

30 μ V を示したに過ぎなかった。この結果はアカゲザルで Roberts と Akert とが、口内部の視床中継核である VPMmb は後中心回に基底節および頭頂弁蓋部に同射していると報告しているのと一致する。Benjamin らがリスザルで舌知覚神経の体性知覚領の投射部位において2つの焦点を有していると報告しているが、リスザルの大脳皮質の回溝は不明瞭であるがこの実験でみられるように中心後回と頭頂弁蓋部に相当するかもしれない。また彼らは、同側性の誘発電位が、対側のそれより大きいと報告しているが、本実験ではこの逆であった。

頭頂弁蓋部内壁および島部における舌知覚神経の投射

弓状溝から中心溝の範囲で約2mmの間隔でタングステン電極を刺入し、1mmの間隔で誘発電位を記録した。その結果、凡そ前中心溝と弓状溝の間において、同側の放索神経と舌咽神経にのみ応答し、舌神経に応答を示さない部位が見い出された。潜伏時はピーク値で約20 msec、大きさは最大 150 μ V であった。この部位は Benjamin らのいう味覚領に相当するものと考えられるが、誘発電位の極性の変化から一概に弁蓋部内壁が島に属するかは決定できない。現在この点については引き続き実験を行なっている。また当初計画していた単一味覚ニューロンの放電の記録まで至らなかったが、この点についても研究を進める予定である。

霊長類の視床における有害刺激反応性

Neuron の局在と機能的特異性

坪 川 孝 志 (日大・脳外科)

緒 論

有害刺激に反応する neuron が存在することは、Poggio & Mountcastle (1960), Whitlock & Perl (1959), Albe-Fessard & Rougeul (1958), Kruger & Albe-Fessard (1960), Urabe & Tsubokawa (1963) により、後側核群、視床正中核群で活動電位が記録されたことにはじまる。しかし、ネコとサルにおける実験では、Urabe & Tsubokawa のネコについての報告以外は、すべて麻酔下における実験であった。有害刺激に反応する視床 neuron が、麻酔剤の投与により、その自発放電状況の変化、誘発発射の様式に変化をみることが明らかにされ (Urabe & Tsubokawa), Casey が意識準位の変動によって、視床での有害刺激に反応する neuron が、触、圧刺激にも反応する事実を認めている。したがって、Albe-Fessard らが Chloralose 使用によって、抑制系を除去出来るとして、試みた実験成績では、問題を残しているといわれなければならない。

い。

視床における「痛み」の認知機構の解明には、無麻酔下における霊長類の有害刺激に反応する neuron の分布と、その生理学的な性状について明確にしなければならない。しかも、霊長類では、pulvina がネコの後側核と相同であり、中浜らはネコの pulvina で、有害刺激に反応する neuron を報告しているので、この面での検討も望まれるわけである。

実験方法

局所麻酔下のアカゲザル6頭を用いて、Flaxidel で非動化したあと、人工呼吸で呼吸を維持し、体温を37~36°Cに保ち、定位脳手術枠に頭部を固定した。タングステン微小電極を挿入するために、小開頭を行ない、硬膜を開放し、その部分を3%寒天にて覆った。一方双極電極を視床中継核 (UPL) に挿入固定した。膝窩部で脛骨神経を露出し、双極刺激電極を装着した。まずこの神経刺激による視床中継核の誘発電位を記録することにより、電極の位置を、Snider & Lee の atlas の成績と比較し、個体間の補正を行なった。また、視床中継核をこの電極を介し、4~5 volt で刺激し、有害刺激に反応する neuron との関係を知らうとしたものである。

有害刺激としては5gまたは10gの針を約10cmの高さにより落下させる方法と、皮膚を激しくつまむ方法を用いた。

タングステン微小電極による視床内の neuron の探索範囲は、視床中継核の吻側部より、上丘の吻側部にいたるもので、1.5mmの間隔で電極を刺入している。いずれの微小電極の tract においても、単一放電が記録された場合には、自発放電、末梢神経刺激による誘発発射、有害刺激ならびにその他の適刺激による活動電位の状況、receptive field などについて検索し、最後に視床中継核刺激による効果について分析したものである。主要な neuron 活動を記録した部位では、電極を介して、直流通電で、微小壊死巣を作成した。

実験終了後生理的食塩水につづいて、10%のホルマリンにて灌流し、頭蓋内にて脳を固定し、断頭した。充分なる固定後に、前頭断に凍結連続切片となし、Thionin 染色をほどこし、電極の tract および壊死巣を確認している。

実験結果

視床内において、単一放電が記録され、自発放電様式、末梢神経刺激による誘発発射、有害刺激による反応と receptive field を確認し、視床中継核刺激によるこの neuron 活動への影響を十分に分析しえた neuron 数は 125 units に達した。このうち、末梢神経刺激によって長潜伏時で誘発発射が得られ、有害刺激に反応した

neuron は 43units であった。48units では、短潜時誘発発射がみられ、触、圧刺激に反応し、receptive field は記録対側で、限局性であり、視床中継核特有の反応を示し、解剖学的にも、これらの neuron は視床中継核内に限定されていた。10units では、比較的潜時は長い、burstic に誘発発射を認めるものであったが、有害刺激ならびにその他の適刺激には反応しなかった。他の neuron では、有害刺激ならびに体表の適刺激に反応することはなく、末梢神経刺激によっても誘発発射を認めなく、その neuron の解剖学的分布は、L.P., M.D., pulvina などに存在していた。

有害刺激に反応する 43units について、その発射様式とその解剖学的分布を詳細に検索する。まず、有害刺激による活動電位は、第 1 図に示すごとく、有害刺激により On-response type の反応を示すが、その receptive field は全体表ないしは、1 肢を除く全体表のごとく、かなり広範囲に及んでいる。しかし、記録対側の各指末節部の pinch による活動電位をみると、第 1 図左のごとく、活動電位の状況、とくに放電頻度、持続、後発射の期間などには、規則性が認められない。記録同側の有害刺激による同一 neuron の活動電位も同様であった (第 1 図右)。しかし、同一有害刺激を、同一体表部に加えると、その活動電位の発射状況は、再現性がある。しかし、5 秒針による活動電位と、10 秒針のそれとを比較すると、活動電位の頻度、後発射の状況は明らかに異なっていたが、その放電期間、後発射の期間などについて、この両者間では、刺激の強さと、放電様式の関係を明らかに出来なかった。

次に、これらの有害刺激に反応する neuron の自発放電は、無麻酔下では 10~25cps の比較的規則的なものを主体としているが、nembutal を注射していくと、不規則となり、群化した放電に変化していく。視床中継核を 10~20cps 4~5 volt で刺激すると、自発放電の発射頻度が低下する特性があった。のみならず、第 2 図に示すごとく、末梢神経刺激による活動電位の発射も抑制されることが明らかとなった。また有害刺激を加えることにより出現する活動電位が、視床中継核の 10~20cps 刺激により抑制されている。有害刺激を加える部位への触、圧刺激、またはその近傍の関節運動を加えている間に、有害刺激を加えると、活動電位は抑制されることも、少くとも、10 秒針から 5 秒針を落下させる比較的定量的な有害刺激を用いることによって、明らかにしえた。

有害刺激に反応するこの neuron では、触、圧、関節運動に反応する活動電位を認めたものはなかった。しかし、光音刺激は用いていない。

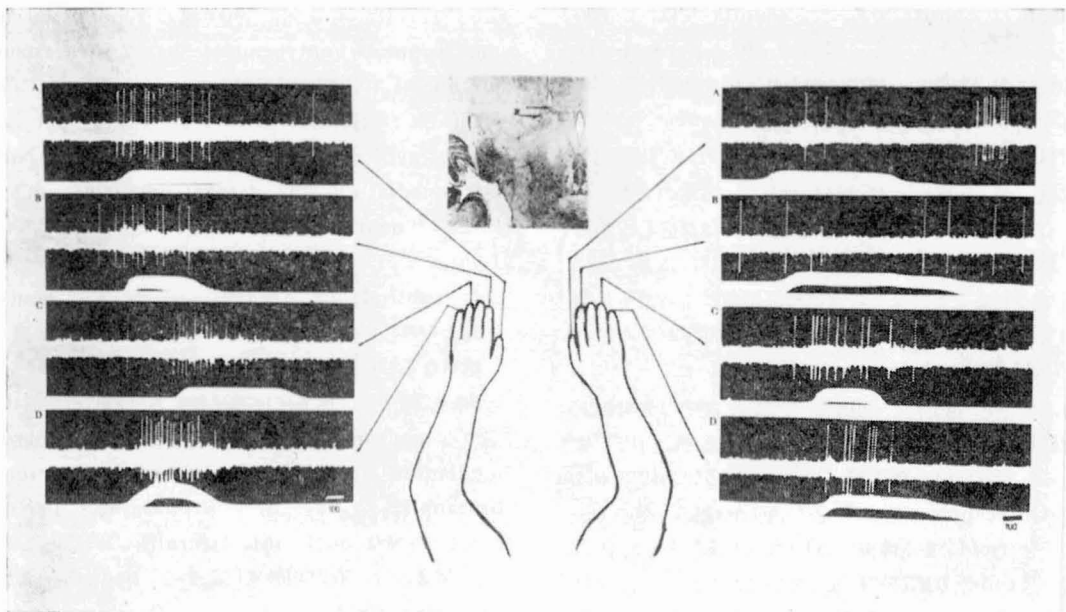
つぎに、この 43units の解剖学的分布をみると、A P

6.5 より、A P 2.5 の範囲に集中しており、nucl centrum medianum の ventrocaudal 中心に parafascicular nuclei に内側の限界があり、外側は nucl ant. lateralis の内側にまで及んでいた (第 3 図)。pulvina, lateral geniculate body の magnocellular part, dorsomedial nucleus, lateral posterior nucleus にはこの neuron は認められない。視床中継核 (V P L) での成績は Mountcastle のそれと同一であった。また subthalamc area にも、この種の neuron は認められない。

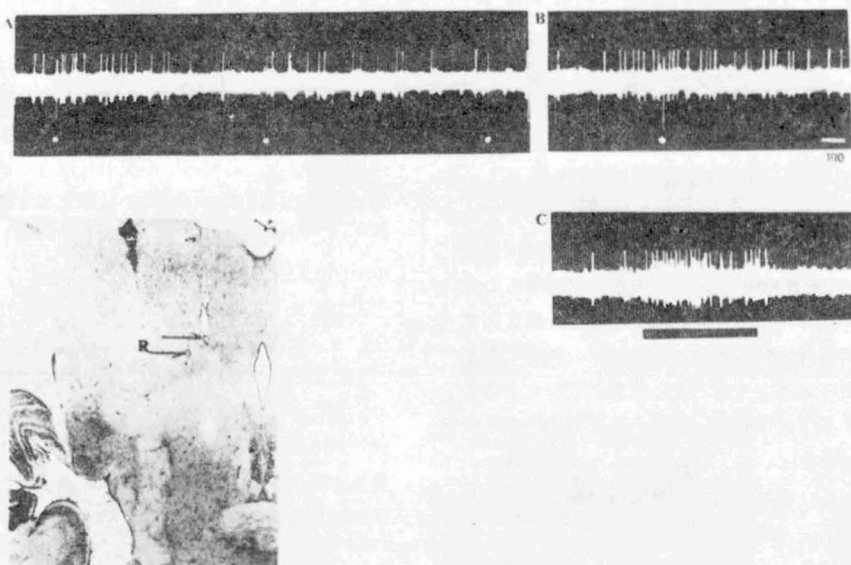
総括ならびに結語：

実験成績より、第 1 には霊長類における有害刺激に反応する neuron の視床内分布は、nucl. centrum medianum の ventro-caudal part より nucl. limitans にいたる範囲で、内側は parafascicular nucleus, 外側は nucl. ant. lateralis の内側内部にある。第 2 には、有害刺激に反応する neuron は広い receptive field を有するが、刺激部位によって活動電位の状況は異なる。しかし、ほぼ同一刺激による活動電位には恒常性がある。第 3 には、刺激の強さを 5 秒より 10 秒と増加することにより、活動電位の放電頻度ならびに後発射の期間は同一部位の刺激によって増加するが、その増加度は、Fechner の法則に一致するものではない。第 4 には視床中継核刺激により、有害刺激に反応する neuron の自発、活動電位が抑制されるという事実を知った。

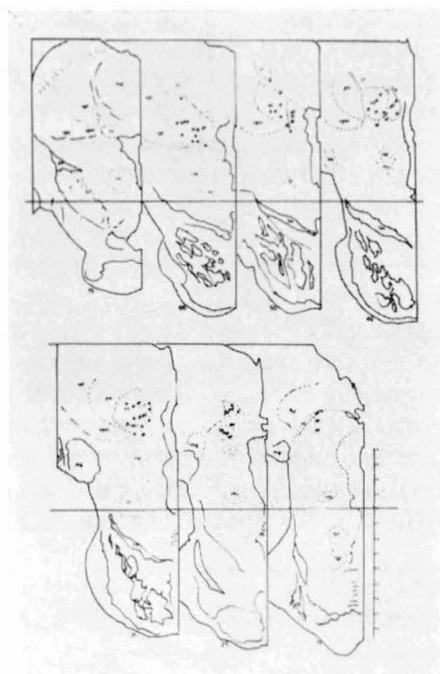
以上の 4 事実より、痛みの視床内における求心系に対して、specific theory を適用しえないのみならず、これらの有害刺激反応性の neuron 活動よりみると、刺激の強さと、活動電位の発射状況ならびに後発射の期間との間では、Fechner の法則に準ずる関連は認められないことが理解される。しかし、有害刺激に反応する neuron の局在は比較的限局していることが明らかに出来た。しかもこれらの neuron は視床中継核の活動単位によって影響をうけていることも明らかとなった。その抑制機構ないしは、その生理的意義に関しては、刺激の定量化をはかるために、電気刺激による C-fiber 選択的刺激法、坪川が実証した脊髄くも膜下腔凍結生理的食塩水灌流量による C-fiber 遮断法などを応用して、さらに検索をすべきである。



第1図：Rの部位にて記録した有害刺激に反応する neuron とその receptive field
 右側：刺激同側 I 指より V 指先端 pinch による活動電位（下段刺激期間を示す）
 左側：刺激対側 I 指より V 指先端 pinch による活動電位（校正100msec. 本文参照）



第2図：Rの部分にて記録した有害刺激に反応する neuron と視床中継核刺激による影響。
 Aの白丸は脛管性刺激を示し、第2の白丸よりBの白丸にいたるまでに VPL 10CPS 刺激を加えたものである。VPL 刺激中は明らかに誘発発射・自発発射も抑制されている。Cはこの neuron の有害刺激による活動電位を示す。黒線：刺激期間、校正 100msec.



第3図：視床内における有害刺激に反応する neuron の分布。

●：有害刺激に反応し、末梢神経刺激により長潜時誘発発射を示す neuron。

■：長潜時 burst type response が末梢神経刺激により誘発されるが、有害刺激に反応しない。

サルの体性感覚の大脳皮質での

情報プロセッシング

——手の感覚を中心にして——

酒田 英夫 (大阪市大・医・生理)

高岡 淑郎 (名大・医・脳外科)

サルを特徴づけるのは手と目であるといわれる。その場合手について問題にされるのはその細かい動き、すなわち運動の側面であろう。しかし一方でその運動を支える感覚にも他の動物にない特色を備えていることはいまでもない。それは同じ霊長類である人間についてもいえることなので、触覚による物の形の認識や随意運動の感覚的制御のメカニズムを知るにはサルを実験動物に使うことがほとんど不可欠の条件になる。Mountcastleらのグループはそのような観点から、最近、サルの手を中心として体性感覚系の情報処理の研究を進めて来ている。サルの手で他の動物に比べて目立つのは手掌や指の

無毛部皮膚の発達である。それは指紋や掌紋を備えていて見かけが人間と似ているというばかりではなく、皮膚の受容器を見ても Meissner 小体や Merkel 氏触盤などヒトの手掌に見られる神経終末器と同じである。したがってサルが手で知覚するものは我々が自分の手で感じるものと似かよったものであろうと考えられる。これまでの研究でわかっていることは第一次感覚領のレベルまでは末梢受容器でとらえられた感覚情報が忠実にそのまま伝えられ、点对点の対応に近い体部位局在があるということである。

しかし我々が触覚で経験するものは必ずしも個々の受容器の刺激の総和であらわし切れない。身体とそれに触れる物の形や動きを認識するためには末梢からの感覚情報を総合して全体としてのパターンを抽出するような情報プロセッシングが必要と思われる。さて以前から臨床神経学の分野では頭頂葉の破壊症状として触覚の失認や身体部位失認などの症状が起こることが知られていた。そこで我々は今までサイレントといわれていた頭頂連合領のニューロン活動をしらべ、より高次の情報処理が行なわれているかどうかを探ることにした。

方法：実験は無麻酔の条件で行なった。何故ならば麻酔した動物では連合領はほとんど文字通りサイレントで何の応答も得られないからである。一方手や身体を自由に触ったり動かしたりして刺激するには慢性実験はあまり適さない。そこで筋弛緩剤で麻痺させたサルで人工呼吸下に急性実験を行なった。痛みを避けるために前日ネブタール麻酔下に手術して中心後回の上の頭蓋に穴をあけマイクロモニタ用のチェンバーを埋め込んで置きサルの頭は間接的にこれで固定する。この方法は Mountcastle らがはじめたものであるが我々はさらに気管カニューレも埋め込んで当日の手術は硬膜の切開だけに済ませた (これはほとんど痛みがない)。記録にはタングステン微小電極を用い、単一ニューロンのインパルスを分離して、自然刺激に対する応答をしらべた。実験に用いたサルは3kg前後のアカゲザル (Macaca mulatta) である。

結果：我々がしらべたのは第一次感覚領のすぐうしろに接する頭頂連合領で、ブロードマン第5野にあたる。この領野のニューロンではじめに気づくことは、単純な皮膚刺激や関節の動きにはなかなか応じないことである。しかしすぐ前の第1次感覚領でしらべた体部位局在を手がかりとして、同じ矢状断面で対応する身体の部分に触れたり、動かしたりしていると何かしらの反応が起って来る。なるべくサルが日常している運動をよく観察してサルにとって意味のありそうなパターンを再現するように努めた。以下記録されたユニットのうち代表的な