

---

 綜 説

## 筋電図における諸問題

清水 信 之\*

最近心電図の普及は著しく大きな病院のみならず広く開業医においても使用され、また脳電図においても精神科領域ばかりでなく脳外科、心理学研究にも応用されるようになった。しかし筋電図においてはその普及が極めて遅いように思われる。既に1929年 Adrian & Bronk によつて同心型針電極が考案されてから単一 NMU の活動電位の記録は容易となり、また最近の電子管工学の発達から相当微小な活動電位をも拡大増幅して記録できるようになったのであるからこれらの点では問題がない。そこでこの筋電図普及を妨げる原因としてどんなものがあるか次に述べてみよう。先ず第一に筋電図検査の際に針電極を使用しなければならないことである。普通筋電図の誘導には針電極を用いる方法と表面電極を用いる方法とがあることは周知の通りである。そこで後者の表面電極法では筋全体の活動状況がわかっても個々の NMU の活動状況を知ることができないので臨床的には誘発筋電図、Kinesiology 以外には余り用いられていない。従つて疾患の診断には針電極が用いられている。この針電極は通常 1/4 基皮下注射針に 100 $\mu$  以下のエナメル絶縁銅線が封入されたものであるが、その刺入に際して、または随意収縮時、他動伸張時にはかなりの疼痛を伴うのである。針電極はその性質上尖端の 5 mm 範囲内の活動電位しか誘導しないため、正確を期するためには筋の何箇所も場所を変えて検査しなければならない。従つて患者の苦痛が著しく、筋電図検査を拒否する主な理由となつていることである。しかも筋電図検査には患者の協力が絶対に必要なことはいうまでもない。筋電図検査には安静時、随意収縮時、他動伸張時の各々の筋の態度を記録するのであるから、安静時と他動伸張時には全く自覚的に筋を弛緩させてもらわないと筋緊張の亢進状態を診断することができないし、また随意収縮時には検者の命ずるままに筋を動かしてもらわねばならない。従つて小児や神経質な人では針電極

を使用すると疼痛があるためどうしても力が入りやすく、恰も筋緊張が亢進しているかの如き感を与えるし、また小児、鑑定検査の場合に全く随意収縮をしてくれず判定不能となることがある。即ちそこに客観的所見が得られないことになる。この点心電図、脳電図では患者はただ安静にしておればよいし、何ら苦痛や疼痛を伴わない表面電極を用いるので比較的小さな子供でも容易に客観的に記録することができる。第二に筋電図検査には医師自身が自ら行なわねばならないことである。これは針電極を皮膚の上から刺入して目的の筋に到達させねばならないから、相当筋の解剖学的位置を正確に知っていなければならないし、また随意運動をさせて筋肉の隆起や緊張を触診し、特定の関節運動から該当筋を選び出し、そこから最大の筋活動電位が得られるよう針電極を操作する必要があることから筋の運動機能も熟知していなければならない。また臨床所見から予想される疾患を推定し、検査するに必要な筋を先ず選び出し、次に検査を進めながらその範囲を広げて行かねばならない、即ち所見のある部位は軀幹に近い所か、或いは末梢へ行くほど高度となるのか、または特定の末梢神経や脊髄々節に属する筋群に限られたものかなど神経の解剖や生理学的知識も豊富でなければならない。従つて医師自身でなければ筋電図検査を行なうことはできないであろう。

これに反して心電図や脳電図では僅かな医学的知識をもつた技術者が、一定型式のパターンに従つて表面電極を貼布するのみで容易にしかも客観的に記録することができる。そして医師は技術者の記録した波形を分析すればよい。最も筋電図では検索を進めながらブラウン管に出た波形とスピーカーから流れる音から即座に診断をつけることもできる。

以上述べた 2, 3 の問題が案外筋電図普及の妨げとなつていてのではないかと思われる。それが決して筋電図で診断し得る疾患の範囲が狭いためによるものではないと信ずる。

次に筋電図検査に際して起る種々な問題を取り上げ

---

 \* 金沢大学医学部整形外科講師

てみよう。

### 1. fibrillation voltage

筋電図検査の中では最も確実に診断することができるし、また最も役に立つ波形の一つである。即ちこの fibrillation voltage が証明されたならば、少なく共そこには筋組織があつてしかも支配運動神経の損傷または変性のあることを示すものである。しかし逆に神経損傷や変性があつても必ずしも fibrillation voltage が証明されるとは限らない。先ず第一に神経損傷直後では fibrillation voltage は発現せず所謂 electrical silence の状態である。第二に筋線維自身が著しく速かに変性を起こせばやはり fibrillation voltage が出現しなくなる。第三に寒冷、血流障害、キニーネ、キニジン等は fibrillation voltage を減少させる。従つて fibrillation voltage の出現が予想されるにもかかわらず証明し難いときは或る期間を置いて再検査するか、或いは超短波、熱気浴、温浴、マッサージ、プロスタグミン注射等による fibrillation voltage の誘発を試みてみる必要がある。

fibrillation voltage は神経変性の場合にのみ証明され、筋自身の疾患の場合には証明されないとされている。しかし筋デストロフィー症の場合に少数の fibrillation voltage がみられることがある。これは線維化した組織が局所の運動神経に傷害を及ぼし変性を生じたためと説明されている。

末梢神経損傷についてその経過を観察しているとき fibrillation voltage のみでは恢復過程を判断することができないときがある。それは fibrillation voltage が局所の血流や温度、薬剤等の影響を受けやすく定量的測定が困難であることの他に、fibrillation voltage の減少即ち electrical silence の部位の増加は神経再生を意味するのか又は筋線維の変性を意味するのか判断ができないからである。しかし更に経過を追つて検査を続けて行く内に前者では nascent action voltage または reinnervation voltage が出現してくるようになるのでそれまで待たねばならず筋電図による機能恢復の早期診断ができないことになる。

### 2. 針電極刺入機械的刺戟で誘発される活動電位

正常筋に針電極を刺入するとその瞬間に所謂 insertion voltage が記録される。その持続時間は極めて短かく 200 msec 以内のものであるが、myotonia congenita, myotonic dystrophy では極めて延長して数秒から数分となることは周知の通りである。この insertion voltage は筋組織のみにみられるものであるから、神経の変性等により筋線維の変性が起こると insertion voltage の振幅や spike 数が減少して

る。従つて若し electrical silence の場合に insertion voltage が証明されれば少なく共まだ筋線維が健在であることを示している。

denervated activity の中には針電極刺入の機械的刺戟で誘発されるものがある。即ち inactive fibrillation voltage または mechanical fibrillation voltage または long insertion voltage と positive sharp wave とがある。そしてこれらの出現形式は myotonia congenita, myotonic dystrophy にみられる insertion voltage と類似しており、また正常筋でもみられる negative nerve fiber activity や疼痛による反射性の spike 放電があり、いずれも針電極刺入の際にみられるものであるから診断上よく注意しなければならない。

### 3. 高振幅の spike 放電

高振幅の spike 放電として synchronization voltage と reinnervation voltage とがある。synchronization voltage はいくつかの NMU が互に同期して放電するために生ずるものであるから、これを正確に診断するには多数個所に針電極を刺入して、いくつかの NMU が互に同期して放電を起こしていることを証明せねばならない。しかし臨床的には甚だ煩雑であり、また疼痛も甚だしいことから単なる高振幅の spike 放電をすべて synchronization voltage と呼んでいる。そしてこの synchronization voltage は脊髄性の疾患により脊髄前柱細胞に器質的変化が起きたときにみられるものとされているが、現在その機構がよくわかっていない。即ち残存している前柱細胞同志の機能的結合で起こるのか、或いはもつと末梢で機能的結合が起きているのか不明なのである。従つて末梢神経再生時にみられる reinnervation voltage とは厳密に区別することができない。だから臨床的に便宜上前柱細胞に器質的変化があろうとなかろうと高振幅の spike 放電を synchronization voltage と呼んでおり、特に末梢神経損傷が確かにあつてその再生過程で出現する場合には reinnervation voltage と呼んで区別している。

### 4. Kinesiology

いくつかの筋活動電位を関節運動と同時に記録して身体の諸動作を筋電図の立場から研究する方法がある。このときによく表面電極が用いられるが、個々の筋活動の分離が充分でなく、隣接する筋の活動電位が混入したり、従つて深層の筋には応用できない。しかし表面電極を用いた場合、疼痛がなく素早い動作が可能であるし、また積分回路を使用した場合広範囲に亘つて筋力に比例した数値が得られる。これに反して針

電極を用いた場合、深層筋や個々の筋について活動電位を分離誘導することが可能であるが、何分にも疼痛があるため素早い動作ができない。また積分回路を使用した場合、筋力と平行して得られる数値の範囲は狭い。また針電極でよく問題となるのは刺入部位を確認する方法がないことである。普通臨床検査では解剖学的位置から推定し、その筋のみが最も強く収縮するような関節運動をさせ、活動電位の最も強い部位をさがすのである。しかし *Kinesiology* では逆にその筋が活動した場合にどんな関節運動をするのかを研究するのであるから上に述べた方法で確認することができない。特に筋萎縮があつたり、腓移行術のため筋の位置が異常なときは特にその確認がむずかしい。

#### 5. 誘発筋電図

本邦においては1956年多数の研究発表が行なわれている。通常H波を常に記録できるのは下腿三頭筋のみであるから、臨床診断に応用するには未だ多くの問題を含んでいる。我々は随意収縮法を考案し、四肢の

代表筋からH波を記録することに成功したが、何分にも随意収縮を応用する関係上、定量的測定が困難であり、また随意収縮の不能な人には適用することができない。M波、H波を多数の人について計測してみると非常にバラツキが多く、またH反射指数としてのH/Mも非常にバラツキが多い。従つて正常範囲を決定するのが非常に困難であつて、測定値が病的であるかどうか判断し得ない場合が多い。故に健側と比較するか、経時的に計測して病的な波形と診断しなければならない。またM波やH波の計測から直接疾患の診断には役立つことが少ないが、M波は前柱細胞から筋線維までの、H波は脊髓反射のそれぞれ興奮性の程度を現わすものであるから普通筋電図では得られない一面を補つているものといえよう。

以上筋電図検査に際して起こる諸種の問題を取り上げてみたが、各々の特徴をよく生かし、欠点に充分注意しつつ精査すれば、臨床診断に対して充分役立つ資料を提供してくれるものと信ずる。