

# パーキンソニズムの視床腹外側核 に関する電気生理学的研究

## 第 I 編

### 視床脳波の分析について

岡山大学医学部脳神経外科教室 (主任: 西本 詮教授)

大学院学生 大 本 堯 史

〔昭和42年3月28日受稿〕

#### 内 容 目 次

<p>第1章 緒 言</p> <p>第2章 検査対象</p> <p>第3章 検査方法</p> <p>第4章 パーキンソニズム患者における術中の視床および頭皮上脳波所見</p> <p>    第1節 視床脳波所見</p> <p>    第2節 頭皮上脳波所見</p> <p>第5章 視床および頭皮上脳波の帯域別エネルギー百分率について</p> <p>    第1節 分析方法</p> <p>    第2節 検査成績</p> <p>        1) 視床脳波の帯域別エネルギー百分率</p> <p>        2) 頭皮上脳波の帯域別エネルギー百分率</p> <p>        3) 視床腹外側核破壊術にたいする手術適応と帯域別エネルギー百分率との関連について</p>	<p>    第3節 小 括</p> <p>第6章 視床および頭皮上脳波の<math>\alpha</math>帯域における周波数分析について</p> <p>    第1節 分析方法</p> <p>    第2節 検査成績</p> <p>        1) 視床および頭皮上脳波の<math>\alpha</math>帯域における周波数分析</p> <p>        2) 視床腹外側核破壊術にたいする手術適応と<math>\alpha</math>帯域における周波数との関連について</p> <p>        3) 視床 および 頭皮上脳波 における<math>\alpha</math>波の waxing and waning について</p> <p>    第3節 小 括</p> <p>第7章 考 按</p> <p>第8章 結 語</p>
--	--

#### 第1章 緒 言

近年パーキンソニズム患者にたいして、定位的に視床腹外側核の破壊を行なつて優れた治療効果を得るに至っている。この視床腹外側核破壊術は錐体外路系病巣部から視床腹外側核へ送られてくる過剰の刺激を中止することによる症候の治療であると考えられている<sup>1)</sup>。

すなわちパーキンソニズムにおける視床腹外側核は病態と密接な関係をもっており、またパーキンソニズムの病態生理に関して、視床腹外側核は極めて重要な役割を占めていると考えられる。

そこで本研究においては、パーキンソニズムの治療の手術目標とされている視床腹外側核を中心とし

て、深部脳波および電気刺激による皮質誘発反応を詳細に検討し、定位脳手術の適応と視床脳波の関係や電気生理学的にみた視床腹外側核の機能などについて明らかにし、あわせてパーキンソニズムの病態生理に関する考察を加えたい。

パーキンソニズム患者の脳波に関しては、1939年 Schwab ら<sup>2)</sup>が38例のパーキンソニズム患者の大部分の脳波が正常であつたと述べ、同時に異常脳波が出現することにたいしても注目して以来、これまでにパーキンソニズム患者の脳波に関する報告は数多くなされてきた。

近年 Schwab ら<sup>3)</sup>はパーキンソニズム患者の脳波を症状、とくに akinesia や予後と関連づけて報告し、患者の平均年令の増加を脳波異常、とくに徐波

の大きな因子と考え、また Sirakov ら<sup>6)</sup> はパーキンソニズム患者の脳波においては徐波の出現のほか $\alpha$ 活動のみについてみても徐波化がみられると述べている。

一方視床における脳波に関しては Williams ら<sup>6)</sup> が組織学および機能上から予想されるような明らかな特色はみられず、頭皮上脳波に変化を認めるものにおいてさえ視床脳波には特徴がみられないと述べている。また Brazier ら<sup>7)</sup> や Schwab ら<sup>8)</sup> はパーキンソニズム患者の定位脳手術中に視床およびこの近傍からの脳波を記録しているが、何ら特徴的所見を見出しえていない。

近年脳波分析の進歩にともない、これまで捕え難かつた脳波を一層詳しく分析することにより、脳の電気生理的現象が漸次明らかにされつつある。この脳波分析理論の導入により、定位脳手術の際に記録した視床および頭皮上脳波の分析を行なつて、パーキンソニズムにおける病態生理機構、とくにその臨床症状からみた視床破壊術の適応を明らかにし、深部脳波ならびに脳波分析の有用性に関して考察を加えた。

## 第2章 検査対象

昭和40年3月より昭和41年3月までの1年間に1側視床腹外側核破壊術が行なわれたパーキンソニズム患者30例を対象とした。このパーキンソニズム患者はいずれも手術適応があるとみなされたもので、しかも手術時に視床腹外側核部および頭皮上からの脳波を少なくとも40分間以上にわたつて記録し得た症例であつて、再手術例やすでに反対側の視床腹外側核破壊が行なわれていた例、および術中視床および頭皮上からの脳波記録が不十分な例などはいずれも除外した。

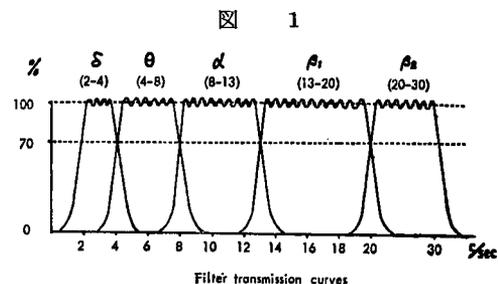
被験者の年齢は28才より68才に至る分布を示し、平均年齢は52.9才、標準偏差は9.1才である。このうち28才の1例は同時に脳波上 atypical spike and wave complex を示すてんかんを合併していたきわめて特異な若年者例であり、この1例を除いた29例についてみると平均年齢は53.8才、標準偏差は7.9才である。

## 第3章 検査方法

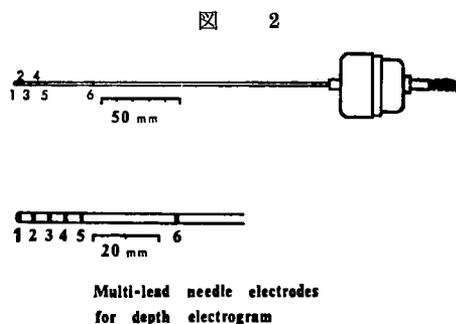
パーキンソニズム患者の術中脳波の記録装置として、9系統脳波計(三栄測器製 EG-900形)と2系統脳波自動周波数分析装置(三栄測器製 EA-201

形)を用いた。

分析装置の周波数帯域は $\delta$  (2-4c/s),  $\theta$  (4-8 c/s),  $\alpha$  (8-13c/s),  $\beta_1$  (13-20c/s),  $\beta_2$  (20-30 c/s) の5帯域で、そのフィルター特性は交叉周波数において平坦部の平均値から70%に利得が低下するようになっている(図1)。



頭皮上脳波は針電極を用い、視床脳波記録には深部電極を用いた。深部電極は先端より5mm間隔で5個の電極が並び、さらに30mm離れて第6の電極を有する6極深部電極を用いた(図2)。



パーキンソニズム患者にたいする定位脳手術は、まず気脳写を行なつてから、この気脳像の上に予め視床腹外側核の位置を定める。視床腹外側核は気脳像上、モンロー孔、前交連、後交連、中間質、迂回槽などの種々の脳内拠点を参考とし、総合的に判定して定め、ここに多極深部電極を刺入する。レ線コントロールのもとに電極の先端が正確に視床腹外側核内に達したことを確かめた上で(図3, 4)、少なくとも40分間以上にわたつてこの部からの脳波を誘導記録し、同時に自動周波数分析装置により分析を行なつた。また頭皮上からの脳波も視床からのものと同時に記録して分析した(図5)。頭皮上脳波は前頭、側頭、頭頂、後頭部から各々誘導したが、単極誘導の際は深部電極と同側の耳介を不閉電極とした。

分析測定の対象となつた脳波は、視床腹外側核部

図3 術中レントゲン写真(前後像)  
深部電極の先端は右視床腹外側核  
に刺入されている。

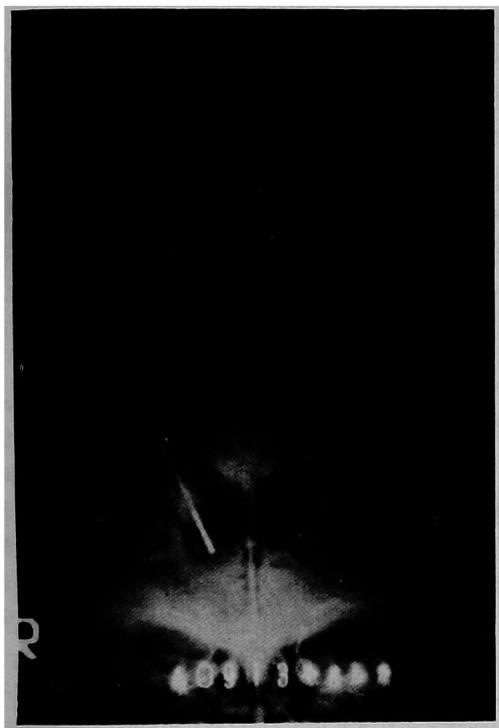


図4 術中レントゲン写真(側面像)

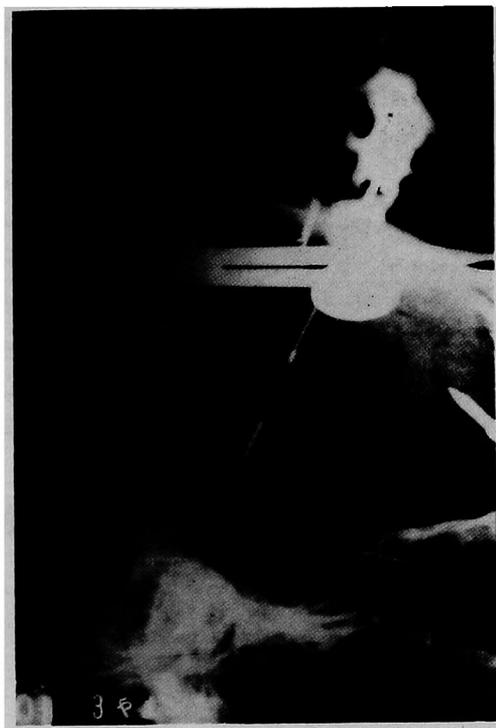
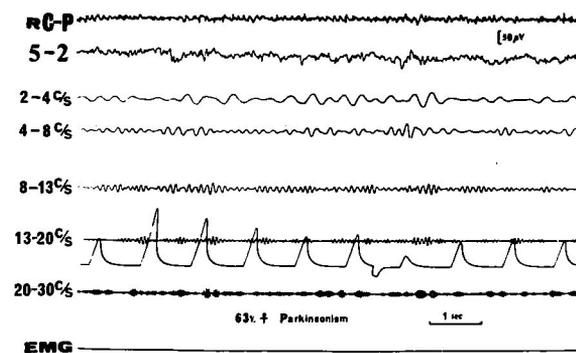


図5 脳波自動周波数分析装置による周波数分析

第1チャンネルは右頭頂部より誘導した頭皮上脳波(双極誘導), 第2チャンネルは同側(右)の視床脳波(双極誘導), 第3—第7チャンネルは視床脳波(第2チャンネル)の各周波数帯域の瞬時値をしめし, 第6と第7チャンネルの間に10秒間の各周波数帯域の積分値をしめす。



に刺入された深部電極の先端部の第1電極またはこれより5mmのところにある第2電極と, これより更に15mm離れた部にある第4または第5電極との間で記録された双極誘導と, この先端部の第1または第2電極と同側の耳介を不関電極として記録した

単極誘導である。すなわち視床脳波の双極誘導は腹外側核を中心として常に15mmの電極間距離にて誘導された脳波を対象とした。また頭皮上脳波は深部脳波の対象となつた視床と同側の頭頂部を中心に記録したものを対象とした。

#### 第4章 パーキンソニズム患者における術中の視床および頭皮上脳波所見

##### 第1節 視床脳波所見

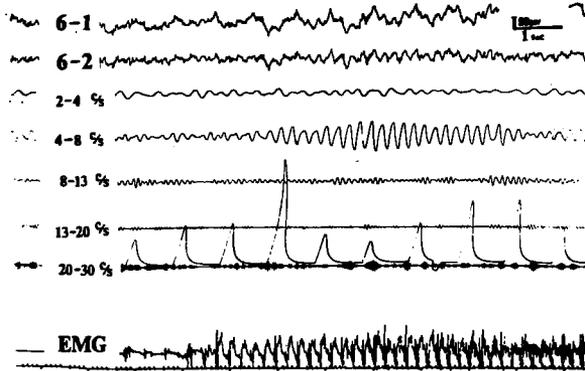
深部電極の先端部すなわち第1電極から誘導した脳波には, しばしば心拍動と一致せる高電圧徐波がみられたが, 第2電極からの脳波ではほとんどこの徐波は認められず, 視床腹外側核部の脳波が心拍動と一致せる徐波のため判読困難となつたものは1

例もなかつた。

振戦の周波数に一致したθ波を認めた症例が30例中3例あつたが, いずれも視床脳波上においてθ波の出現は振戦すなわち反対側腕橈骨筋の筋電図上にみられる grouping voltage に0.5—1秒遅れており,

図6 視床脳波と筋電図

第8チャンネルは深部電極の刺入されている視床と反対側の腕橈骨筋の筋電図をしめしている。振戦の周波数に一致した $\theta$ 波が視床脳波(第1, 第2チャンネル)にみられ, これは $\theta$ 帯域の瞬時値において一層著明に認められるが, 筋電図上の grouping voltage は視床の $\theta$ 波に先行している。



しかも振戦の増強ともなつて $\theta$ 波の振巾の増加を示し, 振戦が停止すれば同時に $\theta$ 波も消失した(図6)。振戦に一致した $\theta$ 波の振巾は視床双極誘導において電極間距離15mmのさいに約 $50\mu V$ であつた。これら grouping voltage と視床の $\theta$ 波とが一致した部は数秒間以上にわたり, 長いものは1分間以上も持続した。

一般に視床からの脳波は同じ対象の頭皮上脳波に比し background activity としての $\alpha$ 波に乏しく,  $\theta$ 波と15—30c/sの速波をより多く混じていた。また上記の振戦に一致した周波数をもつ $\theta$ 波を除けば,  $\theta$ 波の出現率は比較的一定しているが,  $\alpha$ 波,  $\delta$ 波の変動が著しく, そのためにエネルギー率において大きな差を示してくるようである。振戦の強い患者の脳波は視床においても頭皮上においても, 振戦時の $\alpha$ 活動が少なく, 不規則で振巾も小さいが, 間歇期における $\alpha$ 活動は規則性もよく, waxing and waning の状態も明らかであつた。この振戦と脳波の関係は視床脳波において一層著明に認められた。また単極誘導による脳波は頭皮上のものに比し高電圧であり, 視床双極誘導の場合は電極間距離が15—20mmのとき頭皮上脳波とほぼ同じであるが, 距離が短くなるに従つて電圧は低くなり, 一層不規則な波形を示すようになった。

視床における $\alpha$ 活動は位相, 周波数, 波

形, 連続性, 漸増漸減の状態など, 非常によく頭皮上脳波と一致したものもあつたが, むしろ大部分においてこの両者はまったく無関係であつた。しかも頭皮上脳波では, 開眼時や疼痛刺激を与えたときには明らかに $\alpha$ 活動の抑制がみられたのにたいし, 視床脳波における $\alpha$ 活動の大部分は開眼による変化をほとんど示さないし, また疼痛刺激にたいしても抑制を受け難い。この傾向は双極誘導において一層著明であつた。視床腹外側核部の $\alpha$ 活動と頭皮上のそれがよく一致するのは, 頭頂部の誘導において比較的著明であつた。

また術前脳波にて atypical spike and wave complex を認め, 若年者でしかも定型的なパーキンソニズム症状を示した例の術中脳波は, 視床腹外側核部の $\alpha$ 活動と頭皮上でのそれとは, 位相はときとして逆転

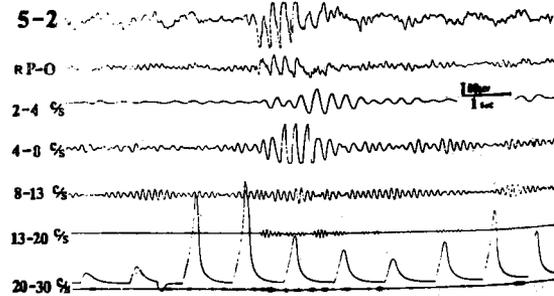
するが, 周波数, 波形など比較的良好一致し, しかも $\theta$ 波においても両者の一致を認めた。しかし視床の徐波は頭皮上のもより先に出現し, それが3—4c/sの atypical spike and wave complex を示すときでさえも頭皮上ではほぼ同じ周波数の高振巾徐波を示すのみで, 視床脳波に比して頭皮上脳波は棘波成分に乏しいという非常に興味ある所見がえられた(図7)。

## 第2節 頭皮上脳波所見

術中覚醒時の頭皮上脳波は術前のものと変わらず,

図7 てんかんを合併していたパーキンソニズム患者の脳波

視床脳波(第1チャンネル)の徐波は頭皮上脳波(第2チャンネル)のものより先に出現し, 視床脳波が atypical spike and wave complex をしめしているときに, 頭皮上脳波ではほぼ同じ周波数の高振巾徐波を示している。



約半数(12例)は正常脳波を示した。残りの18例においては $\alpha$ 波の徐波化、 $\alpha$ 波の規則性の悪いもの、 $\theta$ 波や $\delta$ 波の出現などがみられた。これらの異常波は大部分汎発性にみられたが、ときに頭頂部、後頭部などに限局してみられる場合もあった。

頭皮上の脳波は、視床のそれと同時記録による比較を行なうと、例外なく $\alpha$ 活動が優勢であった。対象30例中術後に再発をみて術後9日目と14日目にそれぞれ再手術を行なつた2例があつたが、この再手術時の視床および頭皮上脳波はいずれも初回のものに比し著明な $\theta$ 波の増加と $\alpha$ 波の徐波化を認めた。この術後の脳波変化は頭皮上脳波ではほぼ汎発性にみられたが、術側において一層著明であつた。

### 第5章 視床および頭皮上脳波の帯域別エネルギー百分率について

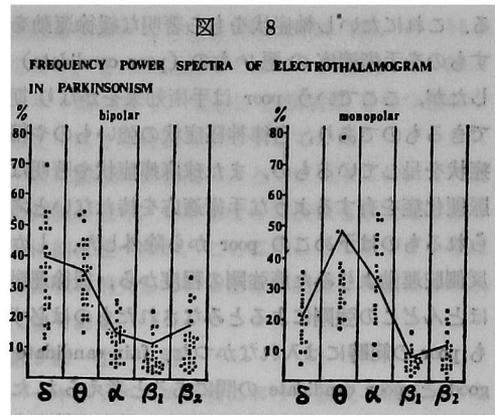
#### 第1節 分析方法

自動周波数分析装置により分けられた $\delta$ (2-4c/s)、 $\theta$ (4-8c/s)、 $\alpha$ (8-13c/s)、 $\beta_1$ (13-20c/s)、 $\beta_2$ (20-30c/s)の5つの分析帯域について、分析器の矩形波発振器による較正電圧より各フィルターの出力を全ての脳波分析につき一定として、脳波上明らかに artifact の混入したところはこれを除外して10秒毎の積分値の6ヶ所(1分間)以上につき計測し、その平均帯域電圧を求め、ついで各周波数帯域の出現率の表示方法としてエネルギー率を算出した。エネルギー率は各積分値の2乗の和にたいする各帯域の積分値の2乗の百分率で得られる。すなわち $\delta$ 帯域エネルギー率 $=\frac{\delta^2}{\delta^2+\theta^2+\alpha^2+\beta_1^2+\beta_2^2}\times 100\%$ である。

#### 第2節 検査成績

##### 1) 視床脳波の帯域別エネルギー百分率

パーキンソニズムにおける視床脳波は、双極誘導において $\delta$ および $\theta$ 帯域のエネルギー率の増加と、 $\alpha$ 帯域のエネルギー率の減少が著明に認められた(図8)。図の点は各症例の帯域別エネルギー率を示し、実線は各帯域別エネルギー率の中央値を結んだものであるが、各中央値はそれぞれ $\delta$ :39.3%、 $\theta$ :34.6%、 $\alpha$ :15.1%、 $\beta_1$ :11.5%、 $\beta_2$ :17.6%であり、 $\alpha$ 帯域のエネルギー率は4.5%から25.6%の間にあつて比較的バラツキが少ない。ところが視床における単極誘導では $\delta$ 帯域のエネルギー率の中央値は20.5%であり、 $\theta$ :48.3%、 $\alpha$ :31.5%、 $\beta_1$ :8.7%、 $\beta_2$ :11.6%であつて、双極誘導に比し徐波

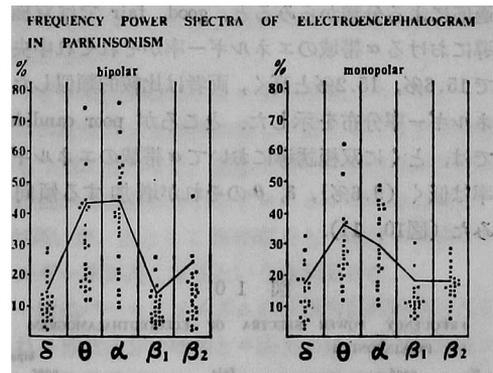


成分のエネルギー率の低下と $\alpha$ 帯域のエネルギー率の増加を認めた。しかし $\alpha$ 帯域のエネルギー率は9.0%から53.9%と比較的広い範囲に散在していた。

##### 2) 頭皮上脳波の帯域別エネルギー百分率

頭皮上脳波においては一般に $\alpha$ 帯域のエネルギー率が最も高く、ついで $\theta$ 、 $\delta$ 帯域の順に高い値を示した。双極誘導においては各帯域の中央値は $\delta$ :15.4%、 $\theta$ :42.1%、 $\alpha$ :42.3%、 $\beta_1$ :13.8%、 $\beta_2$ :23.5%であり、 $\theta$ および $\alpha$ 帯域におけるエネルギー率は単極のものに比してバラツキが大きい。また $\alpha$ 帯域のエネルギー率は高い(図9)。また単極誘導における各帯域のエネルギー率分布は視床脳波のそれに類似していた。

図 9



##### 3) 視床腹外側核破壊術にたいする手術適応と帯域別エネルギー百分率との関連について

臨床症状からパーキンソニズム患者を、手術適応により good, fair, poor の3つの candidacy に分類した。これは blind method により行なつたものであるが、手術適応の良いもの(good candidate)とは症状が軽度で随意運動が十分可能で、かつ敏速であり、軸症状(axial syndrome)を伴わないものであ

る。これにたいし軸症状をもち著明な緩徐運動を示すものを手術適応の悪いもの (poor candidate) としたが、ここでいう poor は手術効果をかなり期待できるものであり、自律神経症状の強いものや精神症状を呈しているもの、また球麻痺症状や著明な動脈硬化症を有するような手術適応を持たないと考えられるものは予めこの poor から除外した。しかし反側肢運動よりみた筋強剛の程度から、緩徐運動がほとんどこの強剛によるとみなされたものは必ずしも poor の範疇には入れなかつた。fair candidate は good と poor candidate の間にあると考えられた症例である。この candidacy は術後の手術成績からも明らかに実証されたものである。

この各々の candidacy の症例数および年齢は30例中 good は男4例、女6例の計10例であり、平均年齢は49.0才、標準偏差は10.2才であつた。fair は男5例、女6例の計11例で、平均年齢は53.2才、標準偏差は8.1才であり、また poor は男7例、女2例で、平均年齢は56.8才、標準偏差は7.9才であつた。すなわち candidacy の悪いもの程平均年齢がやや高くなるという傾向はあるが、いずれも年齢のパラツキが大きく、candidacy と年齢との間には有意の相関は認められなかつた。またこれらの手術適応と罹患年数との間にも相関関係はみられなかつた。

視床脳波の帯域別エネルギー率をこのような手術適応による分類からみると、good, fair では双極誘導における $\alpha$ 帯域のエネルギー率がそれぞれ中央値で15.6%, 15.2%と高く、両者は比較的類似したエネルギー率分布を示した。ところが poor candidate では、とくに双極誘導において $\alpha$ 帯域のエネルギー率は低く(9.6%),  $\delta$ ,  $\theta$ のそれが増加する傾向をみた(図10, 11)。

図 10

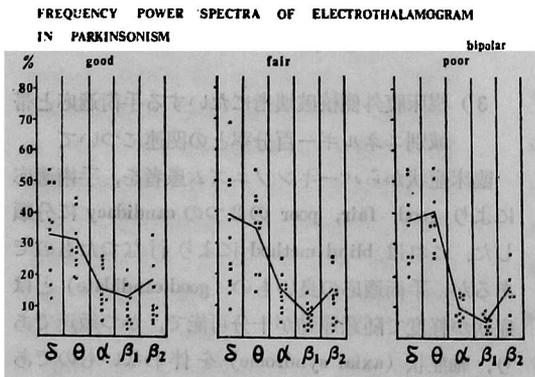
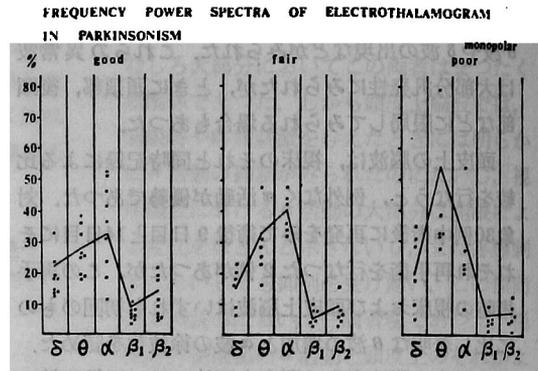


図 11



頭皮上脳波における good candidate のエネルギー率は fair, poor に比し $\alpha$ 帯域のそれが極めて高く、正常脳波のエネルギー率に近い分布を示したが、poor のものでは頭皮上脳波においてさえ $\alpha$ 帯域の減少と $\theta$ 帯域の増加が著明であつた。双極誘導における $\alpha$ エネルギー率が14.5%と例外的に低い値を示した good candidate の1例があつたが、これは脳波記録中強度の振戦が持続していた症例であつた(図12, 13)。

図 12

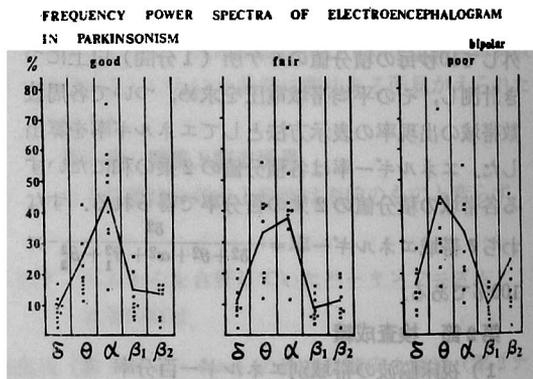
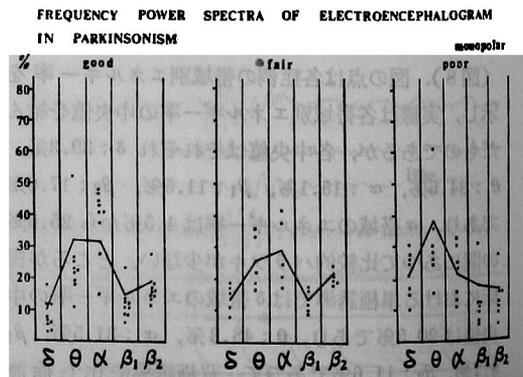


図 13



さてパーキンソニズム患者において、その主要症状である振戦と筋強剛の程度から、視床脳波のエネルギー率を振戦の著しい型 (tremor dominant type) と主として筋強剛をもつ型 (rigidity dominant type) に分類して検討した。振戦の著しい型は36才から62才までの11例あり、平均年齢は49.7才、標準偏差は6.9才であつた。主として筋強剛をもつ型は28才から68才までの16例あり、その平均年齢は54.5才、標準偏差は10.1才であつたが、振戦と筋強剛の強さの判定が困難であつた3例は除外した。

この症状による分類から視床脳波のエネルギー率を検討してみると、単極誘導においても双極誘導においても、振戦の著しい型は $\alpha$ 帯域のエネルギー率が低く、その中央値はそれぞれ27.6%, 13.5%であり、また $\delta$ 帯域の増加を認めた。一方主として筋強剛をもつ型は、振戦の著しい型に比して $\alpha$ 帯域のエネルギー率が単極、双極誘導においてそれぞれ37.0%, 15.1%の中央値を示して高く、 $\delta$ 帯域の減少をみた(図14, 15)。このうち全く振戦を伴わない無振戦性振戦麻痺 (paralysis agitans sine agitatione) の1例があつたが、その帯域別エネルギー率は視床

単極誘導において $\delta$ : 12.0%,  $\theta$ : 25.7%,  $\alpha$ : 51.9%であり、また双極誘導では $\delta$ : 21.8%,  $\theta$ : 23.7%,  $\alpha$ : 25.6%で、主として筋強剛をもつ型の中でもとくにその特徴をよく示していた。

一般に振戦時の脳波は、とくに視床において $\alpha$ 活動の抑制が強く、しかもその周波数も不規則であることは前に述べたが、ここに示したエネルギー率は常に振戦の消失しているときに記録した脳波から求めた値である。

### 第3節 小 括

パーキンソニズム患者における脳波の帯域別エネルギー率を求めてみると、頭皮上脳波では $\alpha$ 帯域において最も高く、ついで $\theta$ ,  $\delta$ 帯域の順に高い値を示したが、視床脳波においては $\theta$ および $\delta$ 帯域が高くなり、 $\alpha$ 帯域のエネルギー率の減少が著明であつた。この傾向は単極誘導におけるよりも双極誘導において一層著明であつた。一般にパーキンソニズム患者の脳波は比較的 $\alpha$ 波に乏しく、 $\theta$ 波、 $\delta$ 波の増加を認めたが、この $\alpha$ 成分の減少と徐波成分の増加という特徴的現象は視床における双極誘導のエネルギー率において最も著明に表わされていた。

また手術適応による分類から視床脳波のエネルギー率をみると、手術適応の良いもの (good candidate) では比較的 $\alpha$ 帯域のエネルギー率が高く、手術適応の悪いもの (poor candidate) では $\alpha$ の減少と $\theta$ ,  $\delta$ の増加する傾向を認めた。この傾向は年齢や罹患年数とは関係なく、頭皮上脳波においても同様の傾向が認められた。

つぎに視床脳波のエネルギー率を、パーキンソニズムの症状により振戦の著しい型と主として筋強剛をもつ型に分けると、振戦の著しい型の方が平均年齢が低いにもかかわらず $\alpha$ エネルギー率は低く、 $\delta$ が高いが、主として筋強剛をもつ型は $\alpha$ 帯域のエネルギー率が高くなるという傾向をみた。

一般にパーキンソニズムの特徴的脳波所見と考えられる徐波成分の増加と $\alpha$ 成分の減少は視床脳波において特徴的であり、またこれは手術適応による分類よりも、むしろ振戦および筋強剛からみた症状による分類において一層著明な傾向を示した。

## 第6章 視床および頭皮上脳波の $\alpha$ 帯域における周波数分析について

### 第1節 分析方法

$\alpha$ 活動における周波数測定に際しては分析装置で分析された $\alpha$ 帯域 (8—13c/s) の瞬時値について測

図 14

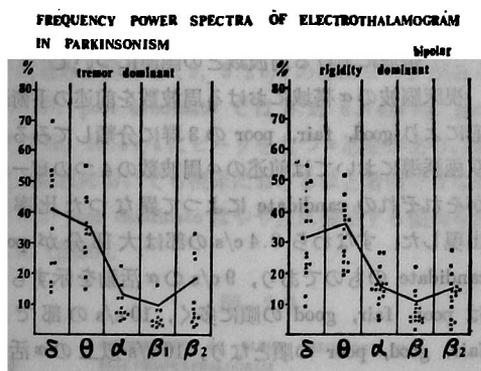
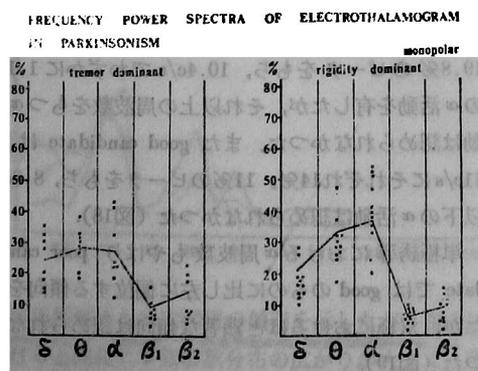


図 15



定した。これは脳波の原波形について直接周波数の測定を行なうよりも、フィルターを通過したためやや正弦波に近くなつた瞬時値について測定する方が計測が容易となるからである。しかしフィルターの特長、とくに交叉周波数附近の周波数の利得の低下および分析器の after effect などのために生じうる測定誤差も考えられるので、これを最少限にするために、フィルターの出電圧が 8 mV 以上で、しかも 5 個以上の連続せる  $\alpha$  帯域の瞬時値が漸増漸減現象を呈する部について、その中心部の波の平均周波数を測定した。測定した部の  $\alpha$  瞬時値を認めるところは同時にもとの脳波にも明らかに  $\alpha$  活動を認めた。

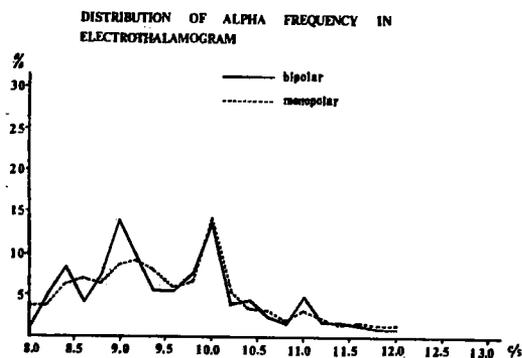
このような方法で  $\alpha$  帯域の周波数を視床腹外側核部および頭皮上の単極、双極誘導について 1 症例につき平均周波数の各 100 個 ( $\alpha$  帯域上の出力正弦波の 100 サイクル) を測定した。測定周波数の最小目盛は 0.2 c/s とした。

## 第 2 節 検査成績

### 1) 視床および頭皮上脳波の $\alpha$ 帯域における周波数分析

視床脳波の  $\alpha$  帯域における周波数は双極誘導において 9、10 c/s に最も大きなピークをもち、それぞれ 13.6%、13.0% を占めていた。そのほか 8.4、11 c/s にもピークをもつ分布を示したが、単極では 9.2、10 c/s にそれぞれ 8.8%、13.7% のピークをもつ、ややなだらかな分布曲線を呈した。 $\alpha$  帯域上にて 8 c/s の周波数はしばしばみられたのたいし、12 c/s のものは双極誘導でわずかに 0.7%、単極では 1.3% と非常に低く、それ以上の周波数をもつ  $\alpha$  活動は認められなかつた (図 16)。

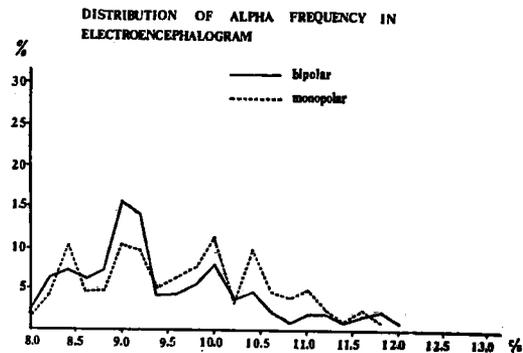
図 1 6



頭皮上脳波においては、双極誘導で 9 c/s の周波数をもつ  $\alpha$  波が 15.4% でピークを示し、8.4、10

c/s の部にもピークはみられたが、視床の  $\alpha$  周波数ほどの広がりはなく、9 c/s を中心として 8 から 10 c/s の  $\alpha$  波が大部分であり、11 c/s 以上の周波数をもつ  $\alpha$  波は非常に少なかつた。単極誘導においても類似していたが、周波数分布はやや平坦となる傾向を示した。パーキンソニズムにおいては一般に  $\alpha$  波の徐波化が認められ、9 c/s の周波数をもつ  $\alpha$  波が最も優勢であつた (図 17)。

図 1 7



頭皮上脳波と視床脳波の  $\alpha$  周波数を個々の症例についてみると、頭皮上のものより視床における  $\alpha$  周波数の方が一般にバラツキが少なかつた。

### 2) 視床腹外側核破壊術にたいする手術適応と $\alpha$ 帯域における周波数との関連について

視床脳波の  $\alpha$  帯域における周波数を前述の手術適応により good, fair, poor の 3 群に分類してみると、双極誘導においては前述の  $\alpha$  周波数の 4 つのピークがそれぞれの candidate によつて異なつた比率で出現した。すなわち 8.4 c/s の部は大部分が poor candidate のものであり、9 c/s の  $\alpha$  活動を示すものは poor, fair, good の順に多く、10 c/s の部では fair, good, poor の順となり、10 c/s 以上の  $\alpha$  活動をみるものでは poor のものは極めて少なく、11 c/s の部では大部分が good candidate であつた。

poor candidate は 8.4、9 c/s にそれぞれ 18.7%、19.8% のピークをもち、10.4 c/s でわずかに 1.1% の  $\alpha$  活動を有したが、それ以上の周波数をもつ  $\alpha$  活動は認められなかつた。また good candidate は 10、11 c/s にそれぞれ 14%、11% のピークをもち、8.8 c/s 以下の  $\alpha$  活動は認められなかつた (図 18)。

単極誘導における  $\alpha$  周波数もやはり poor candidate では good のものに比し左に偏位する傾向をみたが、双極におけるほと顕著な傾向は認められなかつた (図 19)。

図 18

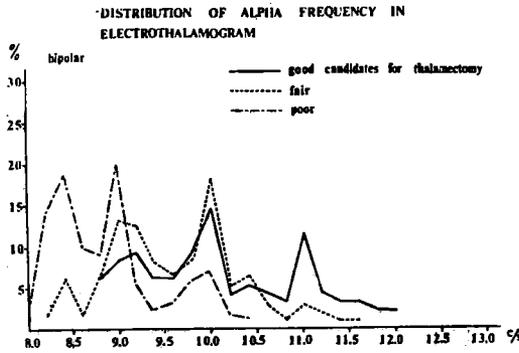
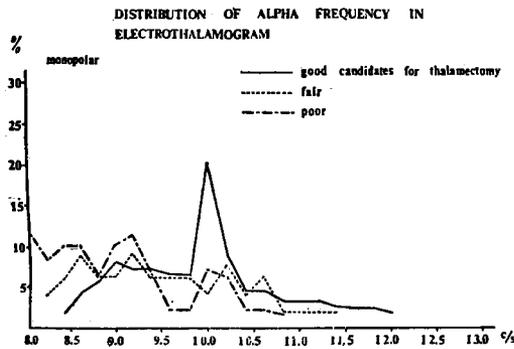
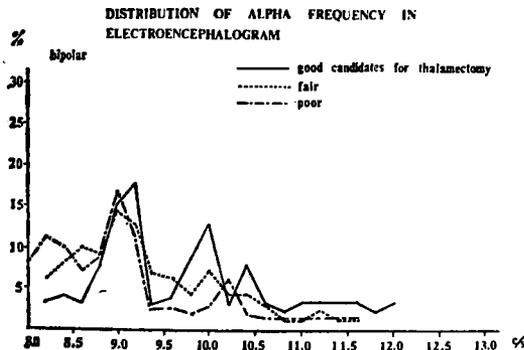


図 19



頭皮上脳波の双極誘導における $\alpha$ 帯域の周波数は、手術適応と関係なく9, 9.2 c/sの部にピークがみられたが、poor candidateでは8.2, 8.4 c/sに、goodでは10, 10.4 c/sにピークをもつ $\alpha$ 活動があり、頭皮上脳波においても視床におけるほど著明ではなかったがpoor candidateはやや左に偏位する傾向を示した(図20)。

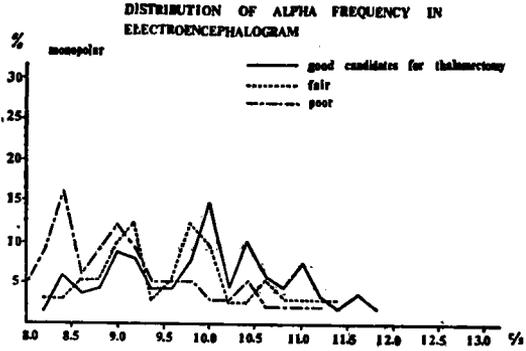
図 20



単極誘導でもほぼ同様の傾向を示したが、視床におけると同様に $\alpha$ 周波数分布の広がり大きく、手

術適応と $\alpha$ 周波数との相関は視床におけるほど明らかではなかった(図21)。

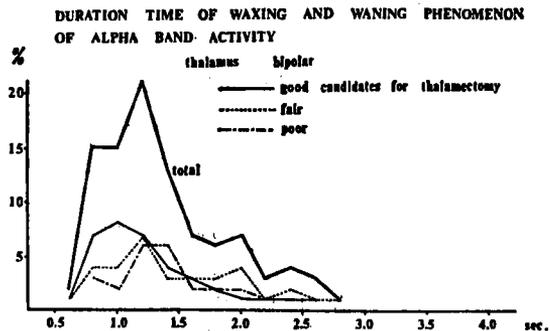
図 21



3) 視床および頭皮上脳波における $\alpha$ 波のwaxing and waningについて

深部脳波においても頭皮上脳波においても各波形の振巾は常に一定ではなく、種々の周期で漸増漸減現象、すなわちwaxing and waning phenomenonがみられる。この周期的変動は生体における生理的特徴とされており、 $\alpha$ 波において最も著明とされている。このwaxing and waningの状態はもとの脳波におけるよりもフィルター通過後の瞬時値において一層著明にみることができた。分析装置で較正電圧20mVのときペンの振れを7mmとして表示したさいに3mmすなわち約9mV以上の振巾をもち、かつ5個以上の連続した波がwaxing and waningの状態を示すものを1個の $\alpha$ のうなりとすると、パーキンソニズム患者の視床脳波のうなりの数は毎分16個から32個あり、このうなりの持続時間は1.2秒を中心に0.9秒から2秒の持続を示すものが大部分であつた(図22)。

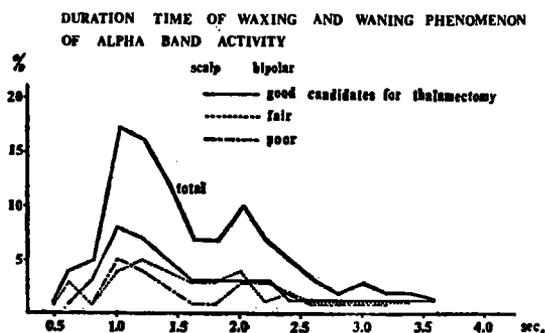
図 22



これにたいして頭皮上脳波の $\alpha$ 波のうなり現象は一般に視床脳波におけるほど著明ではなく、多くは

持続性であり、 $\alpha$ 波が一定の周期で漸増漸減を繰り返すという、いわゆるうなり現象は比較的乏しい。頭皮上脳波のうなり現象の持続時間は1秒を中心に0.5秒から3.6秒まで持続するものがあり、また例外的に5秒以上も持続する単調な $\alpha$ 波の連続を認めたものもあつた(図23)。

図 23



視床および頭皮上脳波における $\alpha$ 波のうなり現象の持続時間を、手術適応により分類して全体にたいする比率を求めたが、この持続時間の手術適応にたいする特異性は明らかではなかつた。

### 第3節 小 括

頭皮上脳波の $\alpha$ 周波数は9c/sを中心とした分布を示し、 $\alpha$ 波の徐波化が認められた。一方視床脳波の $\alpha$ 周波数は9, 10c/sにピークをもつ分布を示し、周波数分布の一般的傾向は頭皮上脳波のそれと明らかな相違を認めないが、個々の症例については頭皮上のものより視床脳波の周波数の方がバラツキがやや少ない傾向をみた。

$\alpha$ 波の周波数と手術適応との関係をみると、poor candidateのものはgoodのものに比して $\alpha$ 波が一層徐波化する傾向をみた。これは視床脳波のとくに双極誘導において最も著明であり、8.8c/s以下の周波数をもつ $\alpha$ 波のうなり現象を認めたならば、そのパーキンソニズムはgood candidateではなく、また10.4c/s以上の周波数のものならそれはpoorではなく、11c/sの連続せる $\alpha$ 波を示すものは大部分goodであり、11.6c/s以上のものはすべてgood candidateであつた。視床における $\alpha$ 波の周波数と手術適応は極めて大きい相関関係を有する。

また $\alpha$ 波のwaxing and waningは視床脳波において著明であり、その持続時間もバラツキが少ないが、頭皮上脳波における $\alpha$ 波はむしろ持続性で単調な $\alpha$ 波を呈するものが多く認められた。このwaxing

and waningの状態およびその持続時間と手術適応との関係は明らかではなかつた。

## 第7章 考 按

脳波の周波数分析を機械的に行なうために現在広く用いられているWalter型の分析装置は、分析したい脳波をフィルターによつて各周波数成分に分離するもので、位相関係やスパイクなどの過度現象は全く無視されてしまうという欠点はあるが、脳波の各周波数成分の関係を量的に表現でき、視察では見出せない脳波の特性を解明できるという長所をもっており、脳波の統計的処理を行なうための一手段として使用されている。

フィルターは、特定帯域の周波数のみを通し、他の周波数は減衰して出力に現われない特性をもっている。したがつて入力に複雑な波を加えると、出力にはフィルターの特性に相応した周波数成分が現われ、他の周波数成分は減衰してしまう(8a,b)。分析装置はそのフィルターを通過した波をもつて、そのフィルターに対応した周波数成分が存在すると考えることを前提としている。

一般にある波がフィルターを通つて出てくると、元の波 $f(t)$ とフィルターを通つた波 $g(t)$ とは次のような関係を示す。

$$g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} y(\tau) f(t-\tau) d\tau$$

$$\text{但し、} y(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} Y(\omega) e^{i\omega\tau} d\omega$$

であつて $Y(\omega)$ はフィルターの性質を特徴づける複素数関数である。すなわちフィルターを通つた波 $g(t)$ は、いろいろな $\tau$ にたいする $f(t-\tau)$ 、つまり $f(t)$ を $\tau$ だけずらした波に適當なweight $y(\tau)$ を乗じて積分したものである<sup>9)</sup>。実際にEA-201形分析装置による $\alpha$ 帯域の周波数測定に際しては、フィルターの特性を考慮して $\alpha$ 帯域の周波数を測定したが、このフィルター通過後の波は測定が極めて簡単で、しかも詳細な測定が可能であり、したがつてパーキンソニズムの病態との関係も一層明確となつて現われてきたものと考えられる。

翻つてこれまでに脳波の分析を行なうのに種々の方法が試みられ、藤森ら<sup>10)</sup>は同一資料についてWalter型分析器、ヒストグラム法、数値計算法における成績の比較を行ない、大内<sup>11)</sup>は分析器における各帯域のエネルギー率は、ヒストグラム法における振幅・持続率と直線的な正の相関がみられると述べたが、分析器の場合には徐波帯域の振幅が高く

出易く、振幅を2乗してエネルギー率を求めると、振幅率に比してもとのスペクトルで最も高い振幅を示している成分がさらに強調されることになり、したがって分析器による脳波分析の場合は調和解析法の原理に基づき徐波成分が目立つことになるとして、この点に注意をうながしている。しかし分析器による脳波分析は、最も合理的、実際的とされており Kozhevnikov<sup>12)</sup> は脳波分析について種々の装置を列挙して解説し、目的にかなったフィルターと積分器を用いれば脳波記録なしでも、脳波分析のみで脳波測定の目的を達成しようとまで述べている。そのほか Johnson<sup>13)</sup>, Lettich<sup>14)</sup>, Ellis<sup>15)</sup>, Glesser<sup>16)</sup>, Burch<sup>17)</sup>, Kaiser<sup>18)</sup> らは、脳波の自動周波数分析および分析結果の統計的処理法などにつき詳細に報告している。また Brazier<sup>ら</sup><sup>7)</sup> は脳基底諸核からの脳波を記録し、これまで基底核の間には関連がないとされてきた電気活動について computer analysis を行なってみると、淡蒼球内側部の電気活動は被殻や淡蒼球外側部における活動に先行していると述べ、これまで捕え難かつた現象も脳波の分析を一層詳しく行なつてのみ明らかとなることを提示し、このような脳波の分析に関する研究はますます重要なものと考えられつつある。

さてパーキンソニズムにおける脳波に関しては、これまでに数多くの報告がなされてきた。1936年パーキンソニズムの脳波は振戦と同期化するといわれたが、1939年 Schwab<sup>ら</sup><sup>2)</sup> は振戦と同期化する波は artifact であるとして、38例の大部分の脳波が正常であつたと述べたが、同時に異常脳波とくに徐波の出現についても注目している。近年 Schwab<sup>ら</sup><sup>3)</sup><sup>4)</sup> は患者の平均年齢の増加を指摘しているが、同年令の脳波研究による報告では90%は正常であるのに、パーキンソニズムは約半数に異常脳波を示すことに着目し、この異常とくに徐波の出現を病態機構と関連づけている。すなわちパーキンソニズムにおける徐波は *akinetic phenomenon* と密接な関係を有し、一定以上の徐波を認める症例にたいしては症状の如何を問わず定位脳手術は禁忌とさえ考えている。また Hassler<sup>ら</sup><sup>19)</sup> は異常脳波のうち $\alpha$ 波の徐波化を認めるものほど術後の一過性精神症状を来し易いと述べ、しかもこの徐波化を脳動脈硬化による現象と考えている。Ganglberger<sup>20)</sup>, Shirakov<sup>ら</sup><sup>5)</sup>, Grindel<sup>ら</sup><sup>21)</sup>, Jurko<sup>ら</sup><sup>22)</sup> もパーキンソニズムの約半数に異常脳波を認めている。Laidlaw<sup>ら</sup><sup>23)</sup> は平均周波数の減少と $\delta$ 指数の上昇がパーキンソニズムにおける脳

波の一般的特徴であると述べているが、諸家の報告をまとめると $\alpha$ 波の徐波傾向と、 $\delta$ 波、 $\theta$ 波の出現というのがパーキンソニズムの主な異常脳波所見であり、一般にこれらの異常脳波は汎発性のこともあるが、後頭部に限局されることが多いという<sup>4)</sup>。著者も術前および術中脳波において、約半数に汎発性の $\theta$ 波および $\alpha$ 波の徐波化を認めた。しかし頭皮上脳波の所見は一般に臨床症状、罹患年数、年齢との関連が少ないという印象を受けたが、これは対象となつた症例が、臨床症状の程度から手術適応のあるものに限られていたために、それらの関連が明確でなかつたとも考えられる。しかも頭皮上脳波のみでは、大まかな疾患の程度を伺い知ることはできるが、多彩な臨床症状や手術適応との関連ということになると極めて漠然としており、不十分と考えられるので、本研究はこの点に主眼をおき、頭皮上および視床脳波の両者につき従来の視察による脳波判定を避け、客観性のある分析装置を通したものについて検討した。視床脳波についてこのような検討をした報告は見当たらないが、本研究ではパーキンソニズムの病態と視床腹外側核部における脳波所見とがよく一致し、症状により分類した振戦型、筋強剛型はエネルギー率と、また手術適応は $\alpha$ 波の周波数と密接な関係を示した。これは頭皮上におけるよりも視床腹外側核部における電気活動の方が、一層脳基底部の病態や機能を捕え易いためであろうと考えられる。

近年定位脳手術の進歩にともない。術前、術中、術後に脳波記録を行なつて報告している人もかなりある。Hassler<sup>ら</sup><sup>19)</sup>, Ganglberger<sup>20)</sup>, Bustos<sup>24)</sup>, England<sup>ら</sup><sup>4)</sup>, Jurko<sup>ら</sup><sup>22)</sup> は定性的に視床腹外側核を破壊して、術後に一過性ではあるが $\alpha$ 波の徐波化を認め、しかもときに手術側に著明な $\delta$ 波の出現を認めている。これは視床腹外側核部あるいはこれと関連した皮質または皮質下核が $\alpha$ 活動の調整に大きな役割を占めているということを示唆するものであろう。また Williams<sup>ら</sup><sup>6)</sup> は視床脳波につき詳細に記載し、腫瘍などによる視床の器質的変化があるときには、頭皮上脳波とともに視床脳波においても徐波が著明にみられると述べ、佐野<sup>ら</sup><sup>25)</sup> は視床腫瘍のさいには大部分において4~7c/sの $\theta$ 波が全導出、とくに患側頭皮上に著明にみられたと述べ、Van Der Drift および Magnus<sup>26)</sup> もほぼ同様の所見を得ており、徐波の出現あるいは $\alpha$ 波の消失を視床障害による現象と考えている。

Andersen 27) 28) 29) 30) 31) により示された thalamic spindle activity は頭皮上における $\alpha$ 活動の最も普通の周波数である 10 c/s を呈することや、また大熊ら 32) 33) による視床脳波の基本波が頭皮上と同じくほぼ 10 c/s であり、これが皮質に近づくにつれ高振巾速波を混ざるが、これは $\alpha$ 活動に superimpose されていること、などから視床を $\alpha$ 活動の重要な源と考える人もある。

ところが Laidlaw<sup>20)</sup>, Grindel<sup>21)</sup>, Hassler<sup>19)</sup>, England<sup>4)</sup> は定位脳手術後にみられる $\alpha$ 波の徐波化や徐波の出現は破壊部位が淡蒼球であれ、視床腹外側核であれ、その場所によるものではないと述べ、また Sem-Jacobsen<sup>34)</sup> によれば、 $\alpha$ 活動は皮質下約 2cm のところでもつとも大きい振巾が得られるが、電極が 4, 5cm 深くなつても同様の $\alpha$ 律動が存在すると主張し、 $\alpha$ 活動の調整は非常に複雑な機構の上に成り立っていることを暗示している。

本研究で得たパーキンソニズムにおける視床脳波は頭皮上脳波とは大部分において無関係であつたが、ときに非常によく一致した $\alpha$ 活動をみるものもあつた。しかも頭皮上脳波における $\alpha$ 活動は、開眼や疼痛刺激にたいし、明らかに抑制を受けるが、視床における $\alpha$ 活動は開眼および刺激にたいして変化を示さないものが多く、この現象は頭皮上と視床における $\alpha$ 活動が非常によく一致していたものにおいてさえ認められた。これは皮質と視床において記録された $\alpha$ 活動は、その源となるメカニズムに相違のあることを推察させる。しかし一般に視床脳波において $\alpha$ 帯域のエネルギー率の高いものは、やはり頭皮上においても同様であり、このことは徐波についてもほぼ同様であつた。これらのことから、 $\alpha$ 波あるいは徐波が視床から皮質へ直接投射しているとは考え難いが、視床はこれらの波を調整する機構の一翼を担っているであろうと考えられる。

Walter や Brazier<sup>35) 36) 37)</sup> は安静時の頭皮上の $\alpha$ 活動は、一般に 0.05 c/s 以下の周波数変化を示す極めて一定の周波数をとるが、ときに 0.5 c/s 位までの変化をみることもあり、また精神活動のあるときは、両半球かあるいは同一半球の隣接部位においてさえ異なつた周波数を示すことがしばしばあると述べている。たとえば 1 側が 9.1 c/s で、反対側対称部では 9.35 c/s というように、詳細に分析してみると 0.5 c/s 以下の相異がみられることはしばしばあるという。また Walter<sup>38) 39)</sup> は頭皮上脳波に比し、深部よりの誘導脳波はミリメートル単位の位

置の相違でかなり異なる脳波を示し、とくに異常波にたいしては脳内局所性変化と一層密接であり、その局在性にたいしては一層確実な情報をもたらすと述べ、深部脳波の有利性を強調している。

パーキンソニズム患者の視床腹外側核部より誘導した脳波の $\alpha$ 活動を詳細に分析測定してみると、種々の点において頭皮上の $\alpha$ 活動とは明らかな相違を示し、しかもこの $\alpha$ 活動の周波数と手術適応の間には密接な関連のあることが明らかになつた。パーキンソニズムの主要病変は基底核にあり、したがつて頭皮上脳波に比して視床腹外側核部から誘導した脳波はパーキンソニズムの病態と一層密接な関連を示すと考えられ、しかもこの関連は詳細な脳波分析により一層明瞭になつたものであろう。

Hughes<sup>40)</sup> らは定位脳手術にさいして target point を破壊し、術中に頭皮上あるいは目標部における脳波に著明な徐波を認めれば、それ以上の破壊は禁忌という。candidacy に関しては、視床腹外側核部における徐波の出現もさることながら、 $\alpha$ 周波数の徐波化が一層パーキンソニズムの病態と関連をもつていられる。個々のパーキンソニズム患者について、視床腹外側核部における深部脳波を分析し、各帯域別エネルギー率と $\alpha$ 帯域の周波数測定を行なえば、その患者の視床腹外側核破壊による手術効果ならびに術後の運動機能の改善に関する予後がある程度予知しうることが本研究で明らかにされたのであるが、このことはパーキンソニズムの治療において今後非常に有用であると考えられるのみならず、パーキンソニズムを含めて諸種の錐体外路系疾患の病態機構の究明にも一翼を担うものと思われる。

## 第 8 章 結 語

パーキンソニズム患者 30 例の定位脳手術中に視床腹外側核部および頭皮上から脳波を記録し、それを同時に自動周波数分析装置により分析して検討した。

本研究でえた知見を要約すると、

1) 頭皮上脳波では約半数において正常脳波を示し、残り半数には $\alpha$ 波の徐波化、 $\delta$ 波および $\theta$ 波の出現がみられた。これらの異常波は大部分汎発性のみられたが、ときに頭頂部、後頭部などに限局して現われる場合もあつた。パーキンソニズム患者の頭皮上 $\alpha$ 活動は 9 c/s の周波数のものが優勢であり、一般に徐波化の傾向を示す。

2) 視床脳波は頭皮上脳波におけるより $\alpha$ 成分が

少なく、 $\alpha$ 波の徐波化は一層著明で、徐波および速波を一層多く混している。視床における $\alpha$ 活動は開眼および疼痛刺激などにたいしては、頭皮上脳波に比して抑制を受け難い。

$\alpha$ 波の waxing and waning は頭皮上のもより視床において著明であり、その持続時間もバラツキが少ない。

3) 振戦の著しい型のパーキンソニズムは主として筋強剛をもつ型のものに比して視床脳波における $\delta$ 帯域のエネルギー率が高く、 $\alpha$ 帯域のエネルギー率は低い。

4) パーキンソニズム患者の臨床症状から、視床腹外側核破壊術の手術適応の良いもの (good candidate) は視床脳波において $\alpha$ 帯域のエネルギー率が高く、 $\delta$ ,  $\theta$ 帯域のエネルギー率は低い。 $\alpha$ 帯域における周波数は10c/sを中心に8.8c/sから12.0c/sに分布する。

手術適応の悪いもの (poor candidate) は視床脳波において $\alpha$ 帯域のエネルギー率は低く、 $\delta$ ,  $\theta$ 帯域のエネルギー率は高い。 $\alpha$ 帯域における周波数は8.0c/sより10.4c/sに分布し、手術適応の良いものに比して著明な $\alpha$ 波の徐波化を認める。

これらの特徴的所見は頭皮上脳波においては著明でない。

パーキンソニズムにおいて、この視床脳波のエネルギー率および $\alpha$ 波の周波数の測定を行なうことにより、視床腹外側核破壊の手術効果および運動機能の改善の程度を破壊前にある程度予知できる可能性があることを明らかにした。

稿を終るにあたり、終始懇篤なご指導とご校閲を戴いた恩師西本詮教授、松本圭藏講師および奥村修三博士に心からの感謝を捧げる。

#### 参 考 文 献

- 1) Mundinger, F. und Riechert, T.: Die stereotaktischen Hirnoperationen zur Behandlung extrapyramidaler Bewegungsstörungen (Parkinsonismus und Hyperkinesen) und ihre Resultate. Fortsch. Neurol. Psychiat. ihre Grenzgebiete, Stuttgart, 1-13, 1963.
- 2) Schwab, R. S. and Cobb, S.: Simultaneous EMGs and EEGs in paralysis agitans. J. Neurophysiol., 2: 36-41, 1939.
- 3) Schwab, R. S., England, A. C. and Peterson, E.: Comparison of EEG findings in Parkinson's disease. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 10: 186, 1958.
- 4) England, A. C., Schwab, R. S. and Peterson, E.: The electroencephalogram in Parkinson's syndrom. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 11: 723-731, 1959.
- 5) Sirakov, A. A. and Mezan, I. S.: EEG findings in Parkinsonism. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 15: 321-322, 1963.
- 6) Williams, D. and Parsons-Smith, G.: The spontaneous electrical activity of the human thalamus. Brain, 72: 450-482, 1949.
- 7) Brazier, M. A. B. and Barlow, J. S.: Correlation analysis of depth recordings from the basal ganglia. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 9: 171, 1957.
- 8a) 戸室晃一: 脳波の分析(1). 臨床脳波, 第3巻, 第3号: 153-160, 昭和36年.
- 8b) 戸室晃一: 脳波の分析(2). 臨床脳波, 第3巻, 第4号: 203-213, 昭和36年.
- 9) 高橋秀俊: 脳波の分析とその応用(若林, 藤森編). 医学書院, 39-64, 1957.
- 10) Fujimori, B., Yokota, T., Ishibashi, Y. and Takei, T.: Analysis of the electroencephalogram of children by histogram method. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 10: 241-252, 1958.
- 11) 大内義雄: 自動分析装置とヒストグラム法による脳波の波形分析. 精神誌, 62: 1102-1112, 昭和35年.
- 12) Kozhevnikov, V. A.: Some methods of automatic measurement of the electroencephalogram. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 10: 269-278, 1958.
- 13) Johnson, L. C. and Ulett, G. A.: Quantitative study of pattern and stability of resting electroencephalographic activity in a young adult group. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 11: 233-249, 1959.
- 14) Lettich, E. and Margerison, J. H.: Presentation of data from low frequency analysis to illustrate serial changes in the electroencephalogram. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 13

- 606-611, 1961.
- 15) Ellis, N. W. and Last, S. L.: Analysis of the normal electroencephalogram. *Lancet*, 264: 112-114, 1953.
  - 16) Glessner, C. G.: A method of statistical treatment for electronically analysed EEG data. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 6: 329-333, 1954.
  - 17) Burch, N. R.: Automatic analysis of the electroencephalogram. A review and classification of systems. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 11: 827-834, 1959.
  - 18) Kaiser, E., Petersén, I., Selldén, U. and Kagawa, N.: EEG data representation in broadband frequency analysis. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 17: 76-80, 1964.
  - 19) Hassler, R., Riechert, T., Munding, F., Umbach, W. and Ganglberger, J. A.: Physiological observations in stereotaxic operations in extrapyramidal motor disturbances. *Brain*, 83: 337-350, 1960.
  - 20) Ganglberger, J. A.: The EEG in Parkinsonism and its alterations by stereotaxically produced lesions in pallidum or thalamus. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 13: 828, 1961.
  - 21) Grindel, O. M., Kandel, E. I. and Raeva, S. M.: Changes in the electrical activity of the brain in patients affected with Parkinsonism in connection with operations on the basal cerebral ganglia. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 16: 528-529, 1964.
  - 22) Jurko, M. F. and Andy, O. J.: Serial EEG study following thalamotomy. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 18: 500-503, 1965.
  - 23) Laidlaw, J. and Catling, J.: An EEG assessment of encephalopathy in Parkinsonism. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 27: 232-236, 1964.
  - 24) Bustos, R. P.: Modifications of the EEG in thalamotomy. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 15: 137-138, 1963.
  - 25) 佐野圭司, 桑原武夫: 視床腫瘍, 神経進歩, 8: 799-820, 1964.
  - 26) Van Der Drift, J. H. A. and Magnus, D.: Primary thalamic lesions. *Electroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl.*, 19: 125-137, 1961.
  - 27) Andersen, P. and Eccles, J. C.: Inhibitory phasing of neuronal discharge. *Nature*, 196: 645-647, 1962.
  - 28) Andersen, P., Books, C. McC. and Eccles, J. C.: Electrical responses of the ventro-basal nucleus of the thalamus. In *Progress in Brain Research*, ed. by Bargmann, W. and Schädé, J. P., Amsterdam, Elsevier, 100-113, 1964.
  - 29) Andersen, P., Brooks, C. McC., Eccles, J. C. and Sears, T. A.: The ventro-basal nucleus of the thalamus: Potential fields, synaptic transmission and excitability of both presynaptic and postsynaptic components. *J. Physiol.*, 174: 348-369, 1964.
  - 30) Andersen, P. and Sears, T. A.: The role of inhibition in the phasing of spontaneous thalamo-cortical discharge. *J. physiol. (London)*, 173: 459-480, 1964.
  - 31) Andersen, P.: Rhythmic 10/sec activity in the thalamus. *The Thalamus*, Columbia Univ. press, New York and London, 143-151, 1966.
  - 32) Okuma, T., Shimazono, Y., Fukuda, T. and Narabayashi, H.: Cortical and subcortical recordings in non-anesthetized and anesthetized periods in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 6: 269-286, 1954.
  - 33) Okuma, T., Shimazono, Y. and Narabayashi, H.: Cortical and subcortical electrograms in anesthesia and anoxia in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 9: 609-622, 1957.
  - 34) Sem-Jacobsen, C. W., Petersen, M. C., Dodge, H. W., Lazarte, J. A. and Holman, C. B.: Electroencephalographic rhythms from the depths of the parietal, occipital and temporal lobes in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 8: 263-278, 1956.
  - 35) Walter, W. Grey: Intrinsic rhythms of the brain. *Handbook of Physiology*, Amer. Physiol. Soc., Washington, Section 1: Neurophysiology, 1: 279-298, 1959.
  - 36) Brazier, M. A. B. and Casby, J. U.: Cross-correlation and autocorrelation studies of electroencephalographic potentials. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 4: 201-211, 1952.

- 37) Cooper, R., Shipton, H. W., Shipton, J., Walter, V. J. and Walter, W. Grey: Spatial and temporal identification of alpha activities in relation to individual mental states, by means of the 22-channel helical scan toposcope. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 9 : 375, 1957.
- 38) Walter, W. Grey and Crow, H. J.: Depth recording from the human brain. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 16 : 68-72, 1964.
- 39) Cooper, R., Winter, A. L., Crow, H. J. and Walter, W. Grey: Comparison of subcortical, cortical and scalp activity using chronically indwelling lelectrodes in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 18 : 217-228, 1965.
- 40) Hughes, B.: Involuntary movements following stereotactic operations for Parkinsonism with special reference to hemi-chorea (ballismus). *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 28 : 291-303, 1965.

---

## Electrophysiological Studies on Ventrolateral Nucleus of the Thalamus in Parkinsonism

### Part I.

#### Frequency Analysis and Power Spectrum of Parkinsonian Thalamic Activity

by

Takashi OHMOTO

Department of Neurological Surgery, Okayama University Medical School

(Director: Prof. Akira Nishimoto)

A consecutive series of 30 cases of Parkinsonism were examined in this study. A probe with five silver ring electrodes at 5 mm distance from the tip was inserted into the ventrolateral nucleus of the thalamus stereotaxically. Spontaneous thalamic activities of the patients were recorded and analyzed by Walter type analyzer with electrical filters into five bands, i. e. 2—4 c/s, delta band; 4—8 c/s, theta band; 8—13 c/s, alpha band; 13—20 c/s, beta I band; and 20—30 c/s, beta II band. EEG from parieto-occipital region were also recorded and analyzed simultaneously.

Frequency power spectrum of the thalamus showed generally higher theta and delta band activities in both bipolar and monopolar records. In the patients with predominant tremor of the limbs it showed considerable high delta band and marked low alpha band activities, which were clearly differentiated from that of other type of Parkinsonism. This was characteristic in the bipolar record from the thalamus. Duration time of waxing and waning phenomenon of alpha band activity ranged from 0.9 to 2.0 seconds with average 1.2 seconds in the thalamus, but longer duration up to 5 seconds in the scalp lead.

Frequencies of alpha activities were noted mostly from 8.5 to 10.5 c/s. in EEG, but 8.5 to 11.5 c/s. in the thalamic lead. The patients with higher frequencies of alpha activities were closely corresponded to a good candidate for surgery in the thalamic bipolar lead, but not in thalamic monopolar lead or scalp EEG.

On the other hand, a poor candidate for surgery had higher delta and theta activities in the frequency power spectra and slowing of frequencies of alpha activities in the thalamic bipolar lead.

The scalp EEG findings were not specific, but thalamic activities were most closely related to the progress of symptoms, particularly tremor, rigidity and bradykinetic situation of a Parkinsonian patient.

---