

植込電極による人脳病態生理学的研究

第3報 人脳前頭葉皮質下部の直接電気刺戟時に於ける知覚閾

佐 藤 恵 一

SATO-KEIICHI

弘前大学医学部精神医学教室 (主任 和田豊治 教授)

(23. X. 1959受付)

いとぐち

人脳病態生理学的研究の一環として、前項^{1,2,3,4,5,6,7,8}葉皮質下部に電極を植込み、electrostimographyの立場より直接電気刺戟を行なって来た。

ところでその間に、皮質下部に位する電極点に電流を通じると同時に被検者が、白色ないしは黄白色の閃光を知覚すると時に訴えることがあるのに気付いた。そこで大脳皮質下部直接電気刺戟による知覚という現象について、種々の角度から検討してみたが、二・三の所見を得たのでここに報告する。

実験成績

1. 電極植込部位：植込部位は、標準ロボットミーの部位で穿孔し、頭蓋骨に引いた切線に直角の方向に多電極針 (multi-electrodes-needle) を、前頭葉皮質下部に挿入。一週間に亘って継続的にそれを植込んでおき、その間に別項でのべるような刺戟を繰返した。

2. 閃光の性状：被検者が上述の閃光を感じずる部位は、必ず被検者の眼前であり、頭の中で閃くとは訴えない。即ちその部位は、被検者によって若干異るとは言え、ほぼ眼前10~30cm位の間に認められると言う。且つ閃光を知覚する方向は、主として刺戟の入力する方向に一致している。例えば右側半球→左

側半球の刺戟の場合には、右側に知覚される。しかし刺戟電流が強い場合には、稀に出力の方向に知覚される場合もある。

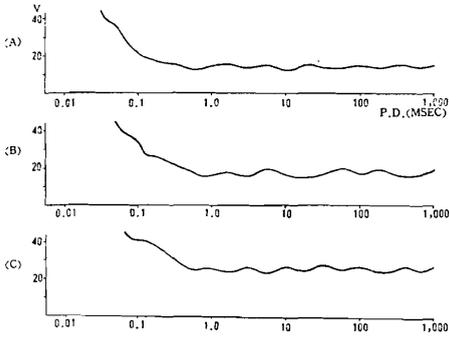
閃光の色調は黄白色が主であるが、時には白色のこともある。後者の場合は強電流で刺戟した場合に多い。その色調の強さ即ち明るさは、閃光を感じずる刺戟閾内ではほぼ一定している。また繰返し刺戟を継続した場合には、被検者の訴えは刺戟頭初に感ずると言うのみで、連続して閃光を知覚するとは殆んど訴えない。たとえば10秒間継続刺戟した場合でも、被検者は単に刺戟開始時のみ“白い光がピカッと光った”と言うだけで、1回の刺戟後は、少なくとも3分以上の休止間隔をおかないと、次の刺戟に対する反応を生じない。

3. 刺戟の方法：用いた刺戟の方法としては、まず単一パルスによる刺戟を施行、次いでタイマーによる1秒間通電を行った。その間に種々条件をかえてみたが、その際の所見は次のようである。なおその際、刺戟部位は両側前頭葉皮質下部1cm・3cm・4cmの深さと一定にし、被検者が“ピカリと光った”と訴えた場合のみを(+)とした。刺戟は電極植込後24時間を経て行い、刺戟波形はブラウン管オッシログラフによって観測した。

1) 単一パルスによる刺戟時のパルス巾と電圧の関係。

単一パルスで刺戟した場合の変化は第1図

第1図 単一パルスによる刺戟時の
パルス巾と電圧の関係



- (A) は皮質下部左側半球1 cm—右側半球1 cm間の刺戟の場合。
 (B) は皮質下部左側半球3 cm—右側半球3 cm間の刺戟の場合。
 (C) は皮質下部左側半球4 cm—右側半球4 cm間の刺戟の場合。

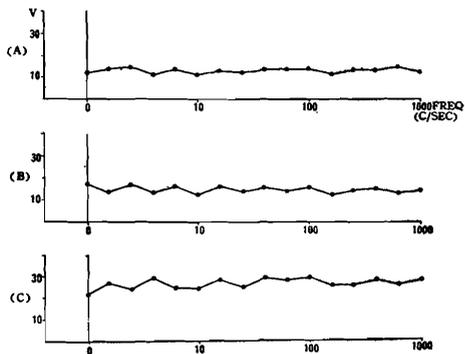
のようである。図の(A)の曲線は、左右皮質下部1cmの深さの両部位間の刺戟時所見であり、〔附第1図〕“ピカリ”と光るのに必要な電圧はパルス巾が0.05msec. では45voltsを必要とするに反し、パルス巾を増加して刺戟を行なった場合は電圧が低くても知覚として感じられ、1.0msec. 以上のパルス巾では電圧はほぼ12~14voltsの間に一定しており、パルス巾を増加してもこの電圧の変化は認められなかった。図の(B)の曲線は左右皮質下部3cm間の刺戟時所見であり、(A)の場合と同様に0.07msec. では45voltsを必要とするのに反して、パルス巾の増加に伴って刺戟による閃光を感じず電圧は低下し、0.5~1.0msec. ではその電圧は16~20voltsの間に一定し、パルス巾をより増加しても、電圧の変動は認められなかった。また図の(C)の曲線は左右皮質下部4cm間の刺戟時所見であるが、これも前の(A)や(B)と同様に、0.08msec. のパルス巾では45voltsを必要とし、パルス巾の増加と共に閃光を感じず電圧は低下し、1.0msec. では電圧は20~26voltsの間で一定し、やはりパルス巾を増加しても電圧の変動は認められなかった。単一パルスによる刺戟の場合は、電極位が皮質下部に深く入るに従って閃光効

果をもつ電流のパルス巾はより大きなものでなければならないが、閾値は凡そ1.0msec. という結論になる。

2) パルス巾を一定にした場合に於ける電圧と刺戟電流振動数との関係

第2図はパルス巾の増減が電圧に変動を与えない範囲内におさめた上でその刺戟電流の振動数を変化させた場合の所見である。〔附第2図〕(A)は1 cm, (B)は3 cm, (C)は

第2図 パルス巾を一定とした場合に於ける
電圧と刺戟電流振動数との関係



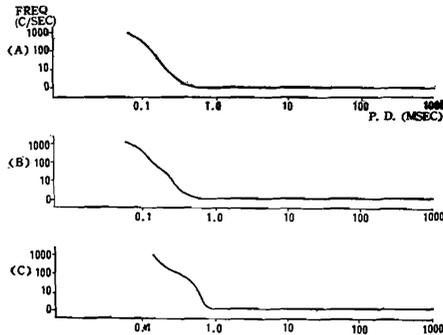
- (A) は皮質下部左1 cm—右1 cm間刺戟の場合
 (B) は皮質下部左3 cm—右3 cm間刺戟の場合
 (C) は皮質下部左4 cm—右4 cm間刺戟の場合

4cmの両側半球皮質下部電極の所見を示す。図のように、振動数を変化させても閃光効果をもつ電圧の最低値はほぼ一定しており、(A)の場合は13volts附近、(B)の場合は17volts附近、(C)の場合は22volts附近であり、この場合も皮質下深部に電極植位が進むに従って電圧は増大する。尚刺戟は前述の如くタイマーにて1秒間通電したのであるが、いづれの場合にも脳波上ではafter-dischargeの発生は認められず、パルス巾を増大した場合には光としての知覚以外に刺戟そのものの知覚、即ち、刺戟振動数に一致したコツコツした感じ、或は痛覚を訴える場合もあった。

3) 電圧を一定にした場合に於ける刺戟電流振動数とパルス巾との関係

第3図は電圧を閃光として感ずる範囲内にとどめた場合(即ち前項の条件)の刺戟電流振動数とパルス巾との関係を示したものであ

第3図 電圧を一定とした場合に於ける刺戟電流振動数とパルス巾との関係



- (A) は皮質下部左1 cm—右1 cm間刺戟の場合
 (B) は皮質下部左3 cm—右3 cm間刺戟の場合
 (C) は皮質下部左4 cm—右4 cm間刺戟の場合

る。〔附第3図〕即ち、1)の単一パルスの場合の条件より、皮質下部1 cm(A)は14volts以上の点、皮質下部3 cm (B)は18volts以上の点、皮質下部4 cm (C)は22volts以上の点を使用した。(A)・(B)・(C)のいずれの場合でもパルス巾が1.0msec.より大なる場合は、単一パルスで閃光効果を生ずるが、1.0 msec.以下のパルス巾の場合にはいずれも振動数を増加させる必要があった。即ち、(A)では最低値が0.08msec・1000 c/sec. (B)では同じく0.08msec・1000 c/sec. (C)では0.2msec・1000 c/sec.であり、パルス巾がこれ以下ではその閃光効果を得ることは出来なかった。

以上を総合すると、閃光有効刺戟は少なくともパルス巾0.1msec.以上、刺戟電圧は左右皮質下部1 cmでは15volts以上、同じく3 cmの部位では18volts以上、4cmでは25volts以上を必要とし、又有効パルス巾は1.0msec.以上では振動数に無関係となる。また手術後日数を経、その間に種々の長時間刺戟を行なった後に於いては、最低電圧値が上昇することを認めたが、しかしパルス巾と振動数に対する比率はほぼ同様の曲線を示していた。

考 按

閃光知覚の性状をみるに、光覚というより

はむしろ光覚類似の感覚と言うべきであろう。通常、眼球の圧迫時に於いて、或は頭部打撲の場合に知覚されるものと類似しているからである。前頭葉を刺戟した場合に何故このような閃光が知覚されるのであろうか。既に解剖学的には、前頭葉から後頭葉に走る線維の存在することが知られているが、横井によると、この連合線維の主なるものは同側性に、一部は交叉性に走っているところの上従束 (Fasc. longitudinalis sup.) であるという。われわれの研究の場合には、この線維を経て刺戟が視領にまで伝達されることは一応考えられる。また、知覚閾がかなり高電圧である処より、刺戟部位より伝播する刺戟電流が網膜にまで至って、そこを刺戟して閃光効果が生ずることも一応考えられる。この電流伝播をとりあげると、視神経を直接に、或いは一次視覚中枢と考えられている部分(即ち外側膝状体・視床枕・四丘体上丘部の視神経線維を受けている部位)が伝播した刺戟電流によって二次的に刺戟され、その結果として閃光効果をもたらされると言い得よう。

ところで刺戟によって生ずる光覚類似の知覚性状は白色又は黄白色である。この知覚を一応単なる光覚と考えると、KRIESの視覚に関する二重装置説によれば、われわれの所見は桿状体細胞のみが刺戟された場合に該当することとなるであろう。また、視神経が直接・間接に刺戟されたと考えたと視神経の桿状体細胞より来る線維のみが刺戟された結果として光覚がもたらされるということになる。更にまた、視領にまで到った刺戟効果とすれば、光覚のみを司る細胞のみが刺戟されたと言わなければなるまい。しかしこのような撰択的刺戟効果が直接電流刺戟によってもたらされることは殆んど背かれないところではあるまいか。この点は今後の追究にまたなければならぬ。ただ我々は前頭葉を直接に電気刺戟しても、或る種の光覚類似の知覚がもたらされることを指摘するに止めたい。なお、その知覚は刺戟当初に於て著名であり、長時

間刺戟時では継続して出現しない。この点にも多々疑問が持たれる。

む す び

人脳病態生理学的研究の一環として *electrostimography* の立場から前頭葉皮質下部に直接電気刺戟を行なった処、被検者が刺戟とともに白色乃至黄白色の閃光を知覚することに気付いた。そしてその閾値をパルス巾・電圧・電極部位などの点から検討した。とくに有効パルス巾では周波数にさして関係がないこと、また刺戟回数の増加或いは手術後日数を経た場合は、電圧閾値の上昇をみとめた。それ等の諸所見に対して若干考察を加えた。

なお本論文要旨は、第12回東北精神神経学会総会に於て報告した。また研究費の一部は文部省科学研究費の補助による。

文 献

- 1) BECKER, H.C., FOUNDS, W.L., REACOCK, Ja. S.M., HEATH, R.G., LIEWELLYN, R.C., and MICKEL, W.A.; *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1957, 9, 533.
- 2) BICKFORD, R.G., PETERSEN, M.C., DODGE, H.W. Jr., and SEM-JACOBSEN, C.W.; *Proc. Mayo-Clin.*, 1953, 28, 181.
- 3) BICKFORD, R.G.; *Neurology*, 1957, 7, 467,
- 4) DELGADO, J.M.R., HAMLIN, H., and CHAPMAN, W.P.; *Confinia neurol.*, 1952, 12, 315.
- 5) DODGE, H.W., BICKFORD, R.G., BAILEY, A.A., HOLMAN, C.B., and PETERSEN, M.C., SEM-JACOBSEN, C.W.; *Postgrad. Medicine*, 1954, 15, 291.
- 6) HEATH, R.G., *Studies in Schizophrenia*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1954.
- 7) SEM-JACOBSEN, C. W., PETERSEN, M.C.; *Proc. Mayo-Clin.*, 1953, 28, 166.
- 8) 和田豊治：臨床脳波，金原出版，昭32年。
- 9) 横井 晋：精神誌，1954，56，362。