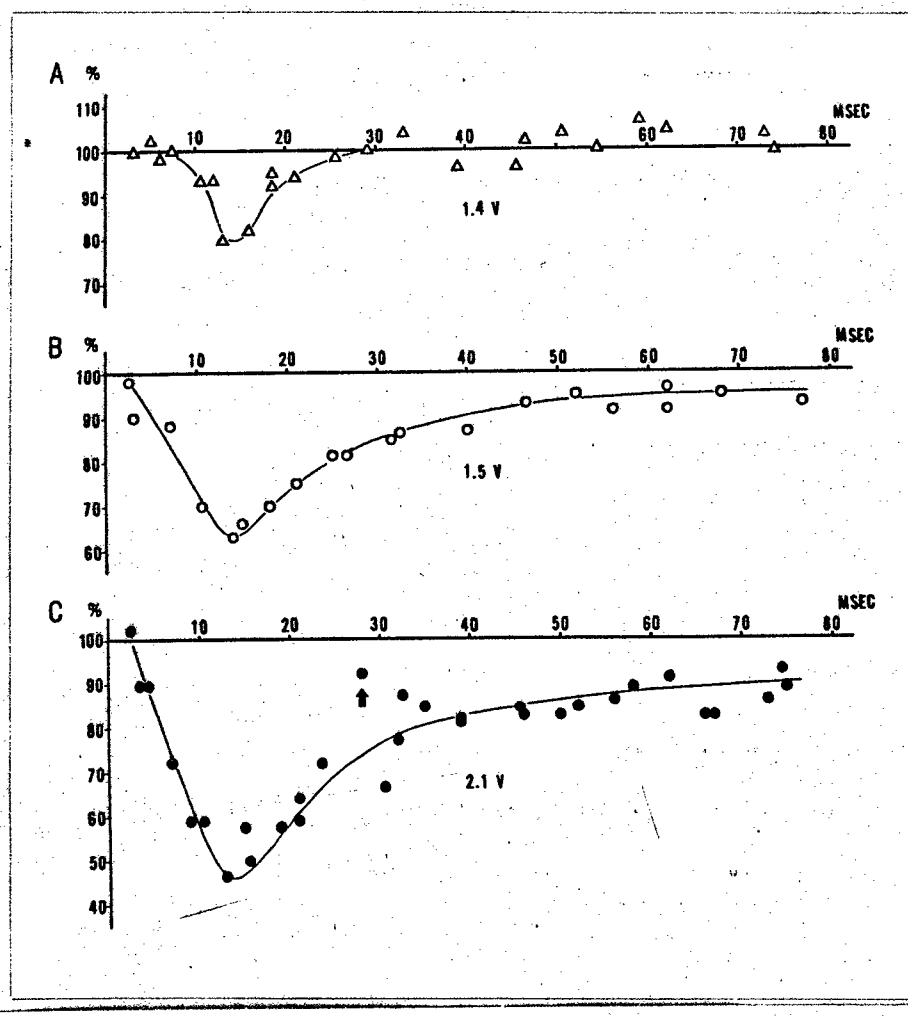

Fig. 4. Relations between intensity of conditioning stimulus and effects on antidromic hypoglossal potentials.

A: 1.4 volt stimulus, B: 1.5 volt stimulus, C: 2.1 volt stimulus. The intensity of conditioning stimulus became stronger, the effects was enhanced.

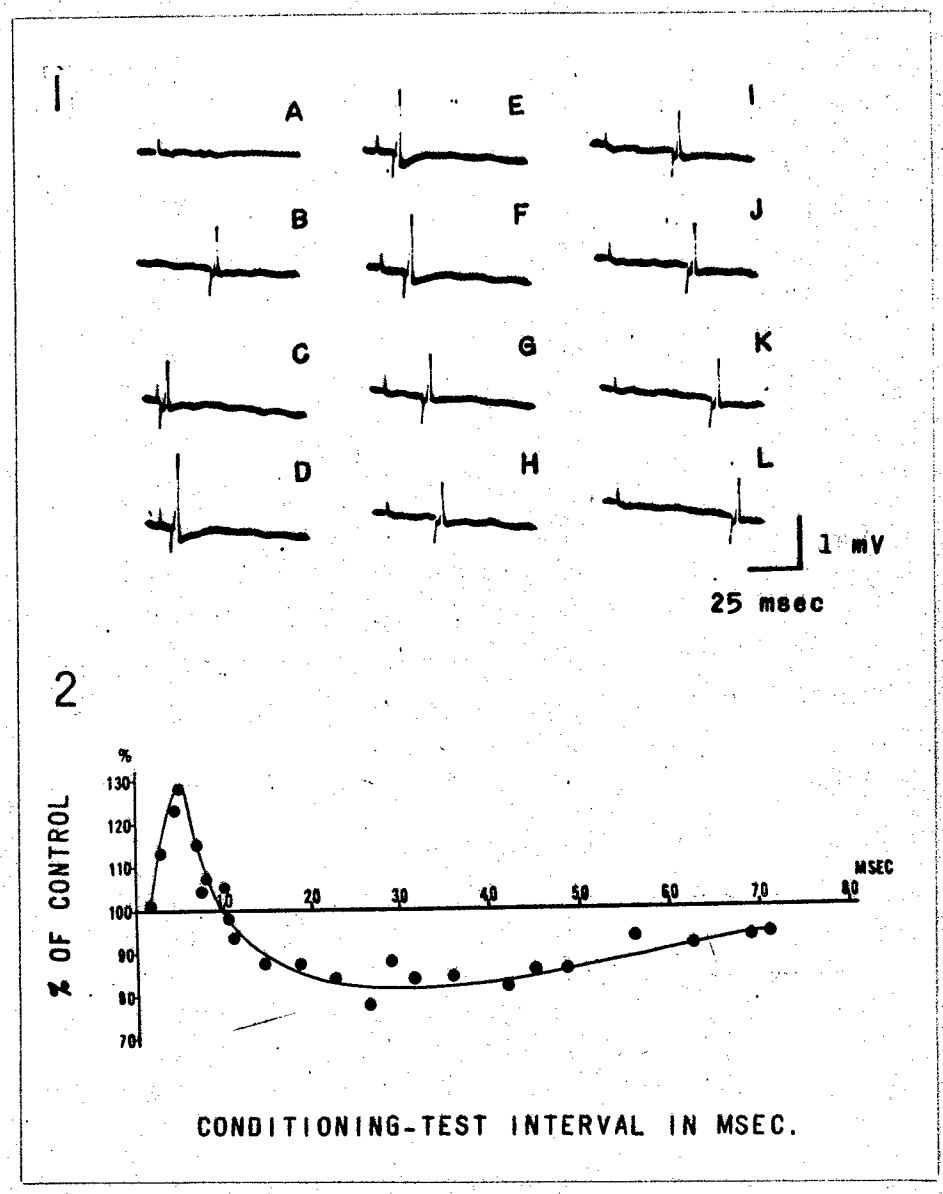

Fig. 5. Response pattern of tongue retractive motoneurons. A: Response to lingual nerve stimulation (An orthodromic potential). B: Response to hypoglossal nerve stimulation (An antidromic potential). C - L: Response pattern when the time interval between conditioning and test stimulus was successibly prolonged.

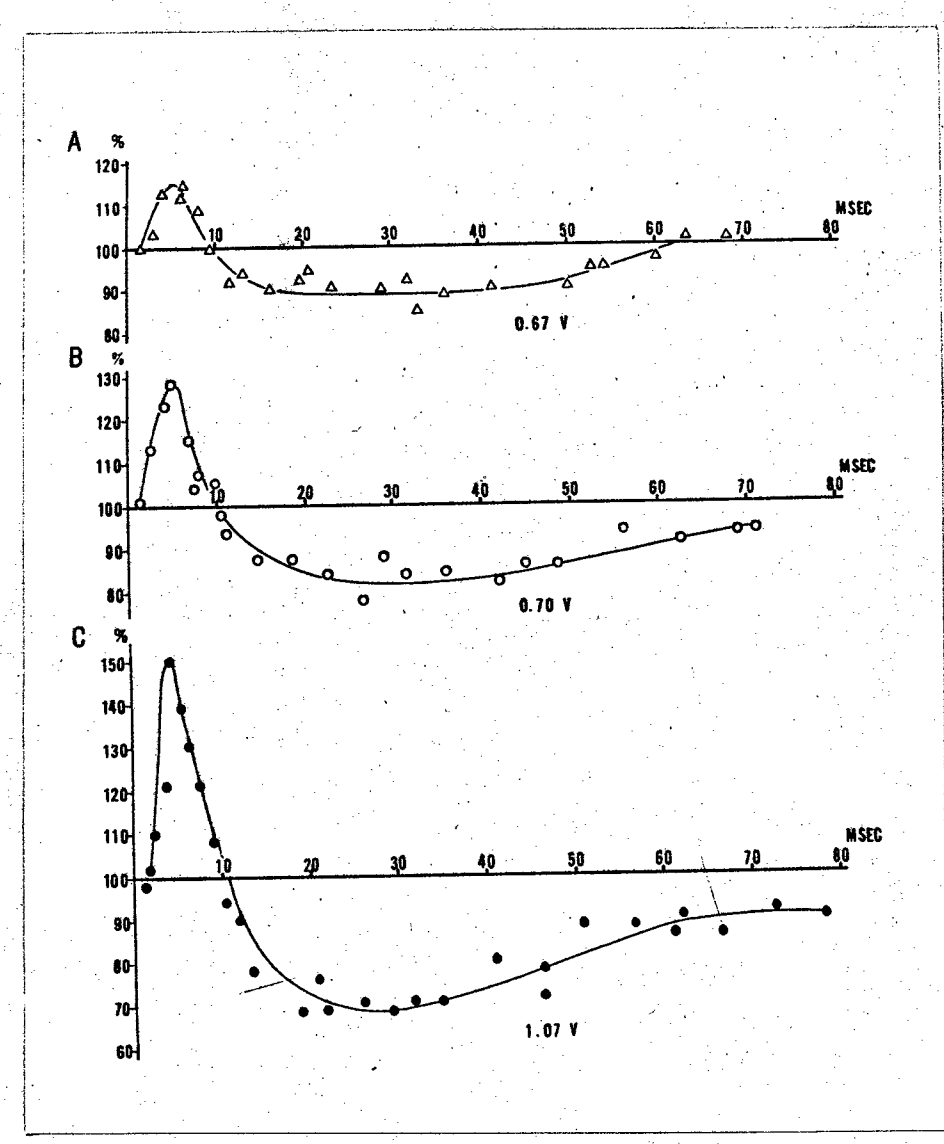

Fig. 6. Relations between intensity of conditioning stimulus and effects on antidromic hypoglossal potentials.

A: 0.67 volt stimulus, B: 0.70 volt stimulus, C: 1.07 volt stimulus.

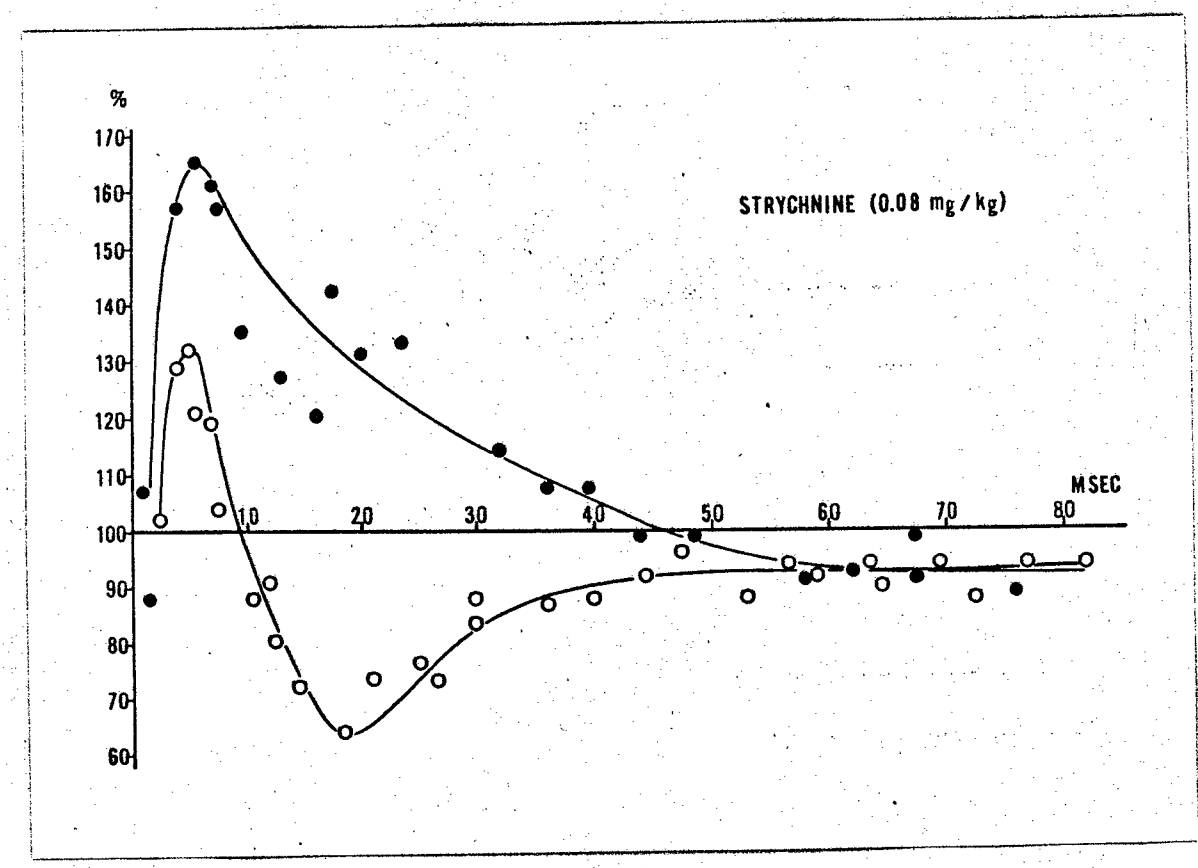

Fig. 7. Effect of strychinine injection on activity of tongue retractive motoneuron.

Initial increasing effect of the conditioning stimulus became prominent and successive decreasing effect was suppressed.

Round circle: before injection

Solid circle: 5 minutes after struchinine injection

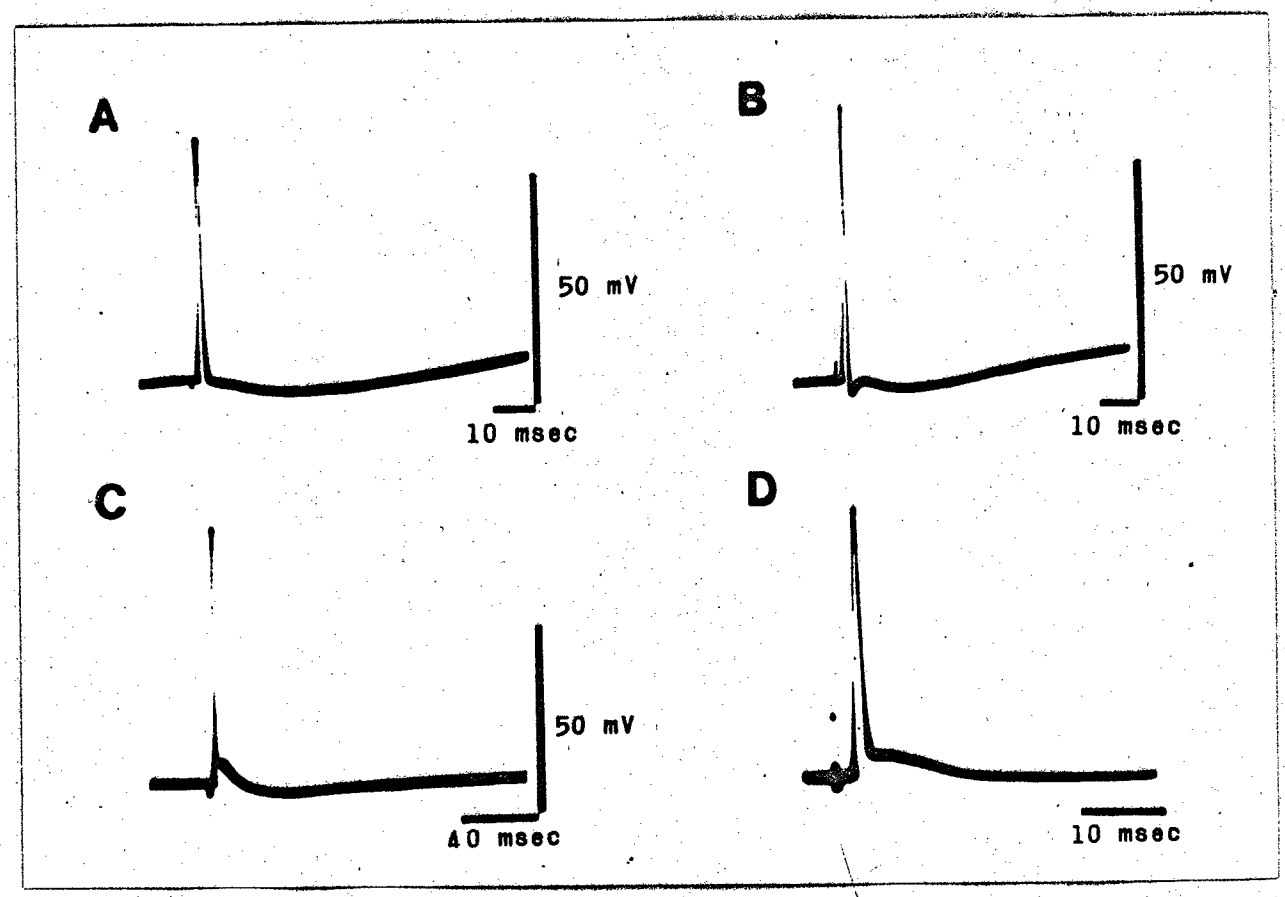

Fig. 8. Various antidromic spike potentials of hypoglossal motoneurons.

A: Spike potential with an after-negativity and without any interposed dip. B: Spike potential with a positive dip on the falling phase. C: Spike potential with so-called delayed depolarization. D: D were obtained at faster speed than those to the C.

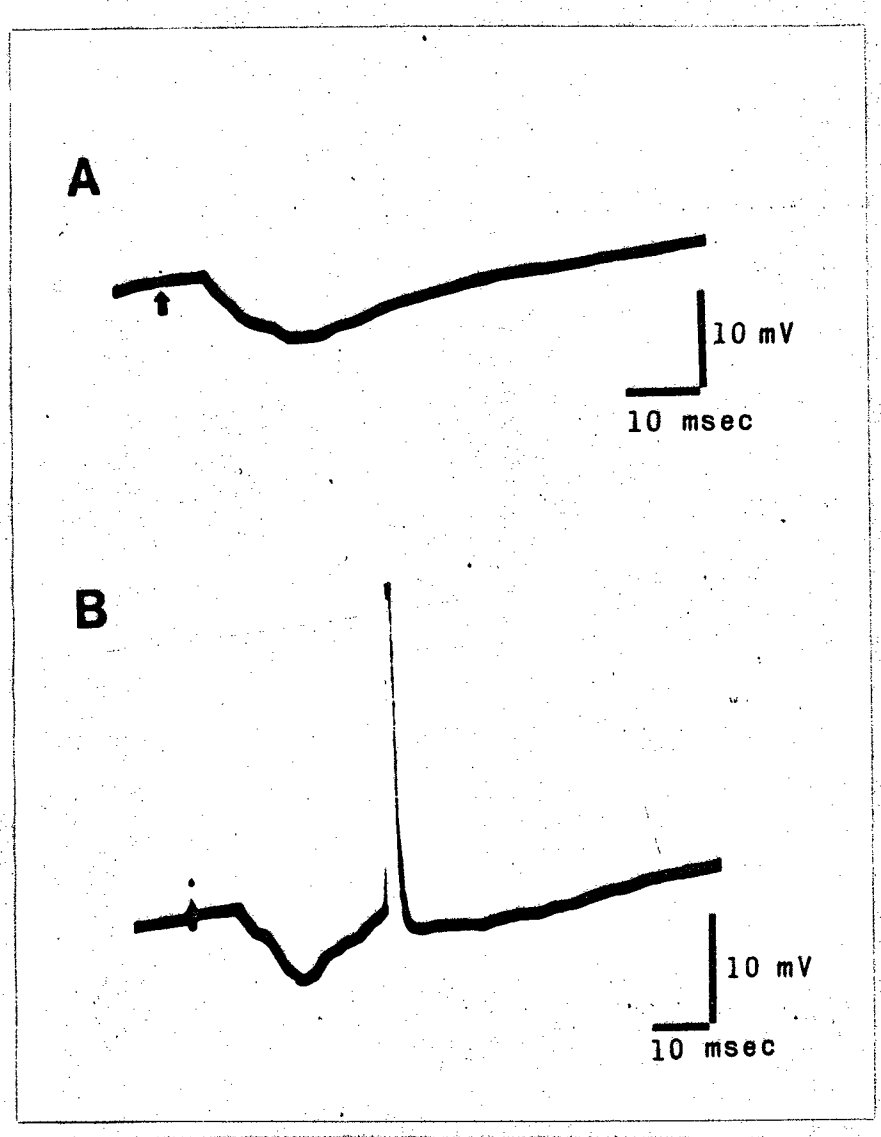

Fig. 9. Synaptic potential of tongue protrusive motoneuron.

A: Hyperpolarization

B: Spike potential induced by strong lingual nerve stimulation.

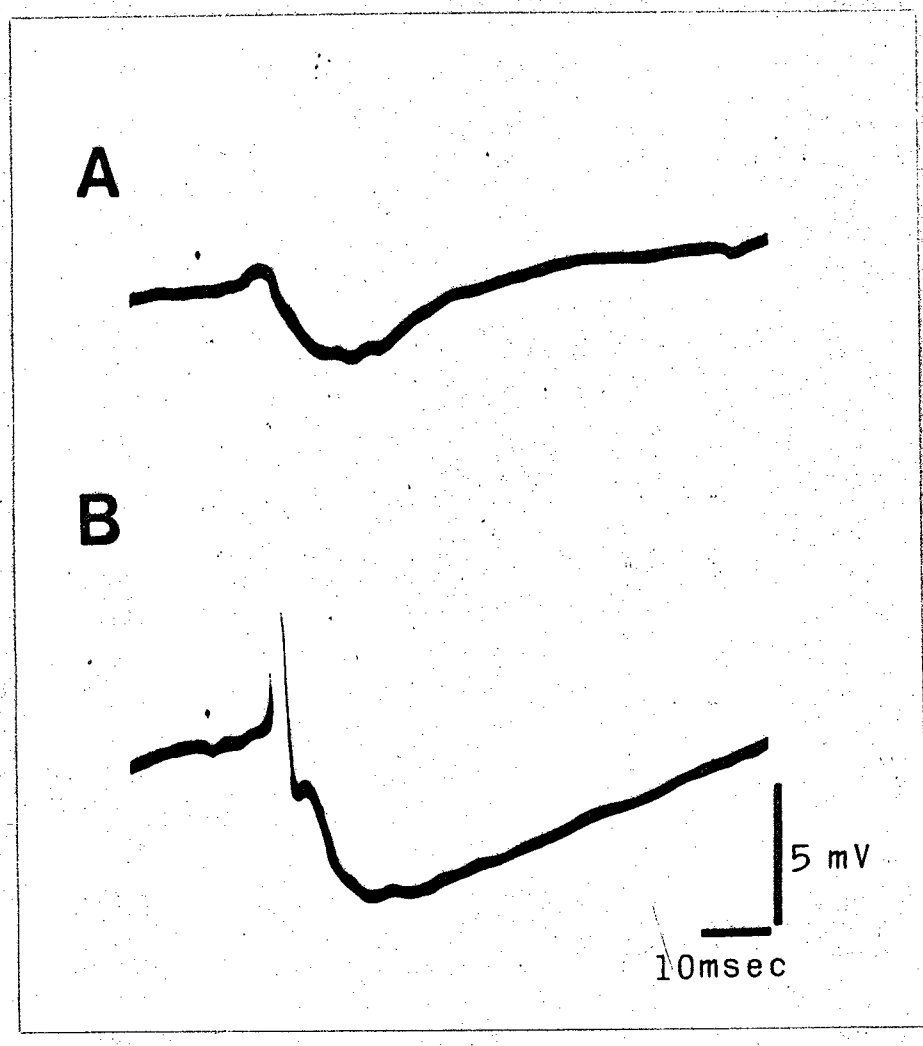

Fig. 10. Synaptic potential of tongue retractive motoneuron.
A: Small depolarization and successive hyperpolarization.
B: Spike potential induced by strong lingual nerve stimulation.

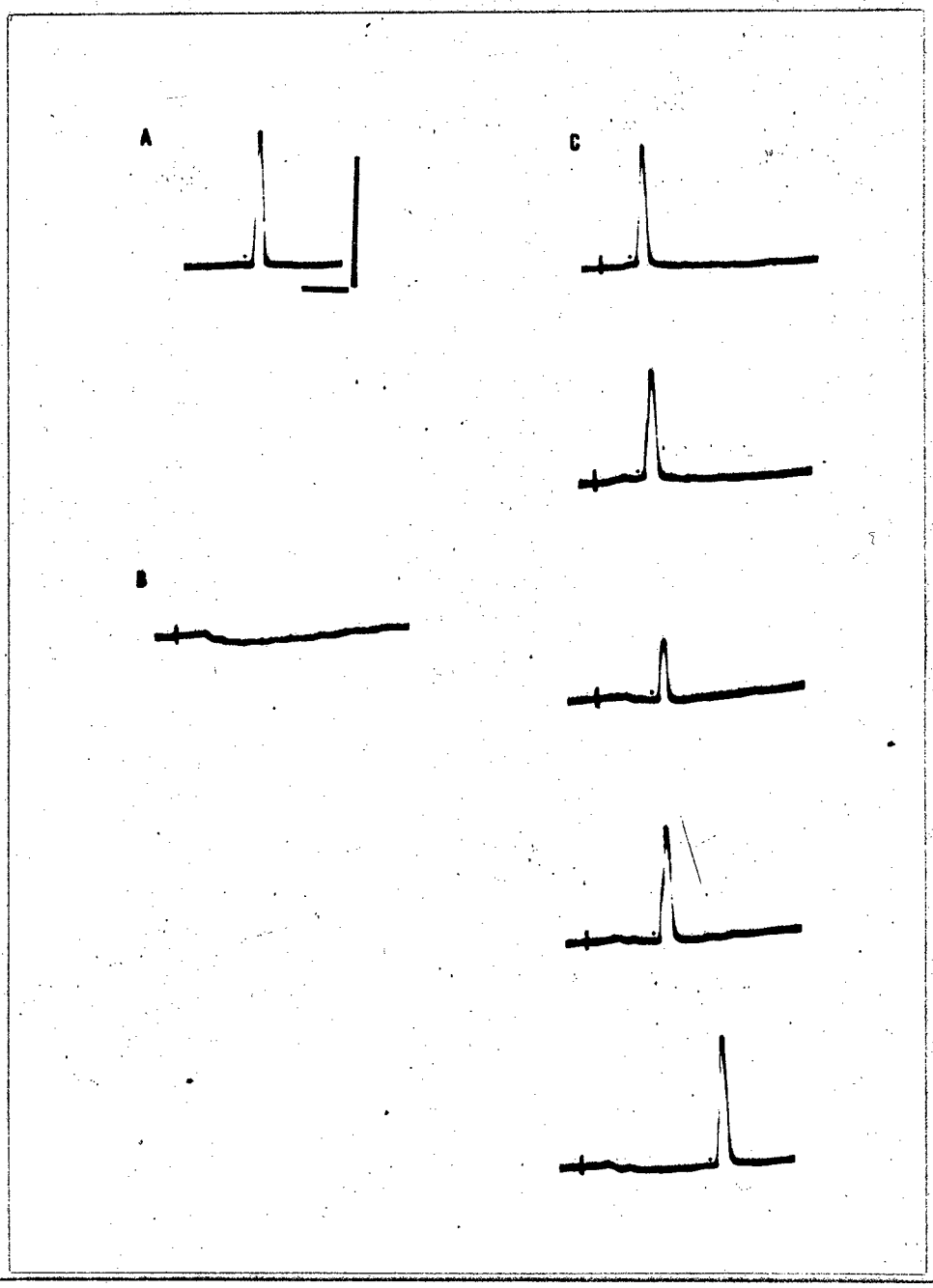

Fig. 11. Effect of IPSP on tongue protrusive motoneuron.

A: Antidromic spike potential of the tongue protrusive motoneuron.

B: IPSP by lingual nerve stimulation

C: Series of record of antidromic spike height in various interval of lingual nerve and hypoglossal nerve stimuli.