

—原 著—

口腔粘膜および皮膚の動き受容器の受容野と閾値

島田久八郎 北田泰之

真貝富夫* 亀田和夫

新潟大学歯学部口腔生理学教室（主任：島田久八郎教授）

（昭和51年6月14日受付）

Receptive Field and Threshold of Mechanoreceptors in Oral Mucosa and Skin

Kyuhachiro SHIMADA, Yasuyuki KITADA,

Tomio SHINGAI* & Kazuo KAMEDA

Department of Physiology, Niigata University School of Dentistry

(Director: Kyuhachiro Shimada)

緒 言

口腔粘膜の感覚が口腔機能に重要な役割を果していることは言うまでもなく、臨床的にも口腔治療時に行われる麻酔により発声や咀嚼運動が一時的に障害されることからよく理解される。しかしながら口腔粘膜の感覚の知見は皮膚に比べ乏しく、また従来業績は形態学的検索が多く電気生理学的究明が少なかった。そこで本論文では電気生理学的立場から口腔粘膜の動き受容器の性質を調べた。そして感覚単位の受容野の広さとその口腔内分布、閾値、刺激の強さと受容器の応答を明らかにしたので報告する。口腔粘膜の性質は皮膚も同時に研究し比較することにより一層明らかになった。また口腔粘膜や皮膚の機械的刺激には刺激の強さを力で表現する場合と変位の大きさで表現する場合とがあるが、われわれはこの二つの刺激法による反応を比較した。刺激面積の違いで反応に変化が認められたが、この点については皮膚の機械的性質および受容野の感覚点の分布構造よ

り考察をおよぼした。

実 験 方 法

ウシガエル (*Rana catesbeiana*) およびヒキガエル (*Bufo bufo japonicus*) より口腔粘膜・神経標本および皮膚・神経標本を作った。口腔粘膜・神経標本は口蓋粘膜を用い口蓋神経は神経孔より末梢部で切断した。また下腿部および背側部より皮膚・神経標本を作った。これらの標本はいずれも中枢端に近い神経束の一部から1-5本の神経線維を微細な針を使って分離し、他の神経線維は取り除いた。一端に銀板の電極を取り付けたコルク板の上に口腔粘膜または皮膚を載せた。コルク板の一辺と向いあうアクリル板を置いた。コルク板の面とアクリル板の面は水平にし、両者の接近距離が約1 mm以内になるようにアクリル板を移動させた。アクリル板の一端にはコルク板と同様銀板の電極を置いた。実体顕微鏡下で分離した数本の神経線維がコルク板とアクリル板の間に位置するように神経束の中枢端をアクリル板の上に載

* 現在の所属 秋田大学医学部生理学第二教室

Department of Physiology, School of Medicine Akita University.

せた。生体と電極の電気連絡にはコルク板、アクリル板のそれぞれに Ringer 液を含んだ脱脂綿を用いた。分離された神経線維の興奮は増巾器（日本光電, AVB-2）を介して陰極線オシロスコープ（日本光電, VC-7）に導びかれた。

機械的刺激は von Frey 型刺激毛, 上山 (1960) 1) の平衡型刺激法およびスピーカの可動コイルを使用した。前二者は刺激の強さを力で測定するときに, また後者は変位で測定する時に用いた。von Frey 型刺激毛は刺激の弱いものにはネコの体毛 (直径 $20\ \mu$) を使い, 強いものには直径 $85\text{--}320\ \mu$ のナイロン製のものを使用した。より広い面積を刺激するにはナイロンの先に小型の円柱状コルクをつけた。力の強さは刺激毛の長さを変化させることにより変え秤量天秤で直接力を測定しておいた。この力が一定であることはある程度のたわみが生ずるまで押しつけることによって確認した。平衡型刺激法は広い面積の刺激に使用した。

変位刺激は図 1 に示すようにスピーカの可動コ

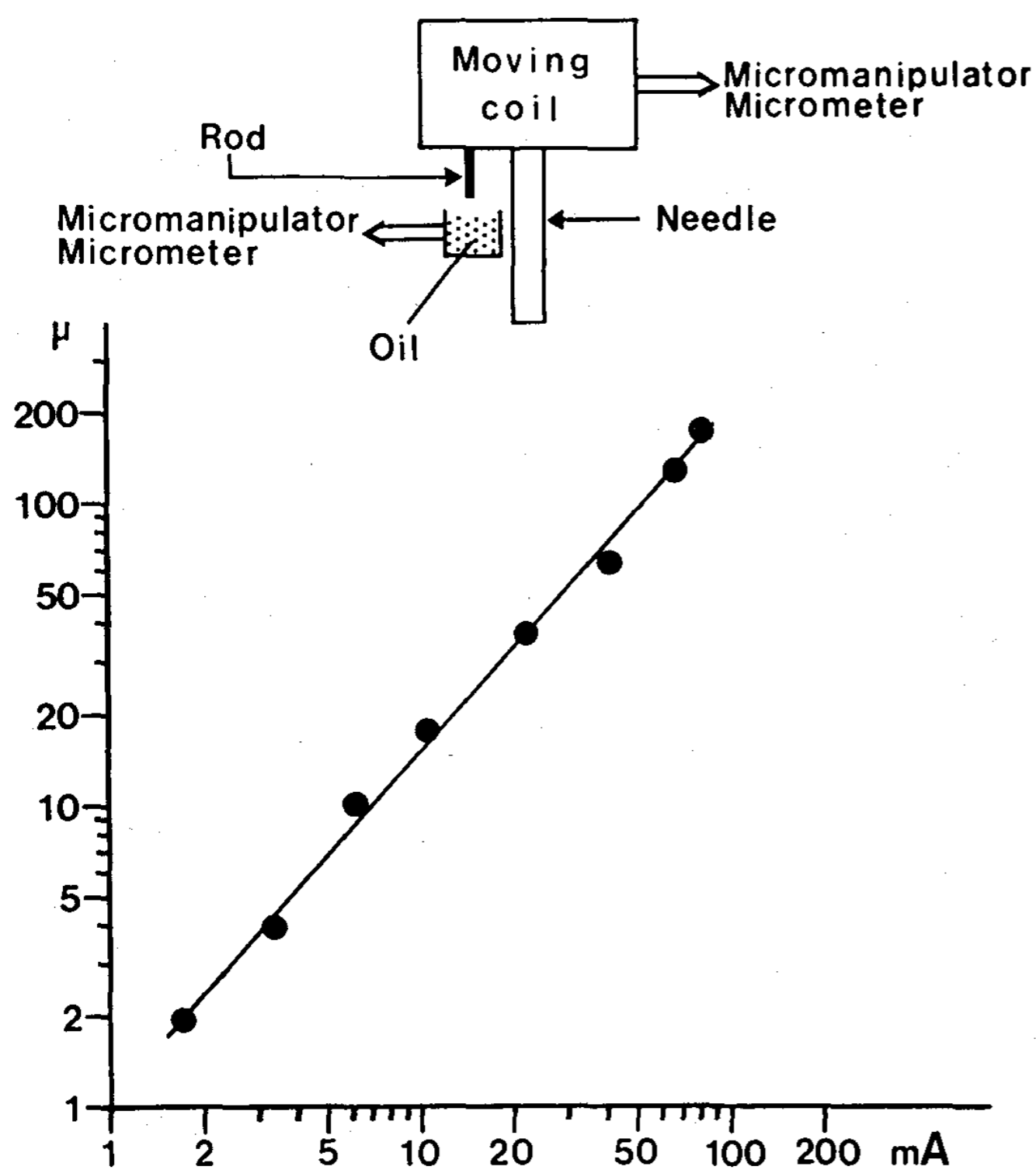


図 1 可動コイルによる変位刺激法

可動コイルを用い, 変位刺激を与える際の配置と変位の測定の原理を示す (詳細本文)。下のグラフは可動コイルに流れる電流の強さと刺激針の移動距離との関係である。

イルにとりつけた刺激針により与え, このコイルは急激な立上がりをもつ直流電流により駆動された。変位刺激の大きさの較正は次の様にして行った。可動コイルには刺激針の近傍に刺激針と平行にわずかに突出した指針 (Rod) が堅固に取付けられ, 一方この下にマイクロメータ付のマニピレータで上下される油の小箱が置かれ, 油の表面と指針の先端が触れた時の油の小箱の位置をマイクロメータで読めるようにした。可動コイルに電流を流す前後にこの位置の測定を行い移動前後の位置の差を求め, それを刺激針の移動距離 (変位刺激の大きさ) とした。一定電流が流れる限り刺激針の先端は定位置にあり, 電流の強さと刺激針の移動距離との関係は図 1 に示すごとく直線になる。コイルは十分強い力で動かされるので被刺激体が皮膚であっても, また口腔粘膜であっても, その機械的性質にかかわらず電流と移動距離との関係は常に一定であった。

刺激針の断面はほぼ円形で, その先端の直径は $96\ \mu$ と $712\ \mu$ のものを使用した。閾値の測定には刺激針の最初の位置を丁度皮膚または口腔粘膜面上に置くことが難しいので次の様な方法を行った。まず刺激針を実体顕微鏡下で十分皮膚に近付けて最初の一発の衝撃を発生させるに必要な刺激針の移動距離 (変位の大きさ) を測定した。次に刺激針を最初の刺激時よりもわずかに皮膚に近付けた位置から再び興奮に必要な変位を測定した。もし, その変位が皮膚に対して近付けた分だけの減少をみるならば刺激前の刺激針の位置が皮膚に接触していなかったものと考えて更にわずかに刺激針の位置を皮膚に近付けて同様の測定を行った。この様な手続きを繰返すとある点で急に興奮に必要な変位は一定値となった。この状態において刺激前の刺激針の位置が丁度皮膚と接触したものとみなして, この変位の大きさを閾値とした。

すべての実験は室温 $22^{\circ}\text{C}\text{--}25^{\circ}\text{C}$ のもとで行われた。

結 果

I. 受容野および感覚点

A) 口腔粘膜

あらかじめ先端の柔い細筆で口腔粘膜または皮膚を撫で細筆の機械的刺激に応じる部位を見つけた。次により綿密に受容野を測定するには閾値以上の von Frey 型刺激毛を使用した。この刺激毛の直径は 115μ , 力は全量で 255 mg (24.3 g/mm^2) であった。そこでこの刺激毛で受容野の境界を探し出してから, 更にその受容野のいろいろな部位に刺激を与え受容野内の部位による反応を詳しく検索した。その結果 von Frey 型刺激毛で刺激した時, 特に多くの衝撃を発生する限局した点状の部位が受容野内で散在していることがわかった。われわれは von Frey 型刺激毛で求められたその様な敏感な部位をここでは感覚点と呼ぶことにする。感覚点は口腔粘膜および皮膚で共に見出された。受容野の実例とその内部における感覚点の分布を図2で示した。図の a-c は口腔粘膜における感覚点がそれぞれの受容野内で斜線で示さ

れており, a は受容野が小さく, その受容野が感覚点そのものであるとみなされた。図2の b は感覚点が2個あり感覚点と感覚点の間は約 0.1 cm の隔りがあるが感度の鈍い狭い受容野で連絡されており, c (受容野の広さ 7 mm^2) は口腔粘膜では比較的広い受容野に属しており, この受容野内には数個の感覚点が見出された。

図3は口腔粘膜における受容野の分布図で多数の標本で得た結果を一つの図にしたものである。辺縁部, 前方部と咽頭側の境界を一応示すため破線を施してある。辺縁部は隆起した髪をなし, 前方部は軟骨を覆う薄い粘膜であり, 咽頭側に位置する口腔粘膜は厚く髪が多く口腔粘膜は実験中直接にコルク板の表面と接していた。図3に見られるように狭い受容野 (0.008 mm^2) から広い受容野 (23 mm^2) までのいろいろな広さの受容野が得られた。口腔粘膜の感覚単位の受容野の広さの分布は図4の実線で示されている。最も多く見出された

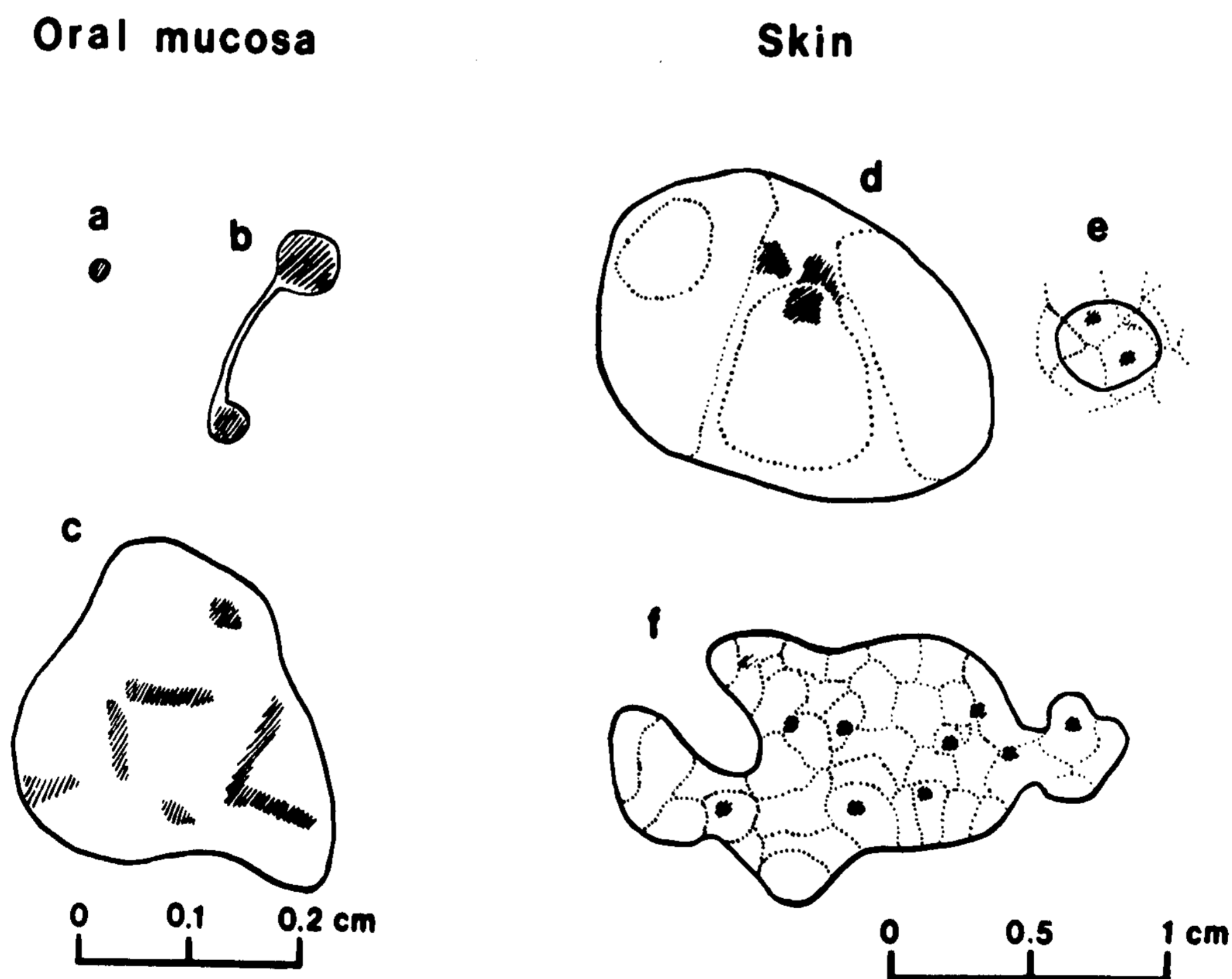


図2 感覚単位の受容野とその内部における敏感な感覚点の分布

a-c: 口腔粘膜 d-f: 皮膚

感覚点は斜線で示した。感覚点をただ一個しか含まないもの (a) や2-3個に分かれているもの (b, d, e) また多数個の感覚点を含むもの (c, f) などがある。受容野内の破線は皮膚におけるいぼ状隆起の境を示す。左下のスケールは a, b および c に, 右下のスケールは d, e および f に対応する。

Receptive fields

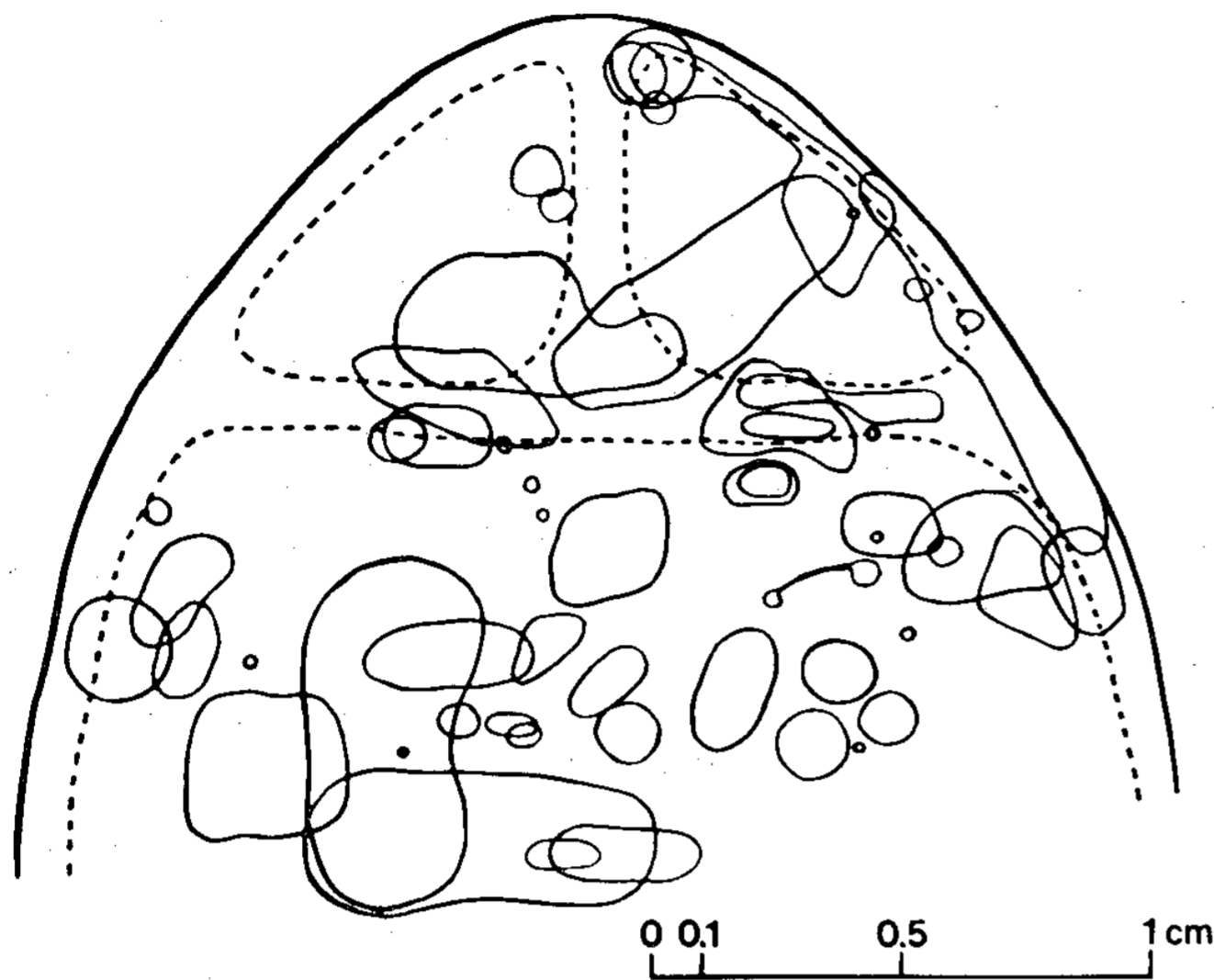


図3 口腔粘膜における受容野の分布図
多くの個体で受容野の測定された感覚単位のすべてを一つの図にまとめて表わしてある。

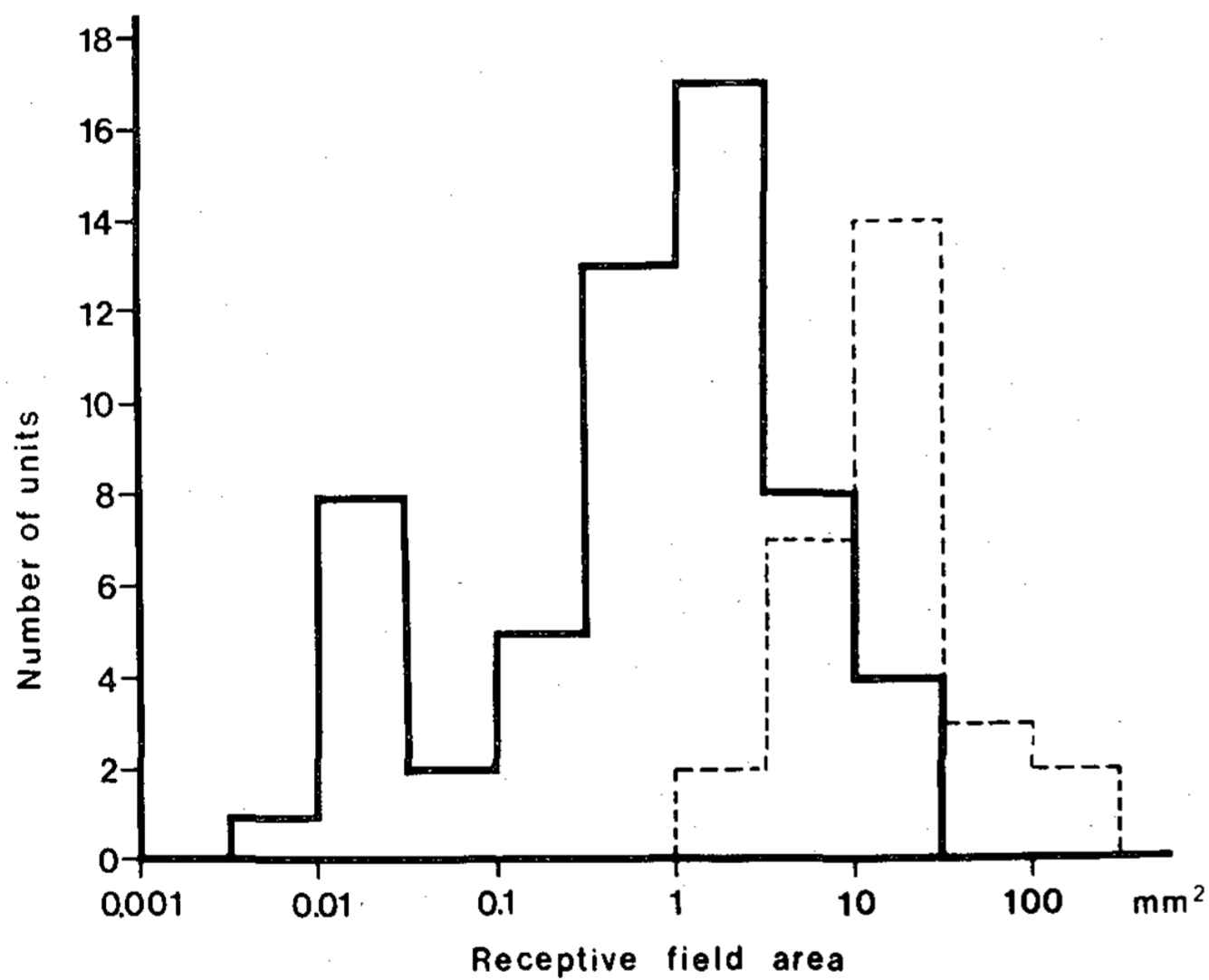


図4 口腔粘膜（実線）および皮膚（破線）における感覚単位の受容野の広さ分布

口腔粘膜の受容野は神経孔より末梢部の単一神経線維で測定した。横軸：感覚単位の受容野の広さ。縦軸：感覚単位の数。

受容野は 1 mm^2 から 3 mm^2 までのものであった。

ヒトの口腔感覚では口腔内部の奥の部位より口唇部に近い方が感度がよい。このような感度の相違の原因の一つとして受容野の広さが関係すると考えられる。カエルでこのような期待のもとに、口腔粘膜を図3の点線で示すような前方部と咽頭部の2つの部位に分けて受容野の広さの分布を別

々に求めてみた。しかし分布に特別の差は認められず、前方部も咽頭部も図4の実線と類似したものであった。

しかしながら口腔粘膜の受容野を、体の他の部位たとえば次に述べられている下腿部や背側部の皮膚の受容野と比べると、図4で示すように明らかな相違が認められた。

B) 皮膚

皮膚の受容野を調べるためには口腔粘膜で使用したものと同一の von Frey 型刺激毛を用いた。図4の破線は皮膚における感覚単位の受容野の広さの分布である。 3 mm^2 の狭い受容野から 130 mm^2 までの広い受容野が得られた。およそ 20 mm^2 の広さの受容野を持つ感覚単位が最も多く皮膚の受容野は一般に口腔粘膜（実線）の受容野より広い。皮膚の受容野でも口腔粘膜で認められたような感覚点が存在した。しかし受容野の非常に狭い例でも単一の感覚点から成立っている例は認められなかった。通常図2のd-fにみられる通り一つの受容野には2-10個の感覚点（斜線部）が含まれており一般に口腔粘膜の単一受容野内における感覚点の数より多かった。Hunt and McIntyre (1960)²⁾ はネコの触覚の感覚単位が1-5個の感覚点を持ち、しかも感覚点と感覚点の間は触刺激に何ら応じないことを報告している。この事実はわれわれの実験したヒキガエルおよびウシガエルにおける感覚点の特徴と異なっている。すなわち、われわれの結果では口腔粘膜においても皮膚においても図2のa-fのごとく斜線で示された感覚点は明らかに認められるが感覚点以外の部位でも機械的刺激を与えると少ないながら衝撃を発生した。これは刺激の変位が近くの感覚点におよんだことによって起こるとは考え難い。もし刺激が強すぎるためならば、受容野は感覚点を結んだ輪郭を拡大した形になっていなければならない。しかし実際の受容野はそのようなようになっておらず、感覚点は受容野中に不均等に分布することが多い（図2）。またこのような感覚点以外の受容野は衝撃数は少いが弱い刺激にも反応する。これらの事実によって感覚点以外でも機械的刺激に応じる神経機構が存在することが推察される。ともかくヒキ

ガエルやウシガエルにおいて機械的刺激に反応する感覚単位がネコの触覚の感覚単位と感覚点を有することで類似しながら前者は感覚点を含む広い受容野を有し、後者は感覚点のみより成ることの相違は注目すべきである。

II. 閾値

感覚点の位置をあらかじめ von Frey 型刺激毛で探し出し受容野中最も敏感な感覚点で閾値を測定した。Catton (1958)³⁾ は機械的刺激後 1.5-3 msec は感受性が高まっていることを報告しているが、本実験では最初の刺激後約 1 分経てから次の刺激を与えて継時的な干渉を避けた。

A) 力刺激

力刺激の閾値は、口腔粘膜および皮膚において共に直径 85 μ の刺激毛で、6 mg (1.06 g/mm²) 以下のものが多かった。最も高い閾値は直径 85 μ の刺激毛で 145 mg (25.6 g/mm²) であった。口腔粘膜および皮膚での最小の閾値はネコの体毛を使用して求められたが、その刺激毛の直径は 20 μ であり刺激の強さは 0.4 mg であった。口腔粘膜と皮膚での差は認められなかった。皮膚に力刺激を与える場合、刺激面積が増すと極めて著明な閾値(単位面積当りに換算した閾値)の減少がみられたがそれについては後述する。

B) 変位刺激

口腔粘膜の変位の閾値は広く口腔粘膜のいろいろの部位で行われ、測定されたすべての値は図 5 上図に示すとうりである。前方部(軟骨面を覆う薄い口腔粘膜)、咽頭側の口腔粘膜部および辺縁部のそれぞれの部位における閾値分布は図 5 上図と似た様な分布を示し部位による差はなかった。5-10 μ の閾値が最も多く(43 個中 15 個, 34.9%) より高い閾値の出現頻度は減少し、35 μ 以上のものの出現率は非常に低い。口腔粘膜で求められた最小閾値は 4.7 μ であった。図 5 の下図は皮膚における変位刺激の閾値分布である。10 μ 以下の低い閾値のものが最も多かった(49 個中 21 個, 42.8%)。20 μ 以上 30 μ のものは 18.4% に減少し、40 μ 以上のものは 14% の出現頻度であった。皮膚において記録された最小閾値は 2 μ であった。この閾値分布は口腔粘膜の閾値分布と同様の傾向を

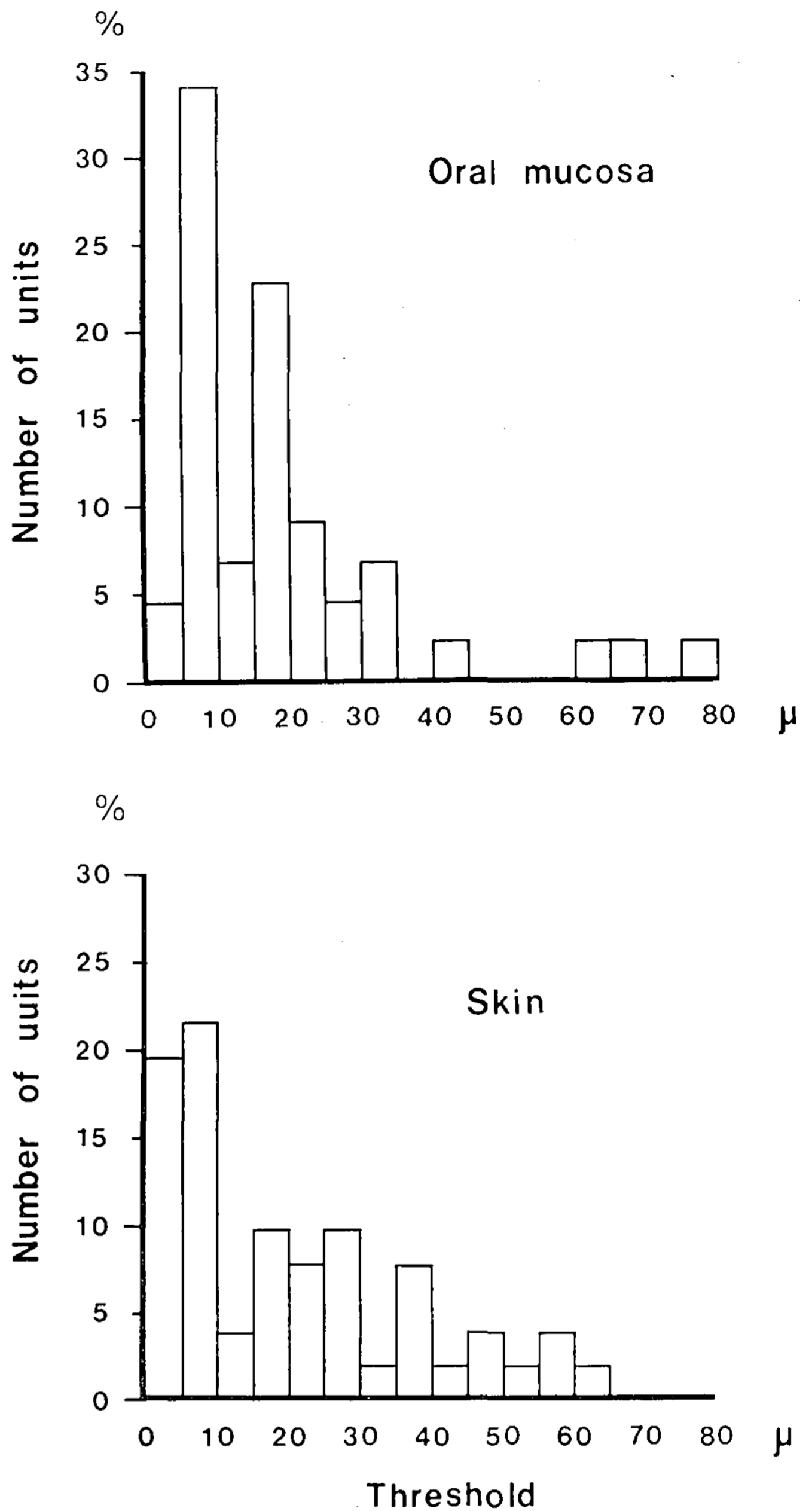


図 5 口腔粘膜(上図)および皮膚(下図)における変位刺激の閾値分布

横軸: 変位 (μ) で表わした閾値。

縦軸: 測定された感覚単位総数(口腔粘膜 43 個, 皮膚 49 個)に対するパーセント。

閾値は一つの受容野中最も敏感な感覚点で測定した。

示し、統計的有意の差は認められなかった ($P > 0.1$)。Jänig (1968)⁴⁾ はネコのパチニ小体の閾値は 1 μ 以下であり、また閾値が 5 μ 以上の他の皮膚の動き受容器があることを報告している。歯根膜の動き受容器は歯の動揺を刺激として閾値を測定すると、その最小値は 2-4 μ であり 10 μ 以下の閾値の出現頻度が最も多い⁵⁾。口腔粘膜や皮膚の受容器も他の動き受容器と同程度の非常に僅かな

変位で興奮することがわかる。

III. 刺激面積の違いによる閾値の変化

A) 変位刺激

皮膚または口腔粘膜の感覚点に直径 712μ の太い刺激針で変位を与えて閾値を測り、その中を直径 96μ の細い刺激針で更に閾値を測定した。図6は皮膚における一例を示したものである。太い刺激針では閾値は 2μ であり、細い刺激針でも 2μ とか $3-4\mu$ の低い閾値の点と、 $15-18\mu$ の高い閾値の点とを得た。しかし皮膚および口腔粘膜の両方でこのような太い刺激針の閾値と細い刺激針の閾値が同じ値をとる場合が多数みられ、変位刺激による閾値は面積によって変りがないと考えられる。またこのことは感覚点内には直径 96μ 以下の微小な感覚点の存在することを推察させ、しかもその微小な感覚点間にはわずかに閾値上の刺激では空間的加重のような干渉はない。

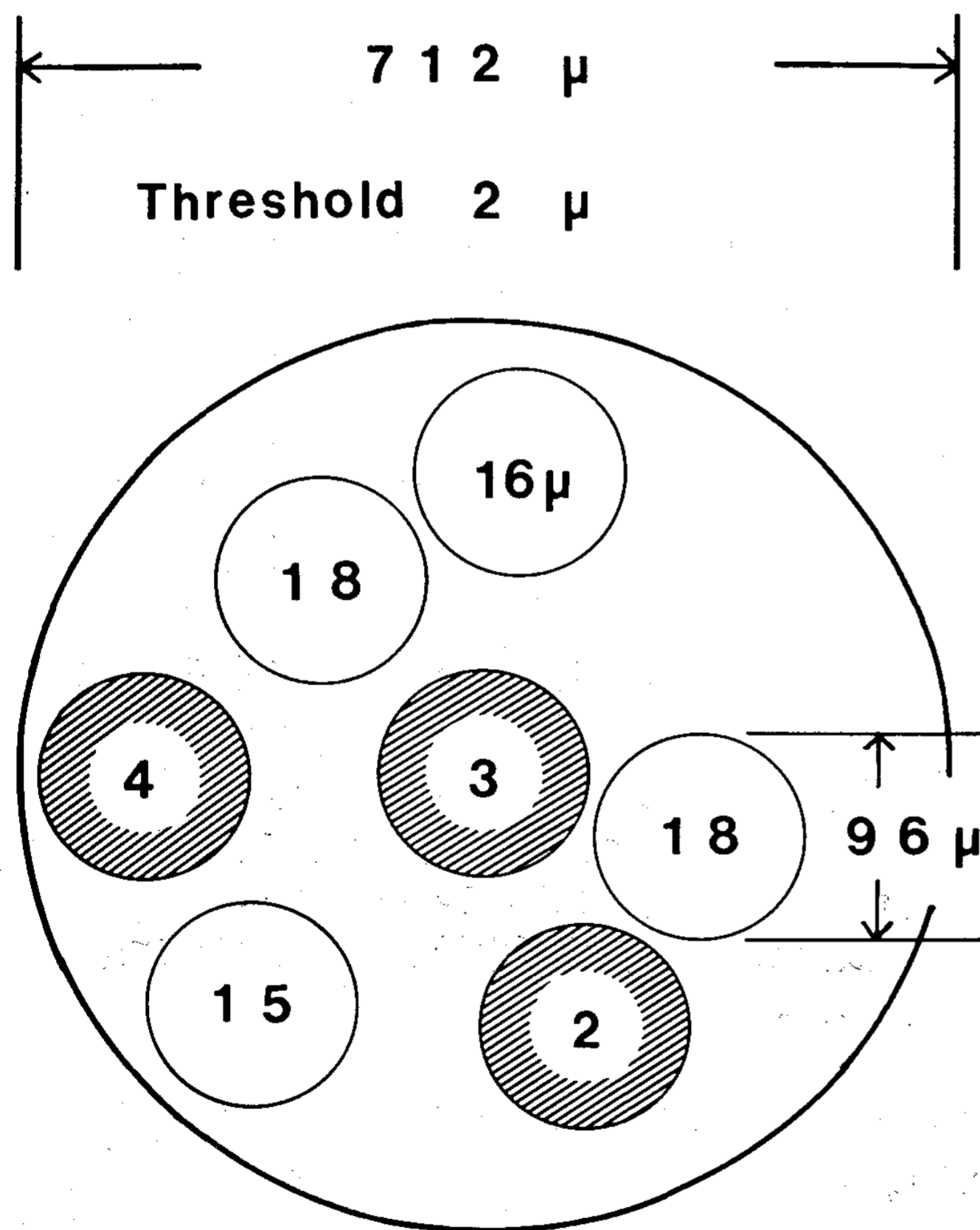


図6 感覚点の閾値

太い刺激針（直径 712μ ）で閾値を測定した後、更にその内部を細い刺激針（直径 96μ ）で閾値を測定した。細い刺激針は低い閾値（斜線）と高い閾値を得た。小さい円内の数字は細い刺激針による閾値。太い刺激針による閾値は 2μ 。

B) 力刺激

力刺激の場合は変位刺激と異なり面積により閾値が極めて異なった値を示した。図7は皮膚における力刺激時の刺激面積と閾値の関係である。接触面積 0.018 mm^2 より 6.1 mm^2 までの種々の刺激毛あるいはコルクの薄板で閾値を測定すると力を全量で表現した閾値は刺激面積と共に増加する（図7, A および B）。刺激の強さを単位面積当りの力に換算すると図7, a および b の様に刺激面積の広がるほど閾値は小さくなる。単位面積当りの力に換算した時の閾値と刺激面積の関係は次式の様になった。

$$a) I \cdot A^{0.7} = 15$$

$$b) I \cdot A^{0.7} = 130$$

I: 単位面積当りの力として換算された閾値 (mg/mm^2)

A: 刺激面積 (mm^2)

42 mm^2 の圧迫面積では $1\text{ mg}/\text{mm}^2$ にまで低下した。

IV. 刺激の強さと神経衝撃数の関係

図8は単位面積当りに換算した力刺激の強さと神経衝撃数の関係の一例である。刺激が強くなる

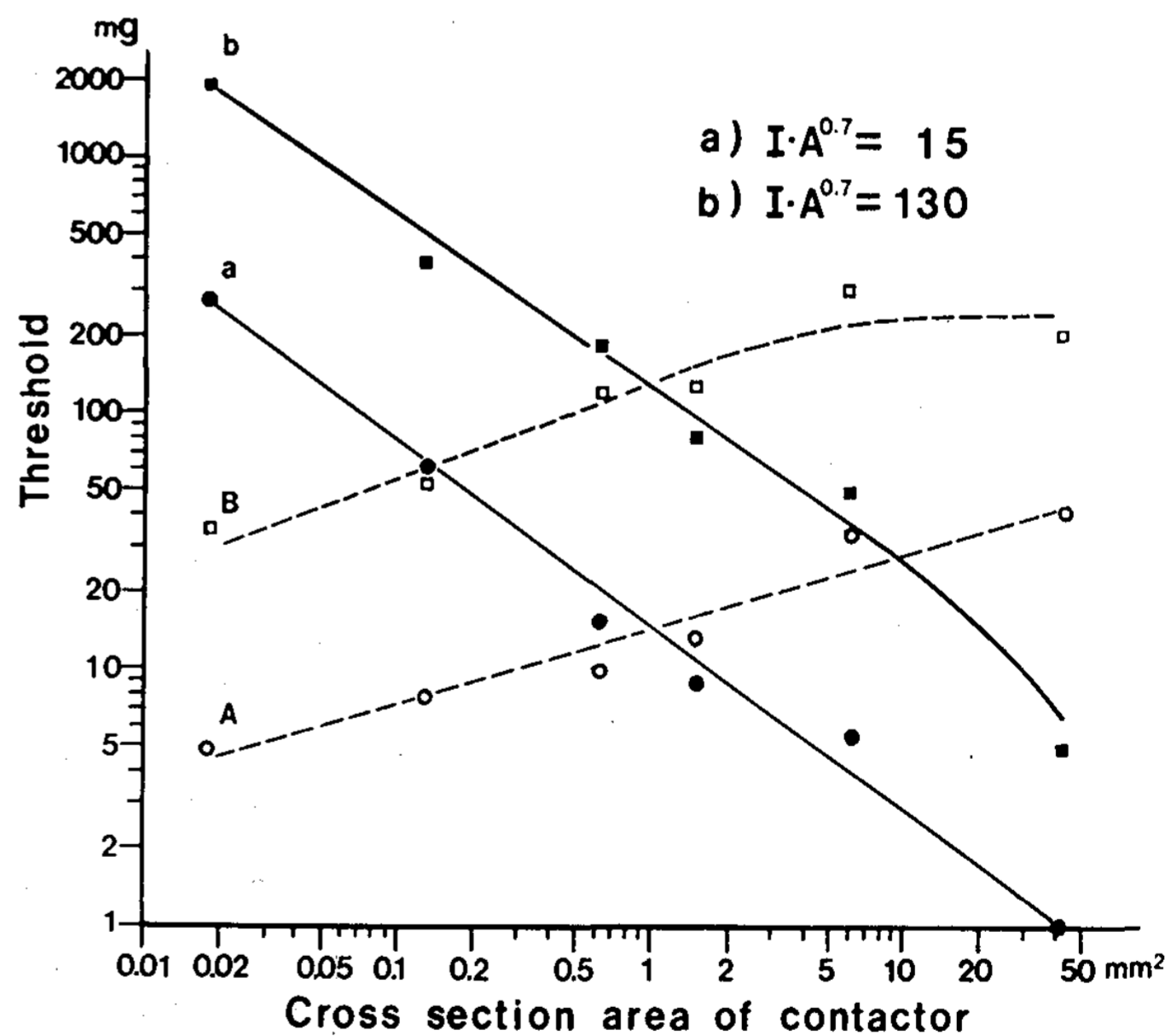


図7 力刺激時の刺激面積と閾値の関係

感度の異なる A および B の二つの感覚点の例。横軸：刺激面積。縦軸：閾値。

A, Bは力の全量で表わされた閾値。a, bはそれぞれA, Bから単位面積当りの力として換算された閾値 (mg/mm^2)。右上の式は直線 a, b の関係式。I: 単位面積当りの力として換算された閾値 (mg/mm^2)。A: 刺激面積 (mm^2)。

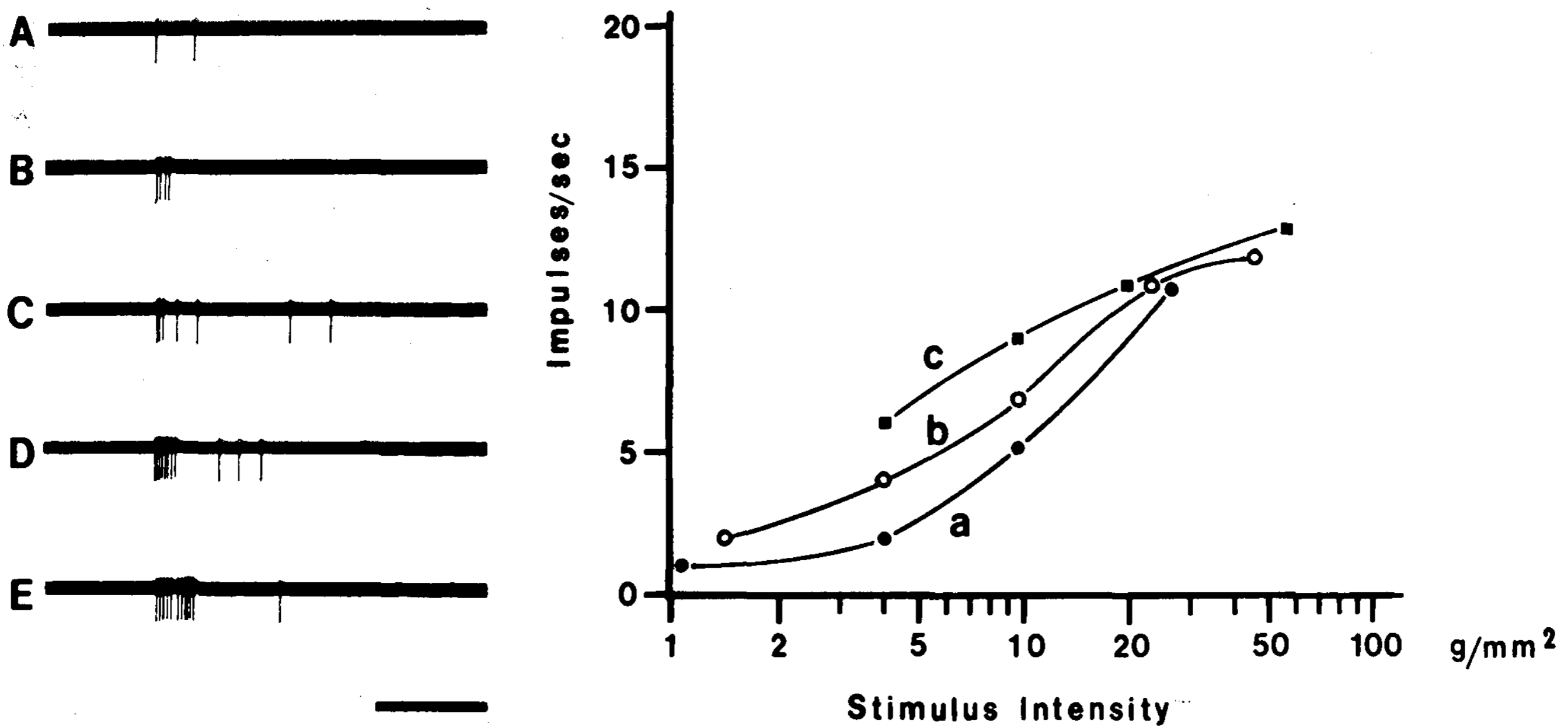


図8 皮膚における力刺激の強さと神経衝撃数の関係

右図は刺激の強さ・衝撃数曲線。横軸：単位面積当りに換算した力刺激の強さ。縦軸：最初の衝撃から1秒間の衝撃数。刺激針の直径は a: 85 μ , b: 115 μ , c: 181 μ 。刺激は a, b, c の順に行った。

左図は曲線 b の記録例。刺激の強さは A: 14 mg, B: 42 mg, C: 105 mg, D: 255 mg, E: 500 mg。時間校正 0.4 sec。

と衝撃数は増すが太い刺激毛になるにつれ分配は緩やかになってくる。そして刺激の面積にかかわらず飽和してくる。この様な傾向は多くの感覚単位で見出された。また太い刺激毛ではいろいろな例がみられ図8cの様にほぼ直線的に衝撃数が増加するもの、あるいは衝撃を発生するのに最適の刺激強度をもつものなどがあつた。単位面積当りに換算した刺激の強さが一定の場合は、刺激面積の増加につれ衝撃数は増えるが、その増加の度合は閾値の近くでは強く、刺激の強いところでは弱いもの(図8)が多かつた。またある感覚単位では刺激が強いところでは刺激面積の大きい方が小さい刺激面積をもつものより衝撃数が減ってくるものがあつた。

変位刺激と衝撃数の関係では衝撃数の対数が変位の大きさにほぼ比例した(図9および10)。しかし太い刺激面積を持つ刺激針での分配が細い刺激面積を持つ刺激針の分配より大きいもの(図9)もまた小さいもの(図10)もあつた。この様に力刺激においても変位刺激においても刺激の強さと衝撃数の関係が多様性を持つのは次のような理由によるものと考えられる。1) 皮膚や口

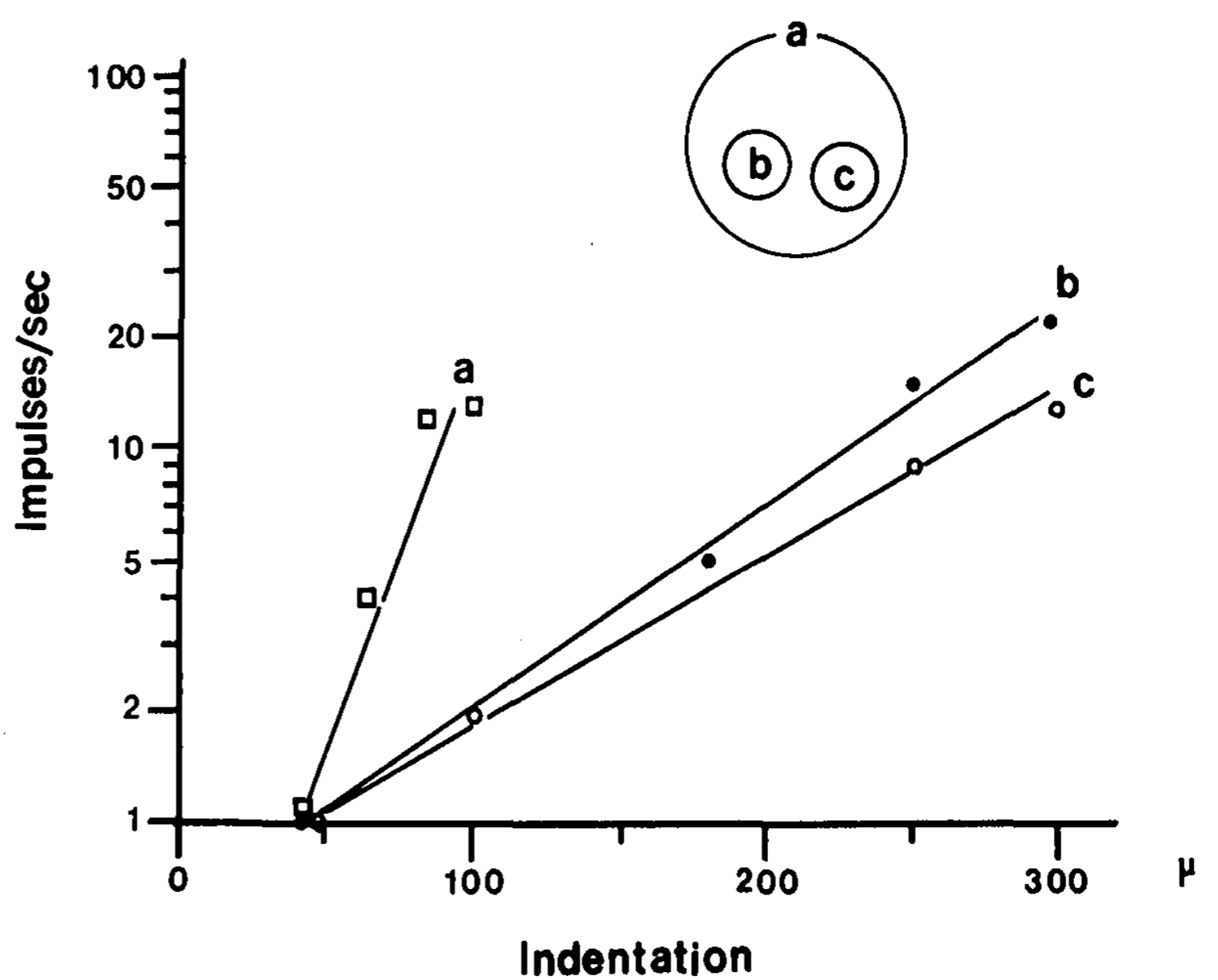


図9 皮膚における変位刺激の強さと衝撃数の関係

横軸：変位(μ)で表わした刺激の強さ。縦軸：最初の衝撃から測定した1秒間の衝撃数(対数目盛)。刺激面積(a: 直径712 μ , bおよびc: 直径96 μ)の違いによる閾値の差はない。

腔粘膜の粘性要素を含む機械的性質が力刺激時の刺激面積に対して非直線的に変化し、また、2)末梢での神経線維の分岐による逆行性衝撃は求心性衝撃を打ち消すが、その程度は末梢での神経支

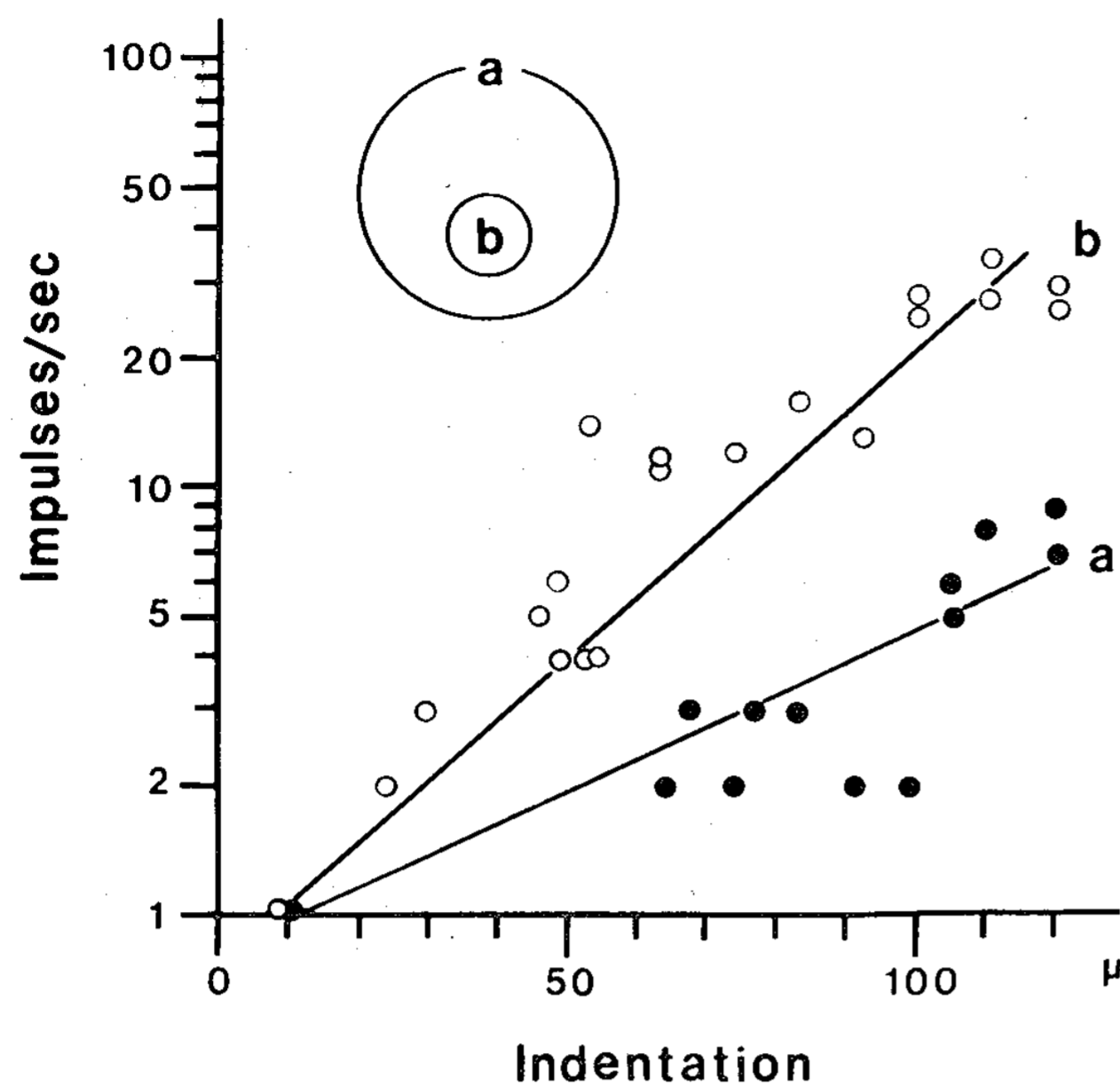


図 10 口腔粘膜における変位刺激の強さと衝撃数の関係

横軸、縦軸は図 10 に同じ。刺激面積 (a: 直径 712μ , b: 直径 96μ) の違いによる閾値の差はない。

配の様式によって異なるからであろう。

考 察

I. 感覚点の分布

口腔粘膜や皮膚の感覚点という概念は、適当に小さい面積での刺激の結果より、刺激受容の最小単位を意味するものとして、特別の疑問もなく理解されてきている。本実験では種々の太さの刺激針を使用し、変位刺激の閾値を測定することにより、一つの感覚点の刺激受容の機序をさらに細部にわたり明らかにすることができた (図 11)。結果 (III. A) で述べた様に感覚点 (Sensitive spot) を探し出し直径 712μ の太い刺激針で閾値を測り、その中を更に直径 96μ の細い刺激針で閾値を測定すると、太い刺激針での閾値は 2μ であり、細いものでの閾値も 2μ を示す部位が存在した。この事実から直径 96μ 以下の微小な感覚点 (Minute sensitive spot) の存在が考えられる。また同じ直径 712μ の領野内に低い閾値をもつ微小な感覚点が数個存在した。更に刺激面積の比率から直径 712μ の領野内には多数の微小な感覚点の存在が考えられる。この様な一つの感覚点内に多数の微小な感覚点の存在が考えられる例は

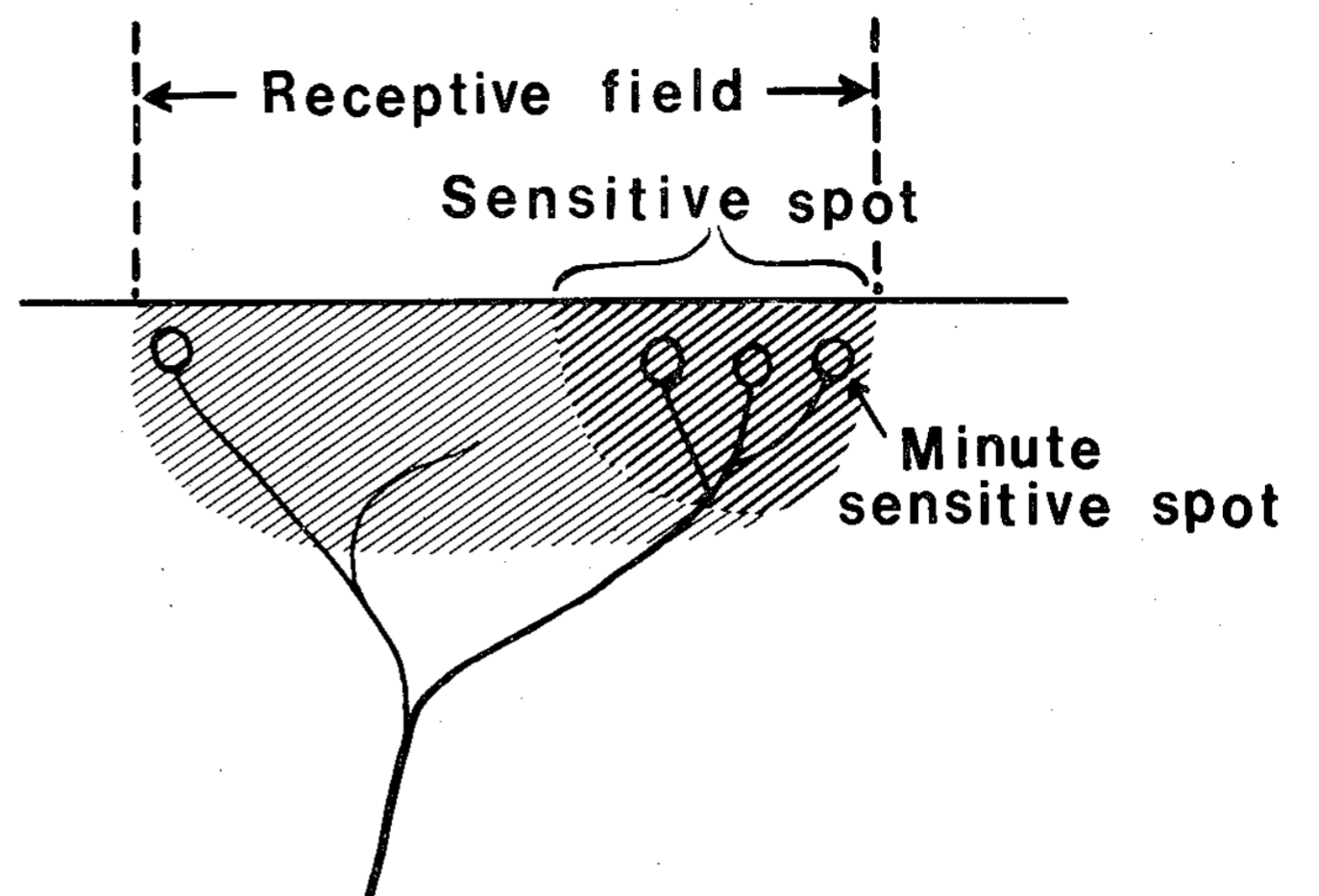


図 11 受容野の構成模式図

受容野 (Receptive field) は幾つかの感覚点 (Sensitive spot) を含み、個々の感覚点も微小な感覚点 (Minute sensitive spot) の複合である。

皮膚や口腔粘膜において多数みられた。それぞれの例で微小な感覚点を数個含む広い刺激を与えた時の閾値と微小な感覚点の個々の閾値の最小値が等しかったことから、これら微小な感覚点の相互間には閾値に対しての干渉はなく、各々の感覚点は独立に興奮を起し得ると考えられる。またこの様に変位による閾値が面積によって変らないことから、変位刺激が皮膚や口腔粘膜に対する刺激を表現するのに最も適当であると考えられる。

II. 閾値と受容器支持組織の機械的性質

刺激針の刺激面積の違いが閾値に及ぼす効果は刺激を変位で表現した場合と力で表現した場合とで異なった。すなわち変位刺激での閾値は刺激面積の違いによらず一定であったが、力刺激の場合には刺激面積の増加と共に力を単位面積当りに換算した閾値は減少した。刺激面積を A 、閾値を単位面積当りの力で表わしたものを I とすると、 $I \cdot A^k = \text{一定}$ の関係式が成立した。刺激面積によって閾値の異なる例は視覚において黄斑中心部における Ricco の法則 $I \cdot A = \text{一定}$ 、または周辺部における Piper の法則 $I \cdot A^{\frac{1}{2}} = \text{一定}$ があることに類似している。われわれの皮膚における例では k は 0.7 であった。刺激面積のいかんを問わず、組織にある一定の変位が起こると衝撃が発生するのであるから、この式は閾値に相当する一定の変位を起こすに必要な力と刺激面積との関係を示すもの

となり, 受容器の支持組織の機械的性質を示すものである。図7に示した如く閾値の高い受容器でも, また低いものでも k は0.7であり等しかった。これは k が組織の機械的性質から決定されるということをも更に裏付けるものである。

III. 口腔粘膜の特質

口腔粘膜が鋭敏な感覚をもつことはよく知られていることであり, 機械的刺激に対してもそれが期待される。われわれの実験結果から皮膚および口腔粘膜の動き受容器に対して最も適当な刺激のパラメーターと考えられる変位に対する閾値を測定してみると, 皮膚で求められた感覚単位の閾値の分布は口腔粘膜のそれと著明な差を見出しえなかった(図5)。従ってこの「鋭敏さ」は変位に対するものでなく, 口腔の感覚単位の受容野が狭いこと(図4)従って空間閾も小さいことが期待されることに帰すべきであろう。この空間閾の小さいことは精神物理的方法による測定でも認められている⁶⁾。一方精神物理的方法で力刺激による閾値が小さいという在来の結果⁶⁾は口腔粘膜の機械的性質によって理解することが出来る。すなわち単位面積当りの圧力に換算するとき, 接触面積の小さい程閾値は大きい(図7)。その減少の割合は恐らく支持組織の機械的性質に由来するので, 同一の von Frey 型の刺激毛であっても異なる組織には異なった変位を引き起こすであろう。皮膚のように強靱な組織を持たない口腔粘膜は, 同一の圧力に対しても沈み込み(変位)の起こり方が多いことが期待され, 一見閾値の低い結果が生ずると考えられる。

要 約

ウシガエル, ヒキガエルの口腔粘膜および皮膚の機械的感覚単位についてその受容野, 閾値および刺激面積の違いによる衝撃数の変化を調べ次の様な結果を得た。

1. 口腔粘膜の受容野は一般に下腿部および背側部の皮膚に比べて著しく小さく, 一つの受容野内に含まれる感覚点の数は少ない。

2. 受容野の広さの口腔粘膜の部位による差は認められず, 小さな受容野から大きなものまで一様に分布している。その広さは 1 mm^2 から 3 mm^2 までのものが最も多い。

3. 口腔粘膜における閾値は $5-10 \mu$ のものが最も多い。最小閾値は 4.7μ であった。皮膚においても口腔粘膜とほぼ同様の傾向を示し 10μ 以下の閾値が最も多く, 最小閾値は 2μ であった。

4. 太い刺激針と細い刺激針での閾値が同じことから干渉のない独立した微小な感覚点の存在が考えられた。

5. 力刺激において, 刺激面積 (A) が増すと単位面積当りの力に換算した閾値 (I) は著しく減少し $I \cdot A^k = \text{一定}$ の関係が得られた。この式の k の値は受容器の含まれている組織の機械的性質により決まる。

引用文献

- 1) 上山松吉: 歯齦における圧受容器について, 米子雑誌, **11**(2): 187-199, 1960.
- 2) Hunt, C. C. and McIntyre, A. K.: Properties of cutaneous touch receptors in cat: J. Physiol., **153**: 88-98, 1960.
- 3) Catton, W. T.: Some properties of frog skin mechanoreceptors. J. Physiol., **141**, 305-322, 1958.
- 4) Von Jänig, W.: Die Nervenendformationen im zentralen Gehballen des Katzenfusses: Pflügers Arch. ges. Physiol., **300** (Fasc. 1), R 92-93, 1968.
- 5) 山田 守: 口腔領域における痛みの生理(その3): 歯界展望, **32**(2), 315-324, 1968.
- 6) Davson, H. and Eggleton, M. G.: Principles of Human Physiology, J. & A. Churchill LTD, London, 1968.