

# フローセン麻酔における脳波および脊髄機能 に関する臨床的研究

## 第 2 編

フローセン麻酔における誘発筋電図法による脊髄機能、  
とくに前柱細胞の興奮性に関する臨床的研究

岡山大学第 1 外科教室 (指導: 陣内伝之助教授  
田中早苗教授)

岩 藤 隆 昭

[昭和 38 年 12 月 13 日受稿]

### 第 1 章 緒言ならびに文献

脊髄の機能を論ずるには各機能面が考えられるが、そのうちで麻酔ともつとも関係があるのは運動機能および知覚機能であろう。しかし残念ながら現在の臨床生理学の段階では知覚機能はほとんど主観的なもので客観的指標の有力なものは存在しない。しかし運動機能に関しては最近発達した臨床生理学、ことに筋電図の発達により誘発筋電図という有力な研究方法が応用せられるにいたつたので、私はこの方法を用いて脊髄の重要な機能の一つである運動機能のフローセン麻酔による影響を研究せんと企てた。脊髄の運動性機能の効果として骨格筋が随意的に収縮をおこなう場合には、刺激が上位運動ニューロンをへて脊髄の前柱にいたり、その運動神経細胞である前柱細胞を興奮させ、前柱細胞の興奮によつて発現したインパルスはさらにそれより末梢神経をへて神経筋接合部の興奮を介して、最後に筋線維の収縮となつて現われるのであるが、一方反射的な収縮の場合にも末梢受容器の興奮によつて発生したインパルスは求心性神経をへて脳幹または脊髄の反射中枢を介して前柱細胞にいたり、前柱細胞を興奮させて随意収縮の場合と同様筋線維に収縮をおこさせるものである。すなわち脊髄の前柱細胞は中枢および末梢からの種々の線維と機能的に連絡している最終共通路を形成し、筋は神経筋系の興奮活動を収縮という状態で現わす一つの効果器にすぎないのである。このように脊髄前柱細胞は、随意運動および不随意運動に関与する上位の運動神経系と反射運動に関する前庭脊髄路や小脳脊髄路と連絡しているのみならず、皮膚、筋、腱、関節などの末梢受容器からの反

射経路の線維も直接または間接に前柱細胞と機能的に接合している。

末梢受容器については、古くより形態的、機能的に多くの研究者により報告されており、伸展受容器に属する筋紡錘および  $\gamma$  線維に関しても Kühne<sup>38)</sup>, Hinsey<sup>39)</sup>, Sherrington ら<sup>40)</sup>, Leksell<sup>41)</sup>, Kuffer ら<sup>42)</sup> による多くの研究がある。他の一つの伸展受容器は Golgi<sup>43)</sup> により記載された Golgi 腱受容器である。これら伸展受容器よりの求心性神経はともに Lloyd<sup>44)</sup> の分類における 10~20  $\mu$  の large group 1 に属するものとされ、Lloyd ら<sup>44)</sup> は筋紡錘よりのものは monosynaptic に、腱受容器よりのものは disynaptic に前柱細胞につらなつており、それぞれ group 1a および group 1b と区別している。

さらに末梢受容器反射に対する高位中枢の関係も Magoun ら<sup>23)</sup>, Granit ら<sup>45)</sup> により研究され、延髄網様体の刺激で抑制され、脳幹の上下にわたる網様体の刺激で促進されることが知られている。

Hoffmann ら<sup>46)</sup> は人間を対象として、腱叩打時筋よりの求心性線維を通つて生ずる伸展反射は group 1a fibre をへて直接脊髄前柱細胞に達する monosynaptic reflex であるとし、さらに Magladery ら<sup>47)</sup> は同じく人間で、その膝窩部において経皮的に後脛骨神経に対し刺激をくわえて、M. gastrocnemius より腱反射と同一とみられる伸展反射を伴う potential の変化を記録し、この potential の変化は Hoffmann<sup>46)</sup> の記載したものと同一であると考えこれを H-reflex と名付けた。そして筋紡錘起源の求心性神経、すなわち group 1a fibre の興奮にもとづく monosynaptic な脊髄反射の H 波と、運動性神経す

なわち  $\alpha$  motor fibre の興奮が直接筋に達して起す M 波とを識別した。

Magladery<sup>47)</sup> の研究以後、H 波を指標とする中枢性運動機能とくに脊髄前柱細胞の興奮性に関する研究としては、中枢性運動障害患者を対象とした Magladery の研究<sup>48)</sup>をはじめとし、脊髄疾患を対象とした本間の研究<sup>49)</sup>、 $\alpha$  線維のプロカイン麻酔による  $\gamma$  系の機能に関する沼本<sup>50)</sup>、村島<sup>51)</sup> らの研究、エーテル、クロロホルム等各種麻酔剤による脊髄機能に関する島村<sup>52)</sup> らの研究、およびエーテル麻酔時の Austin<sup>36)</sup> の研究等多くの研究がある。

さらにエーテル、クロロホルム、サイクロプロペイン、バルビタール麻酔時の脊髄機能および Neuro-muscular effect に関する研究も、前述の Austin<sup>36)</sup>、島村<sup>52)</sup> らの研究をはじめ、Auer ら<sup>53)</sup>、Gross and Cullen ら<sup>54)</sup>、Poulsen and Secher ら<sup>55)</sup>、Naess ら<sup>56)</sup>、Dean ら<sup>57)</sup> の多くの研究がある。

私は Magladery<sup>47)</sup> のいわゆる H 波を指標として、皮質脳幹麻酔薬であるフローセン麻酔時の脊髄機能、とくに前柱細胞の興奮性についての研究をおこなうべく実験をはじめ、あわせてその麻酔動態および脊髄機能に対する影響がすでにフローセンよりは一層明らかにされているところのエーテル、チオペンタルバルビタールの態度と対比しつつ、脊髄の運動機能におよぼすフローセン麻酔の影響を検討した。

## 第2章 検査方法

### 第1節 検査装置

1. 筋電計：三栄測器製テープレコーダー付筋電計（時定数 0.01 sec. にて使用）をもちいた。
2. 記録装置：成茂科学器械研究所 Long recording camera をもちいた。記録には富士オツシログラフ用印画紙を使用した。
3. 刺激装置：日本光電製電子管刺激装置 ME-I 型および附属のアイソレーターをもちいた。刺激は矩形波で Duration は 2 msec., 電圧 10~30v, 刺激は約 2 秒に 1 回の割合であたえた。2 発刺激をおこなう際には、第 1 刺激すなわち conditioning shock と第 2 刺激すなわち test shock の強さは同一とし、その間隔を 20 msec. から 10m sec. ずつ増し、200 msec. 以上では 50 msec. ずつ増して最大 600 msec. までもちいた。なおその都度ブラウン管の掃引の早さを調節した。
4. 刺激電極：1/3 皮下注射針を先端のみ残して他を絶縁エナメルにて焼付け、coating せるものを

もちい、不閉電極としては 5×8 cm 大の銀板を電極糊にて下腿後面に固定した。

5. 導出電極：その中央に導線をハンダ付とした直径約 8 mm の銀製キャップ状の一对の表面電極を用い、これをゴムバンドで下腿ヒラメ筋上に固定してもちいた。

6. 電極糊：澱粉糊に 10~20% NaCl およびカルボールを加えたものをもちいた。

### 第2節 検査対象

岡山大学第 1 外科入院患者中、中枢および末梢神経に臨床的にまつたく変化の認められなかつた 24~64 才までの 26 例につき検査をおこなつた。

### 第3節 検査方法

#### 1. 麻酔方法

##### a) フローセン麻酔

前投薬としてデメロール 70~100 mg, スコポラミン 0.3~0.4 mg を麻酔開始前 1 時間 30 分に皮下注射であたえ、ついで 1 時間前にペントバルビタール 100 mg を経口的に投与した。

麻酔はマスクおよび挿管にておこなつた。挿管は 2% キシロカインにより上喉頭神経遮断および経喉頭麻酔をおこない意識下に挿管をおこなつた。そして Acoma 麻酔器にあらかじめ Gaschromatography で calibrate された Fluotec Mark II をとりつけ、酸素 5l, フローセン 2% の半閉鎖式循環麻酔で導入し、麻酔の深さはⅢ期 2 相よりⅢ期 3 相までの間でおこなつた。検査成績に影響をおよぼすような外科的処置ならびにフローセン以外の麻酔剤は導入時にも麻酔中にもまつたくもちいながつた。フローセン麻酔は 26 例中 10 例について検査をおこなつた。

##### b) エーテル麻酔

フローセン麻酔時と同様の前投薬をおこない、Acoma 麻酔器にてマスクにより導入および麻酔をおこなつた。麻酔の深さはⅢ期 2 相より 3 相の浅い状態まであつた。エーテル麻酔は 26 例中 8 例についておこなつた。

##### c) チオペンタルバルビタール麻酔

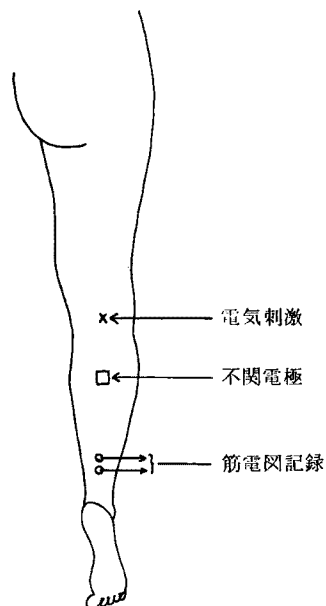
前投薬はまつたくおこなわず、チオペンタルビタール（ラボナール）静脈内注射により麻酔をおこなつた。この麻酔は 26 例中 8 例について検査し、4 例は体重 1 kg 当り 5 mg, 他の 4 例は体重 1 kg 当り 8 mg の量を与えた。

#### 2. 誘発筋電図の記録および回復曲線の作製

誘発筋電図の記録および回復曲線の作製は麻酔前および麻酔中についてそれぞれおこなつた。すなわ

ち、まず筋電図検査室の中に特設されたシールドルーム内のベッドの上に患者を背臥位とし、検査をおこなう下肢に枕を挿入し、股関節および膝関節を軽度屈曲し、いわゆる中等度伸展位をとらしめた。一対の記録用表面電極は図1のごとく、下腿の下方

図1. 検査方式



約 1/4 の所で *M. gastrocnemius* が腱に移行し、*M. soleus* が皮下に浅く存在する部位に固定した。電極相互間の距離は約 2.5 cm として筋肉の走行に並行して上下にならべて皮膚に接する面は電極糊をつけてゴムバンドで固定をおこない、筋電図に混入する筋収縮による artifact をふせいだ。一方刺激用電極は膝窩部において表面電極をもちいるか、または皮下用注射針による針電極を使用して後脛骨神経の直上に刺入した。この位置はあらかじめ電極に刺激電圧を加えて H-reflex を出現せしめ、最少の刺激電圧で H 波が最大に現われる位置を求めた点である。回復曲線を描くには、Magladery の記載のごとく

$$\frac{H_2(\text{test shock による H 波の振幅})}{H_1(\text{conditioning shock による H 波の振幅})} \times 100\%$$

で表わした。横軸は刺激間隔を millisecond で表わした。

### 第3章 検査成績

#### 1. 麻酔前

無麻酔の状態では本検査をおこなうと、10分程度の時間の経過をへても H 波の振幅は全く変わらず些かの

低下もみとめられなかつた。ついで同じ部位に 2 発の刺激電圧すなわち conditioning testing の 2 つの刺激をくわえた場合、図 2a のごとく 2 刺激の間隔が 60 msec, 80 msec では test shock による H-reflex は起らないが、100 msec になるとあきらかに H-reflex があらわれ始めてくる。刺激間隔が 140 msec, 180 msec になるとかなりの程度まで回復し、200 msec, 250 msec になると test shock による H 波 ( $H_2$ ) が conditioning shock に対する H 波 ( $H_1$ ) とほとんど同じ大きさに回復する。この時間的経過をグラフにし回復曲線としたものが図 3. 4. 5. 6. の実線で示したものである。これらの図でわかるごとく、80 msec までは test shock による H 波 ( $H_2$ ) はまったく認められず、complete depression を示し、100 msec 前後より運動神経細胞の興奮性は次第に回復し、200 msec 前後でほとんど回復するのをみとめる。

#### 2. フローセン麻酔

麻酔開始 3~4 分頃より麻酔の進行にともない H 波の閾値が次第に上昇し、同一の刺激強度では図 7a に示すごとく H 波の振幅の低下をみとめ遂に消失するにいたる。この間 M 波にはまったく変化をみとめなかつた。H 波の振幅の低下せる時期に麻酔前と同様 test shock に対する H 波 ( $H_2$ ) の振幅の変化をみると、その時間的経過にはかなりの相違がみとめられる。すなわち図 2b にみられるごとく 60 msec, 100 msec ではなお test shock に対する H 波 ( $H_2$ ) はみられず、120~140 msec でわずかにみられはじめ 160 msec, 180 msec で次第に complete depression より回復がみられてくるが、なお conditioning shock に対する H 波 ( $H_1$ ) の振幅までには回復せず、300 msec になつて  $H_1$  の振幅の近くまで回復するが、回復曲線を書いてみるとフローセン麻酔後の曲線は図 3 に示すごとく常に麻酔前の曲線の下位にあり、complete depression の持続すなわち silent period は麻酔前 100 msec 前後であつたものが麻酔後は 140 msec 前後に延長している。さらに麻酔深度が進み、H 波の振幅が低下する時期に回復曲線をえがいてみると、図 4 にみられるごとく silent period の変化はあまりみとめられないが、麻酔前の回復曲線にくらべて曲線の著明な低下をみとめる。

#### 3. エーテル麻酔

エーテル麻酔においてもフローセン麻酔時と同様麻酔の進行にともない H 波の閾値は次第に上昇し、同一刺激強度では図 7b に示すごとく H 波の振幅は低下し、やがて H 波の消失をみとめた。なおこの間

図 2. 2つの連続刺激に対する test shock (H<sub>2</sub>) の変動

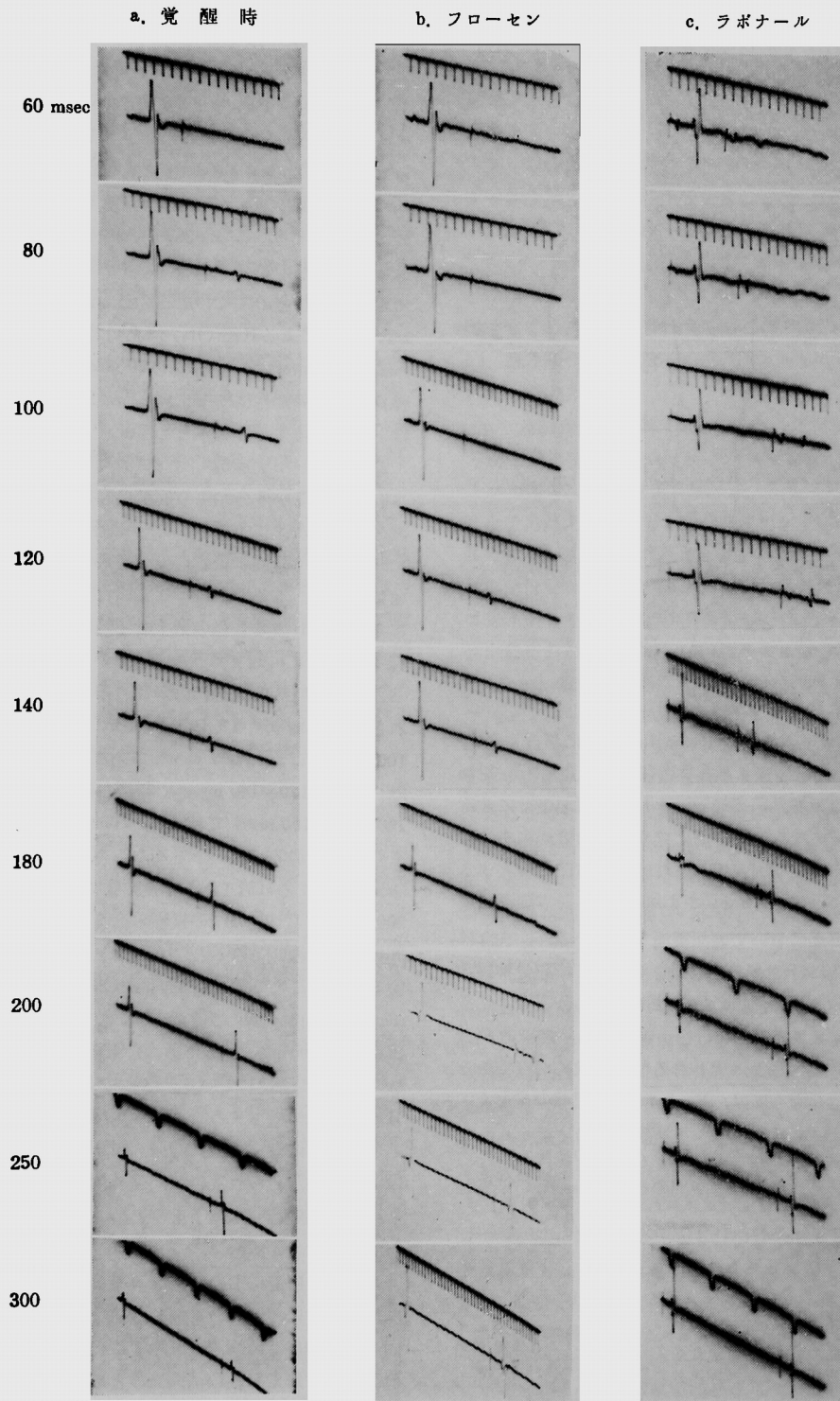


図3. フローセン麻酔前後における回復曲線の比較 (1) (浅麻酔時)

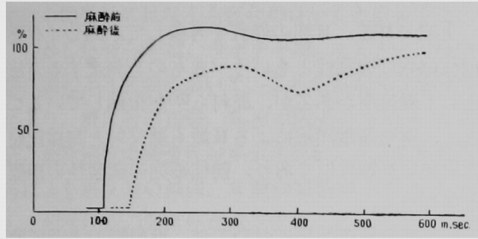


図4. フローセン麻酔前後における回復曲線の比較 (2) (深麻酔時)

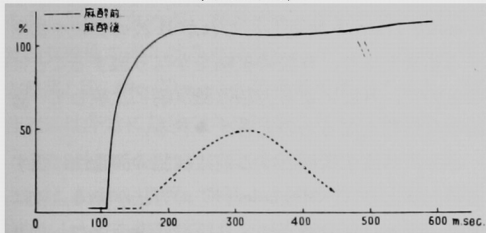


図5. エーテル麻酔前後における回復曲線の比較

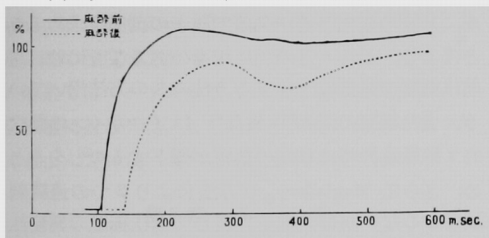
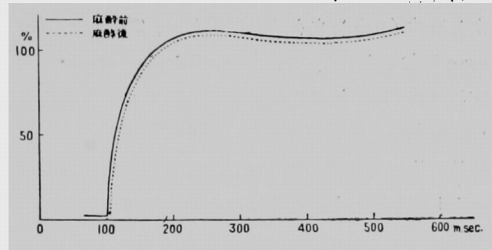


図6. ラボナール麻酔前後における回復曲線の比較

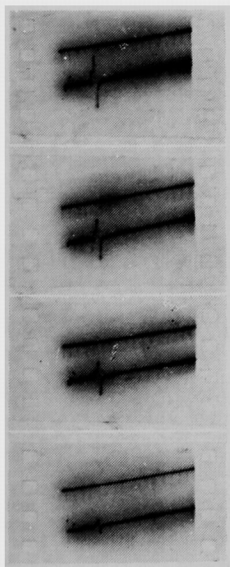


M波の閾値にはまったく変化がなかった。フローセン麻酔時と同様に、H波の振幅が低下している時期に testshock に対するH波 (H<sub>2</sub>) の振幅の変化をみると、120msec ではなくH波 (H<sub>2</sub>) はみられず、140 msec よりH波 (H<sub>2</sub>) をみとめ、160 msec、180 msec で次第に complete depression よりの回復がみとめられる。これらにより回復曲線を作製するに図5に示すごとく、フローセン麻酔と同じく麻酔前にくらべて silent period は140 msec 前後まで延長し、さらに曲線の低下をみとめる。

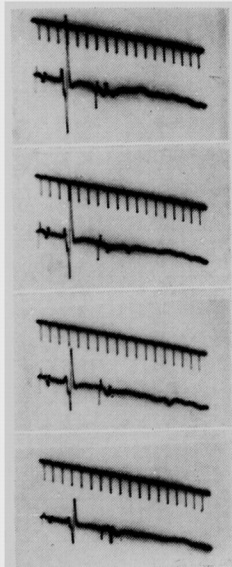
4. チオペンチバルビタール (ラボナール) 麻酔  
 ラボナールを体重1 kg あたり5 mg または8 mg 静脈内注射にてあたえて麻酔をおこなったが、図7cに示すごとくフローセン、エーテル麻酔時にみられたようなH波の振幅の変化はなく、M波にもまったく変化はみとめられなかった。さらに conditioning と test の2発刺激をおこなってみるに、図2cの

図7. 麻酔時 H 波 の 変 化

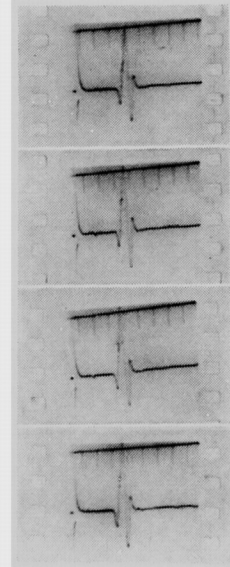
a. フローセン



b. エーテル



c. ラボナール



ごとく刺激間隔が 100 msec になると test shock による H 波 (H<sub>2</sub>) はあきらかに現われ、200 msec, 250 msec になると H 波 (H<sub>2</sub>) が conditioning shock に対する H 波 (H<sub>1</sub>) と同じ大きさに回復する。これにより回復曲線を書いてみると、図 6 に示すごとく、麻酔前に比べて曲線の低下はほとんどみられず silent period にもほとんど変化はみとめられなかつた。

#### 第 4 章 総括ならびに考按

フローセン、エーテル、チオペンタルビタール麻酔時に膝窩部において後脛骨神経に電気刺激を加えて M. gastrocnemius より誘発筋電図を誘導し、運動線維の興奮が刺激部位から直達性におよぶ M 波と脊髄を迂回して生ずる H 波とを識別し<sup>46)</sup>、これらの波形の変化を観察したところ麻酔深度の変化にもかかわらず、M 波にはまったく変化はみとめられなかつたが、Monosynaptic H-reflex は、フローセンとエーテル麻酔においてはその振幅は減少し、遂には消失することを知つた。しかしながらチオペンタルビター麻酔時には振幅の変化はみとめられなかつた。

かかる M 波、H 波の発現に関係すると考えられる神経線維には、Matthews<sup>50)</sup> らにより猫において知られているごとく、脊髄前根を通じて筋にいたる遠心性神経として、直径 10~14 μ の α-motor fibre ならびに人間にもその存在が知られている筋紡錘の内封筋線維を支配する直径 3~4 μ の γ-motor fibre があり、また求心性神経としては、筋紡錘より直径 12~20 μ の Llyod<sup>44)</sup> のいわゆる group Ia fibre がでており、これが脊髄後根を通じて脊髄前柱細胞に monosynaptic に連絡していることが知られている。

Magladery<sup>47)</sup> は主として後脛骨神経に電気刺激を加えて、M. gastrocnemius より誘発筋電図を誘導し、興奮が刺激部位から直接筋におよぶ M 波と筋紡錘起源の group Ia fibre の興奮が脊髄を迂回して生ずる H 波とを識別し、その機序として、求心性の group Ia fibre は末梢神経線維中もつとも太いから刺激閾値も低く、したがって弱い刺激で興奮し、まず H 波が現われるが、刺激が強まるとその次に細い運動線維 α-motor fibre も興奮し、その興奮は orthodromic に筋に達して M 波を生ぜしめるが、一方 antidromic にも脊髄に向つて上行し、group Ia fibre を通つて後根よりくるインパルスを前柱細胞またはそれより前で block するので、刺激がある程度以上強くなり運動線維が興奮するようになると、

H 波はまったくおこらなくなることを人間で実証している。

上記の M 波、H 波の性質を考慮して、同じく脊髄前柱細胞の興奮性ともいうべきものを測定する方法として腱反射があるが、島村ら<sup>52)</sup>が指摘しているごとく、誘発筋電図法による H 波も腱反射と同様比較的単純な脊髄反射であり、前柱細胞の興奮性の指標となりうる。

なお誘発筋電図法においては、麻酔時のように前柱細胞の興奮性が低下し、その刺激閾値が少しでも上昇するとそれに応じて刺激を強めることになり α-motor fibre も興奮し、これが H 波の発現を抑制する結果となり、H 波の振幅をかなり減ずることになるので、H 波による方法は腱反射に比較して一層鋭敏な指標となるものと考えられる。

さらに H 波を指標とする前柱細胞の興奮性に関する研究法として、Magladery<sup>48)</sup> の方法がある。彼は上位ニューロンの障害により反射亢進をきたした患者に対し、後脛骨神経に 2 つの連続した刺激をあたえ、H 波の振幅と連続刺激間隔との関係を求めることにより、正常人との間に相違のあることに着目し、前柱細胞の興奮性を検する方法にこの方法を用いている。また教室の沼本<sup>50)</sup> 村島<sup>51)</sup> はプロカインの撰択的 γ 線維麻酔時に H 波の振幅が低下することをみとめ、さらに Magladery の方法により 2 つの連続刺激をおこない回復曲線を作製して前柱細胞の興奮性が低下することを指摘している。

前述の実験結果でフローセン、エーテル麻酔時には誘発筋電図における H 波の振幅が低下したことをみとめたが、さらに私はこれが、はたしてエーテル、クロロホルム麻酔時に島村ら<sup>52)</sup>が指摘しているごとく、脊髄前柱細胞の興奮性の低下のためであるかどうかを Magladery<sup>48)</sup> の方法により後脛骨神経に 2 つの連続した刺激を与えて回復曲線を作製し調べてみたところ、test shock に対する H 波 (H<sub>2</sub>) の silent period がフローセン、エーテル麻酔後にはあきらかに延長し、回復曲線はつねに麻酔前の曲線の下位にあつて、麻酔前では 200 msec でほぼ test shock に対する H 波 (H<sub>2</sub>) の振幅が conditioning shock に対する H 波 (H<sub>1</sub>) に等しく回復していたものが、麻酔後にはその回復に 300 msec 以上を要することをみとめ、フローセン、エーテル麻酔によつて脊髄前柱細胞の興奮性が低下することを知つた。一方チオペンタルビタール麻酔では、test shock に対する H 波 (H<sub>2</sub>) の silent period の延長、短縮もみられず、その回復曲線も麻酔前の曲線とほとんど

ど差がなく、H<sub>2</sub>の振幅は200 msecではほぼH<sub>1</sub>の振幅に等しくなるまでに回復するのをみとめ、前柱細胞の興奮性にはなんら変化のないことを知った。

しかし島村ら<sup>52)</sup>は、ラボナル、ルミナル麻酔時、猫による実験において、これら薬剤の少量投与により、腱反射の亢進、H波の閾値の下降をみとめ、前柱細胞の興奮性が多少亢進し、さらに多量投与により腱反射の減弱、H波の閾値の上昇をきたし、前柱細胞の興奮性が低下することをみとめているが、私は人を対象とした臨床的研究のため、通常使用量と考えられる5~8 mg/kgを使用して本実験をおこなつたためか、ラボナル麻酔による前柱細胞の興奮性の変化はみとめられなかつた。島村ら<sup>52)</sup>が使用した40~70 mg/kgの多量を使用すると、臨床的には非常に危険なためにおこなわなかつた。

またM波にはまったく変化がみられなかつたが、これはAustinら<sup>35)</sup>、Cullenら<sup>54)</sup>が指摘しているごとく、エーテル麻酔ではmonosynaptic reflexが抑制されるが、この場合神経線維そのものよりもsynaptic transmissionが侵されやすいということから、この程度のフローセン、チオペンタル麻酔ではエーテル麻酔と同様末梢神経線維および筋線維に対しては、これらの麻酔薬の効果はまったくおよんでいないものと考えられる。

## 第5章 結 論

フローセン、エーテル、チオペンタル

麻酔時にM. gastrocnemiusより誘発筋電図を誘導し、MagladeryのH波を通じて脊髄前柱細胞の興奮性の変化をしらべ、次の結論をえた。

1. フローセン、エーテル麻酔によりH波の振幅の低下および消失をみとめた。

2. チオペンタル麻酔ではH波の振幅の低下および消失はまったくみとめられなかつた。

3. 後脛骨神経に2つの連続刺激をおこない、それぞれに反応するH波の振幅より回復曲線を作製し、脊髄前柱細胞の興奮性がいかに変化するかをしらべたところ、フローセン、エーテル麻酔によりcomplete depressionの持続は延長し、回復が遅延することをみとめ、脊髄前柱細胞の興奮性が低下することを知った。

4. チオペンタル麻酔時の回復曲線においては、complete depressionの持続の延長、回復の遅延はまったくみとめられず、脊髄前柱細胞の興奮性には変化のないことを知った。

5. フローセン、エーテル、チオペンタル麻酔時、M波には変化はみとめられず末梢神経および筋線維に対してはまったく影響のないことがわかつた。

(稿を終るにあたり御指導を御校閲を賜わつた陣内教授、田中教授ならびに麻酔科小坂助教授に厚く謝意を表します)

## 文

- 1) Berger, H.: Über des Elektroencephalogramm des Menschen, Arch. f. Psychiat. 94, Jan. 1931.
- 2) French, J. D., and Magoun, H. W.: Brain stem reticular formation and activation of the E. E. G, EEG & Clin. Neurophysiol. 1, 455, 1949.
- 3) Magoun, H. W.: An ascending reticular activating system in the brain system, Arch. Neurol. Psychiat., 67, 145, 1952.
- 4) Bickford, R. G.: The use of frequency Discrimination in the autonomic Electroencephalographic control of Anesthesia (Servo-Anesthesia)
- 5) Possati, S., Faulconer, A., Bickford, R. G. and Hunter, R. C.: Electroencephalographic patterns during anesthesia with Cyclopropane: Correlation with concentration of Cyclopropane in ar-

## 献

- terial blood. Anesth. & Analg., 32, 130, 1953.
- 6) Courtin, R. F., Bickford, R. G. and Faulconer, Jr., A.: Classification and significance of electroencephalographic patterns produced by Nitrous oxide-ether anesthesia during surgical operation, Proc. Staff Meet. Mayo Clin., 25, 197, 1950.
- 7) Bellville, J. W. and Artusio, J. E.: Electroencephalographic patterns and frequency spectrum Analysis during Diethyl Ether Analgesia, Anesthesiol., 16, 379, 1955.
- 8) Ravento's, J.: The action of Fluothane a new volatile anesthetic, Brit. J. Pharmacol., 11, 394, 1956.
- 9) Johnstoen, M.: Human cardiovascular responses to Fluothane anesthesia, Brit. J. Anesth., 28, 392, 1956.

- 10) Gain, E. A., and Paletz, S. G.: An attempt to correlate the clinical sign of Fluothane Anesthesia with the electroencephalographic levels, *Canad. Anesth. Soc. J.*, 4, 289, 1957.
- 11) Given, J. B.: Heart sounds during Fluothane Anesthesia, *Canad. Anesth. Soc. J.*, 4, 282, 1957.
- 12) Stephen, C. R., Grosskreutz, D. C., Lawrence, J. H. A., Fabian, L. W., Bourgeois-Gavardin, M. and Coughlin, J.: Evaluation of Fluothane for clinical anesthesia, *Canad. Anesth. Soc. J.*, 4, 246, 1957.
- 13) Stephen, C. R.: Laboratory observations with Fluothane, *Anesth.*, 19, 770, 1958.
- 14) McGregor, M., Davenport, H. T., Jegier, W., Sekeij, P., Gibbons, J. E. and Demers, P. P.: Cardiovascular effects of Halothane in normal children, *Brit. J. Anesth.*, 30, 398, 1958.
- 15) Burnap, J. K., Galle, S. J., and Vandam, L. D.: Anesthetic circulatory and respiratory effects of Fluothane, *Anesthesiol.*, 19, 307, 1958.
- 16) Robson, J. G. and Sheridan, C. A.: Preliminary investigation with Fluothane, *Anesth. & Analg.*, 36, 62, 1957.
- 17) 山村秀夫: 新しい麻酔剤, Fluothane, 医学のあゆみ, 25, 217, 1958.
- 18) 福田 実, 小坂二度見: Fluothane 麻酔の経験について, *麻酔*, 7, 307, 1958.
- 19) 稲本 晃, 藤田昌雄, 兵頭正義, 村山良介, 盛生倫夫, 中島日枝, 小川昌夫: 京大麻酔科におけるフルオセーセン麻酔200例の臨床経験から, *麻酔*, 9, 133, 1960.
- 20) Murayama, R.: Electroencephalograms in Fluothane anesthesia, *Far East J. Anesth.*, 3, 67, 1960.
- 21) 高橋長雄, 武下 浩, 小川秀道, 小坂義弘: 麻酔と脳波, *麻酔*, 10, 345, 1961.
- 22) Robson, J. G. and Welt, P.: The estimation of Fluothane in blood, *Canad. Anesth. Soc. J.*, 4, 388, 1957.
- 23) Duncan, W. A. M.: Anesthetic 2-bromo-2-chloro-1-1-1-Trifluoroethane: An improved method for the estimation in blood, Imperial chemical Industries Ltd., Pharmaceutical Division, Technical Report.
- 24) Goodall, R. R.: Estimation of Fluothane in blood, *Brit. J. Pharmacol.*, 11, 409, 1956.
- 25) 若杉文吉: 質量分析法による血中ガス定量に関する研究, *麻酔*, 9, 153, 1960.
- 26) Guedel, A. E.: *Inhalation Anesthesia*, 1st ed. Macmillan, New York 1937.
- 27) 戸谷拓二: Fluothane 麻酔時における呼吸および循環動態に関する臨床的研究, 第3編フローセン麻酔時における血中フローセン濃度と臨床麻酔深度と脳波との関係に関する臨床的研究, *岡山医学会雑誌*, 73, 629, 1961.
- 28) 氏家秋果: 麻酔深度の脳波によるコントロール, *外科*, 15, 239, 1953.
- 29) 藤森聞一: 麻酔と脳波, *麻酔*, 2, 205, 1953.
- 30) Faulconer, A.: Correlation of contributions of ether in arterial blood with electroencephalographic patterns occurring during etheroxygen and during nitrous-oxide, ether and oxygen anesthesia of human surgical patients, *Anesth.*, 13, 361, 1952.
- 31) 山村秀夫: 調節呼吸に関する研究, *麻酔*, 6, 718, 1957.
- 32) 稲永和豊: Analyserによる正常異常脳波の判定, 標準臨床脳波, 日本脳波学会, 1959.
- 33) 藤森聞一: 脳波の簡易分析法としてのヒストグラムとその臨床的応用—脳波分析とその応用, 医学書院, 1957.
- 34) 藤森聞一: 麻酔と脳波に関する諸問題, *麻酔*, 6, 165, 1957.
- 35) Austin, G. M. and Park, E. A.: Effect of ether inhalation upon spinal cord and root action potentials, *J. Physiol.*, 118, 405, 1952.
- 36) 戸谷拓二: フローセン麻酔時における呼吸および循環動態に関する臨床的研究, 第1編フローセン麻酔時の呼吸系に関する臨床的研究とくに呼吸抑制に関して, *岡山医学会雑誌*, 73, 595, 1961.
- 37) 戸谷拓二: フローセン麻酔時における呼吸および循環動態に関する臨床的研究, 第2編 フローセン麻酔時の循環動態に関する臨床的研究, *岡山医学会雑誌*, 73, 609, 1961.
- 38) Kühne: *Virchows Arch.*, 28, 528, 1863.
- 39) Hinsey: *J. Comp. Neurol.*, 44, 87, 1927.
- 40) Sherrington: *Proc. Roy. Soc. of London*, 60, 411, 1948.



- 41) Leksell, L.: The action potential and excitatory effects of the small ventral root fibres to skeletal muscle, *Acta Physiol. Scand.*, 10, Supple, 84, 1945.
- 42) Kuffor, S.W., Laporte, Y. and Ransmeier, R. E.: The function of the frogs small nerve motor system, *J. Neurophysiol.*, 10, 395, 1947.
- 43) Golgi and Granit: Receptor and Sensory perception, 1880.
- 44) Lloyd, D. P. C.: Neuron patterns controlling transmission of ipsilateral hind limb reflexes in cat, *J. Neurophysiol.*, 6, 293, 1943.
- 45) Granit, R., Holmgren, B. and Merton, P. A.: The two routes for excitation of muscle and their subservience to the cerebellum, *J. Physiol.*, 130, 213, 1945.
- 46) Hoffmann, P.: Untersuchungen über die Eigenreflexe menschlicher Muskeln, Berlin J. Springer, 1922.
- 47) Magladery, J. W. and McDougal, Jr., D. B.: Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man, *Bulletin of the Johns Hopkins Hospital*, 86, 265, 1950.
- 48) Magladery, J. W., Teasdale, R. D., Park, A. M. and Languth, H. W.: Electrophysiological studies of reflex activity in patients with lesions of the nervous system, *Bulletin of the Johns Hopkins Hospital*, 91, 219, 1952.
- 49) 本間(伊): 末梢神経刺激による誘発筋電図の研究, *医療*, 10, 6, 1956.
- 50) 沼本満夫: 筋電図と  $\gamma$ -system, *日本の医学*の1959年, 5, 392, 1959.
- 51) 村島房夫: プロカイソの撰択的 $\gamma$ 線維麻酔による $\gamma$ 系の機能に関する研究, *岡山医学会雑誌*, 71, 7623, 1959.
- 52) 島村宗夫, 川西義男: 末梢神経刺激誘発筋電図法による脊髄機能の研究, *脳と神経*, 9, 243, 1957.
- 53) Auer, J. and Meltzer, S. J.: Effect of ether inhalation upon skeletal motor mechanism, *J. Pharmacol. & Exper. Therap.*, 5, 521, 1914.
- 54) Gross, E. G. and Cullen, S. C.: Effects of anesthetic agents on muscular contraction, *J. Pharmacol. & Exper. Therap.*, 78, 358, 1943.
- 55) Poulsen, T. and Secher, O.: Experimental investigations into peripheral action of ether and its influence on reflex excitability, *Acta Pharmacol.*, 5, 196, 1949.
- 56) Neass, K.: Investigation of action potential of striated muscle under ether anesthesia, *Acta Physiol. Scand.*, 20, 241, 1950.
- 57) Dean, C., John, P., Charles, B. and Stuart, C.: Neuromuscular effects of Ether, Cyclopropane, Chloroform and Fluothane, *Anesthesiol.*, 18, 883, 1957.
- 58) Mathews, P. and Ruthworth, G.: The relative sensitivity of muscle nerve fibres to procain, *J. Physiol.*, 135, 263, 1957.

---

## Clinical Study on Electroencephalogram and spinal function under Fluothane Anaesthesia

### Part II Clinical Study on spinal function, especially on excitability of anterior spinal cell under Fluothane Anaesthesia

By

Takaaki IWADO

Department of Surgery, Okayama University Medical School  
(Director: Prof. Dennesuke Jinnai and Sanae Tanaka)

The excitability of anterior horn cells was examined with an analysis of Magladery H.

wave obtained by the method of provocation E. M. G. under Fluothane, Ether and Thiopental anaesthetics.

Twenty-six adults in both sexes were selected for this study in which no abnormal findings were found. H-wave was obtained at gastrocnemius muscle under awake and anaesthetized stages, and recovery curves were made of H-wave amplitudes responded to successive stimuli of conditioning and testing through posterior tibial nerve.

Prolongation of the duration of complete depression at the recovery curve or decrement of the excitability was found under Fluothane and Ether, and in contrast, no change of the excitability was found in case of Thiopental anaesthesia.

No variation of M-wave was found in all cases of the anaesthetics, which revealed no influence on peripheral nerves and muscle fibers.

---