

## 表面筋電図の臨床応用

東京女子医科大学 脳神経センター神経内科

オオ サワ ミ キ オ  
大 澤 美 貴 雄

(受付 平成元年3月6日)

## Clinical Application of Surface Electromyography

Mikio OSAWA

Department of Neurology (Director: Prof. Shoichi MARUYAMA), Neurological Institute,  
Tokyo Women's Medical College

The purpose of this paper is to introduce a clinical use of the surface electromyograph (EMG) which is performed simultaneously with accelerometric recordings depending on the types of involuntary movements.

The aim of this study is to objectively analyze involuntary movements and abnormalities of muscle tonus. This clinical test is useful, especially, when there are several involuntary movements occurring at the same time in one particular case, as well as for evaluations of clinical courses or effects of treatments. It is also beneficial to analyze atypical involuntary movements.

In this paper, the methods of recordings and their typical findings are shown for their individual categories.

## 目 次

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>I. はじめに</li> <li>II. 表面筋電図の記録装置</li> <li>III. 表面筋電図に用いる電極</li> <li>IV. 表面電極の装着の仕方</li> <li>V. 増幅器および記録の速度</li> <li>VI. 記録部位</li> <li>VII. 加速度記録</li> <li>VIII. 記録の順序と内容           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 安静臥位または座位</li> <li>2. 精神的な負荷による反応</li> <li>3. 観察部位以外の随意運動による反応</li> <li>4. 一定の肢位, 姿勢時の記録</li> <li>5. 企図時の記録</li> <li>6. 等尺性随意収縮</li> <li>7. 随意運動記録</li> <li>8. 筋の受動伸張に対する反応</li> </ul> </li> <li>IX. 表面筋電図の異常所見           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 各種不随意運動における表面筋電図の記録法と</li> </ul> </li> </ul> | 異常所見 <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 振戦 tremor               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 生理的振戦 physiological tremor</li> <li>(2) 病的振戦 pathological tremor                   <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 本態性(家族性)振戦 essential (familial tremor)</li> <li>b) パーキンソン病にみられる振戦 parkinsonian tremor</li> <li>c) 小脳性振戦 cerebellar tremor</li> <li>d) 企図振戦 intention tremor</li> <li>e) ニューロパチーに伴う振戦 neuropathic tremor</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>2) ミオクローヌス myoclonus               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 自発性ミオクローヌス spontaneous myoclonus                   <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 非律動性ミオクローヌス nonrhythmical myoclonus</li> <li>b) 律動性ミオクローヌス rhythmical myoclonus</li> </ul> </li> <li>(2) 企図・動作性ミオクローヌス intention or action myoclonus</li> </ul> </li> </ul> |
|---|--|

- (3) 脊髄性ミオクローヌス spinal myoclonus
- 3) 随意運動過動症 hyperkinésie volitionnelle
- 4) アステリクシス asterixis (羽ばたき振戦 flapping tremor)
- 5) 舞踏病 chorea
- 6) バリズム ballism
- 7) アテトーゼ athetosis
- 8) ジストニー dystonia
- 9) 痙性斜頸 spasmodic torticollis
- 10) ロジスキネジー oral dyskinesia
- 11) 眼瞼痙攣 blepharospasm
- 12) 片側顔面痙攣 hemifacial spasm
- 13) 開眼失行 apraxia of lid-opening
- 14) 書痙 writer's cramp
- 15) painful legs and moving toes
2. 筋の受動伸張に対する反応
  - 1) 伸張反射の亢進
  - (1) 筋痙攣 spasticity
  - (2) 筋固縮 rigidity
  - 2) paradoxical contraction of Westphal
  - 3) 肢位の変化による不随意収縮の誘発
  3. 随意運動の異常
- X. バイオフィードバック biofeed back
- XI. 結語

## I. はじめに

表面筋電図とは、表面電極を用いて、筋活動電位の集合を筋電図として記録する方法である。通常は多チャンネル記録装置を用いた、多数の筋活動電位の記録、および、それによる運動の解析を指す<sup>1)2)</sup>。

不随意運動の解析は、それが典型的であれば臨床的な観察で充分可能である。しかし、その動きが複雑、あるいは非典型的であったり、幾つかの不随意運動が併存している場合や、臨床経過や治療効果をみる場合には、多数筋における表面筋電図や、必要に応じて加速度の同時記録が、そのより詳細かつ客観的な解析には有用である。

また、筋緊張異常を一定の姿勢や肢位で客観的に解析するのにも有用である。

本論文では、各種不随意運動および筋緊張異常症における表面筋電図（必要に応じて加速度同時記録）の記録方法とその典型的所見について述べ

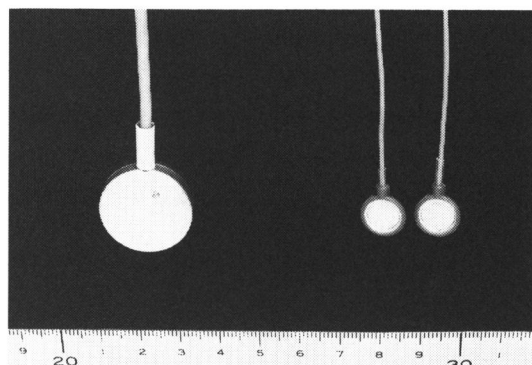


図1 脳波用円板電極(右の2本)とMTピックアップ(左)

る。

## II. 表面筋電図の記録装置

チャンネル数が多く(12~16チャンネル)、時定数の変更が可能であることから、多用途脳波計が一般に用いられる。ポリグラフ、多チャンネル直線書きレコーダー(レクチャー)を用いることもある<sup>1)2)</sup>。筋電図は速い現象であり、脳波のように低い周波数要素の記録が不要なため、増幅器の時定数を0.01~0.003秒と短くする<sup>1)2)</sup>。このような短い時定数により、記録の基線のゆれを取り除くことができる。

## III. 表面筋電図に用いる電極(図1)

脳波用円板電極、または使い捨て電極を用いる。電極は3~4cm間隔で筋腹の中央部の皮膚上に2個装着し、双極誘導として用いる<sup>1)</sup>。この間隔では電位積分値と発生張力の比例関係は保たれるとされている<sup>1)</sup>。

## IV. 表面電極の装着の仕方

皮膚抵抗と皮脂成分が交流雑音などの原因になることから、アルコール綿やベンジンで清拭の上、細かいサンドペーパーまたは消しゴムで電極の接着面を擦って、皮膚抵抗を減少させる<sup>2)</sup>。良い記録を得るには、電極を接着した際の総抵抗を3kΩ以下にする必要がある<sup>2)</sup>。

## V. 増幅器および記録の速度<sup>1)2)</sup>

標準的な増幅度は、不随意運動の場合200μV/cm、随意収縮にはその1/2~1/4に下げるのが適当である。記録速度は3cm/secがよいが、目的に

よって1~6cm/secの範囲で適当に決める。

## VI. 記録部位<sup>1)2)</sup>

障害部位と検査の目的によって被検筋を選択する。一度の検査で、全てを解析することが困難な場合も多いため、全体の大雑把な動きから始め、次第に細かい部分の解析に移る方がよい。また、検査計画を予め組んでおき、それに従って検査を進める。原則として四肢筋では、拮抗筋同志では一対とし、また、頸部、躯幹の筋、必要に応じて四肢も左右対称的に記録する。

全身性の障害では上腕、前腕、大腿、下腿の記録を基本として行なう。頸部の障害では両側の胸鎖乳突筋、上部僧帽筋、あるいは後頸部から記録し、顔面では前頭筋、眼輪筋、口輪筋などから記録する。上肢、頸部、躯幹一体の障害では上腕、前腕、頸筋のほか大胸筋、三角筋などを記録する。下肢の不随意運動で回旋性の要素があれば、大腿、下腿の屈筋、伸筋のほか大腿内転筋も記録する。立位姿勢や歩行の検討では両側の大腿、下腿の屈筋、伸筋を同時記録し、更に下部傍脊柱筋、臀筋も記録する。

舌、軟口蓋、指筋などからは、長い単極針電極やつり針電極を用いて表面筋電図と同様に記録する。

## VII. 加速度記録<sup>3)</sup>

振戦やミオクローヌスなどの素早い動きを示す不随意運動の解析には、表面筋電図とともに加速度計によりその動きそのものについても検討する。

加速度計にはMTピックアップ（日本光電社製）を用いる。なおMTとはminor tremor（別名minor vibration）の略語であり、本来この装置は身体表面の目に見えない振動を検出する目的に製作された、チタン酸ジルコン酸鉛圧電素子使用の加速度型振動検出ピックアップである。本装置は、直径23mm、厚さ5.5mmの円盤型の外形（図1）をしており、重量が3gであり、円盤に垂直方向の加速度を検出する。被検部位は不随意運動のみられる部位により決め、その部位に粘着テープで固定する。一般に上肢では示指爪、下肢では母趾爪の表面に本装置を固定する。その感度は、1g

の加速度にて出力電圧が約100mVである。この出力回路は平衡型であり、脳波計の⊕-E-⊖端子に接続して増幅、記録する。その周波数応答は0.5~120Hzとする。その感度は、不随意運動の動きの速さに合わせて調節する。すなわち、検査前に予め検者が本装置を示指爪上に固定し、患者の不随意運動に似せた動きをして、加速度計の感度を調節する。

## VIII. 記録の順序と内容

検査の目的によって記録の順序と内容の比重の置き方が異なる。

### 1. 安静臥位または座位

まず十分に緊張がとれ、力の抜けた状態を記録する。正常の四肢では筋の活動電位はみられない。活動電位が認められる場合には、肢位を変えたり、被験者の気をそらしたりして、筋緊張を解す努力をする。

不随意運動に由来すると考えられる筋の活動電位がみられる場合には、その出現部位、持続時間、相反性などの出現パターンについて観察する。更に、不随意的筋活動電位を安静のまま、意志により抑制するように命じて、一過性にしろ、その随意的な抑制が可能かどうかを観察する。

### 2. 精神的な負荷による反応

計算をさせたり、家族構成を聞いたりして、精神的な負荷をかけ、不随意的筋活動電位の誘発、あるいは安静時に既に認められる不随意的筋活動電位の増強もしくは抑制の有無を観察する。

### 3. 観察部位以外の随意運動による反応

観察する部位以外の部位の随意運動による、観察部位の不随意的筋活動電位の増強もしくは抑制の有無を観察する。

### 4. 一定の肢位、姿勢時の記録<sup>2)</sup>

ある一定の肢位または姿勢で筋緊張異常や特有不随意的運動が誘発される場合には、その肢位や姿勢で記録する。通常、上肢の前方、側方または上方への挙上、鼻の直前での肢位、座位または立位の姿勢保持などを行なわせて記録する。

### 5. 企図時の記録

左右の示指を対向させる肢位（フェンシング位）の保持、更に上肢を前方挙上、かつ被験者と検者

の示指を対向させて、単に上肢を拳上させただけの肢位と比較して、不随意的筋活動電位が増強もしくは誘発されるかどうかについて観察する。

6. 等尺性随意収縮<sup>1)</sup>

検査の抵抗に打ち勝つように最大収縮を行なわせる(等尺性収縮)。この際、収縮の開始および終了の円滑さ、最大収縮に達する時間、一定の収縮を持続できるかどうか、拮抗筋の活動は十分に抑制されているか(相反性抑制)、目的とする筋あるいは他の筋における不随意筋活動電位の誘発の有無、持続性の随意的な筋活動電位の不随意的な短い抑制、中断の有無などについて観察する。

7. 随意運動記録<sup>1)2)</sup>

多くの不随意運動では随意運動がスムーズに行なうことができない。障害の目立つ運動を行なわせて、筋活動電位の異常の有無を観察する。通常、指鼻試験、肘での屈伸、前腕の回内、回外運動の繰り返し、更に書字、摂食動作、起立、足踏み、歩行などの日常生活動作を行なわせて観察する。

8. 筋の受動伸張に対する反応<sup>1)2)</sup>

被験者が十分に力を抜いた安静位で、被験者の各関節について、検者が右利きの際、通常は左手で近位部を支え、右手で遠位部を動かして、その関節を屈曲、伸張する。この際正常人では筋活動電位は誘発されない。

IX. 表面筋電図の異常所見

1. 各種不随意運動における表面筋電図の記録法とその異常所見

1) 振戦 tremor

身体のある点または面を中心とする、比較的規則性かつ律動性の振動運動であり<sup>4)</sup>、表面筋電図上、規則的な群化放電がみられる<sup>1)2)4)</sup>。その頻度、規則性、出現する筋の分布、拮抗筋間の相反性もしくは同期性の有無、更に、静止時、一定の姿勢や肢位、企図時、または指鼻試験などの随意運動時、更には精神的負荷や、観察部位以外の随意運動による反応について観察する<sup>2)</sup>。記録速度を3~6cm/secとし、指鼻試験、拮抗筋間の相反性や同期性の有無、および群化放電の持続時間の検討には6cm/secとする。通常加速度計による動き自体の記録を同時に施行する。

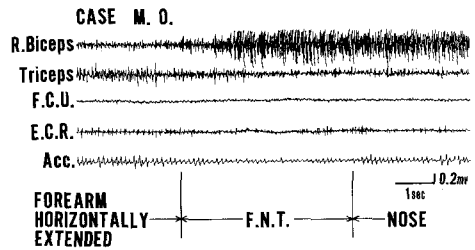


図2 生理的振戦の表面筋電図と加速度同時記録  
Acc 上約9Hzの規則的な振れが姿勢時主体にみられる。ただし、表面筋電図上群化放電はE.C.R.に認められるが、不明瞭である。  
R.: 右, Biceps: 上腕二頭筋, Triceps: 上腕三頭筋, F.C.U.: 尺側手根屈筋, E.C.R.: 橈側手根伸筋, F.N.T.: 指鼻試験における、前方拳上位から鼻への右上肢の運動, Acc.: 示指爪表面に装着した加速度計による記録

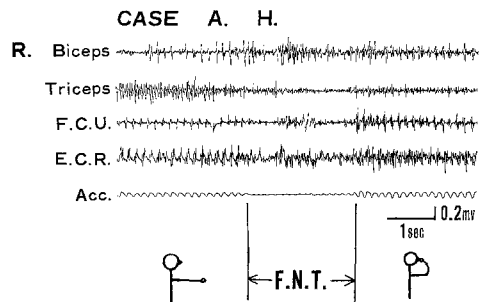


図3 本態性振戦の表面筋電図と加速度同時記録  
表面筋電図上約7Hzの規則的な群化放電が、拮抗筋間で相反性に、姿勢時主体にみられ、Acc 上も同様の規則的な振れを伴う。

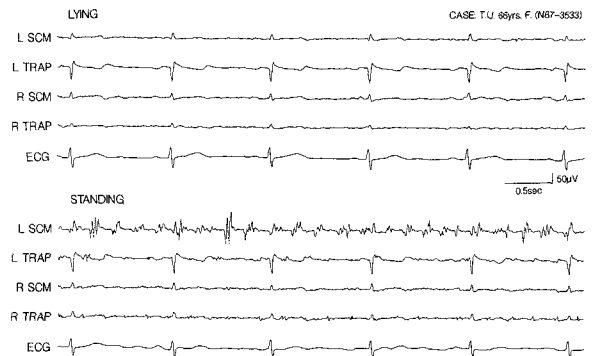


図4 頭部振戦(姿勢時振戦)  
立位にのみL SCM 主体に約6Hzの規則的な群化放電がみられ、L TRAP でのそれとの間で相反性である。  
SCM: 胸鎖乳突筋, TRAP: 僧帽筋

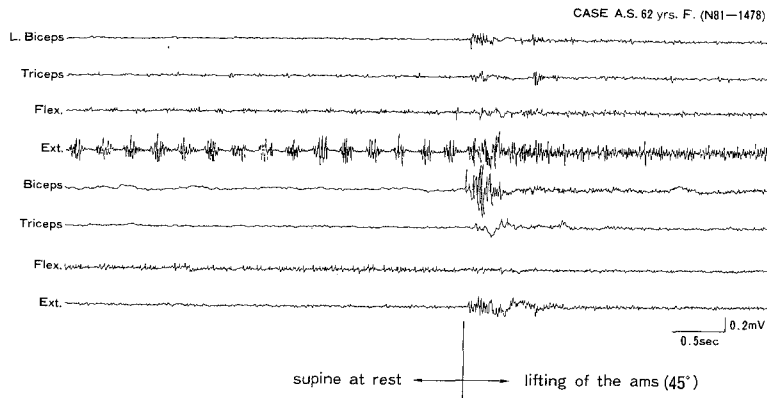


図5 パーキンソン病における振戦の表面筋電図

安静時にのみ L Ext. 主体に約4Hzの規則的な群化放電がみられ、Flex. でのそれとの間で相反性である。

Flex.: 尺側手根屈筋, Ext.: 橈側手根伸筋

### (1) 生理的振戦 physiological tremor (図2)

健全者でも疲労, 感情的興奮, 寒冷の際に微細な5~15Hzの振戦が肢位性あるいは動作時に, かつ一過性にみられる<sup>5)</sup>. 微細なため表面筋電図上は群化放電が不明瞭であるが加速度計記録により動き自体は検討し得る。

### (2) 病的振戦 pathological tremor

a) 本態性(家族性)振戦 essential (familial) tremor (図3)

6~10Hzの規則性の肢位性振戦 postural tremor である<sup>5)</sup>. 動作時にもみられるが, 姿勢時が主体である。表面筋電図上, 群化放電が拮抗筋間で相反性ばかりではなく同期性 synchronous<sup>11)4)</sup>にもみられ, また, その振幅の大小不同も認められる。四肢のみならず, 頭部(図4), 口唇, 下顎などにも生ずる。

b) パーキンソン病にみられる振戦 parkinsonian tremor (図5, 6)

4~6Hzの比較的規則的な安静時振戦 rest tremor が特徴である。表面筋電図上, 群化放電が拮抗筋間で交互にみられる相反性 reciprocity が保たれている<sup>11)2)4)</sup>. 四肢のほか, 頭部, 口唇(図6), 舌, 下顎などにもみられる。

c) 小脳性振戦 cerebellar tremor (図7)

3~5Hzのやや遅い, 一定の肢位あるいは動作時に出現する振戦である<sup>2)</sup>. 表面筋電図上, 群化放

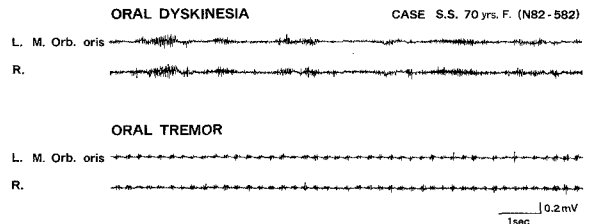


図6 L-ドーパ療法中のパーキンソン病における口部振戦(下段)とロジスキネジー(上段)の表面筋電図と加速度同時記録

上段のロジスキネジーでは, 振戦が秒単位でゆっくりと変動する持続性筋放電, 下段の口部振戦では, 4~5Hzの規則性の群化放電が左右同期性にみられる。

L: 左, R: 右, M. Orb. oris: 口輪筋

### Case N.H.

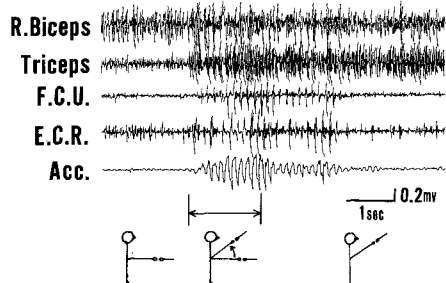


図7 脊髄小脳変性症における小脳性振戦の表面筋電図と加速度同時記録

検者と患者の示指を対向させたまま, 水平位から約45°上方に挙上する間に規則性の群化放電が出現する。

電が拮抗筋間で相互性にみられ、その振戦が変動しやすい。

d) 企図振戦 intention tremor<sup>6)</sup>

随意運動部位にみられる4~7Hzの動作時および姿勢時振戦で、動作開始直後から始まり、目的に近づくに従って振戦が増大し、目的に到達して最大となり、その姿勢を保持する限り持続する。表面筋電図上、群化放電が拮抗筋間で相反性に、上記の特徴をもってみられる。

e) ニューロパチーに伴う振戦 (図8)

生理的振戦と同様な頻度で、一定の肢位あるいは動作時に、表面筋電図上、群化放電が拮抗筋間で同期性あるいは相反性にみられる<sup>4)</sup>。

2) ミオクローヌス myoclonus

一筋または数筋が急激かつ短時間、不随意的に収縮する現象であり<sup>5)7)</sup>、表面筋電図上、拮抗筋間で同期性の単放電あるいは持続100msec以下の短い群化放電がみられる<sup>7)</sup>。その頻度、律動性、出現する筋の分布、更に、安静時、一定の姿勢や肢位、企図時、または指鼻試験などの随意運動時、更には精神的負荷や、観察部位以外の随意運動による反応について観察する。記録速度を通常3~6 cm/secにするが、その出現が稀な場合は1~1.5 cm/secとする。通常加速度計による動き自体の記録を同時に施行する。

自発性および律動性の有無により下記のように分類される<sup>7)</sup>。なお、特殊なものとしては脊髄性ミ

オクローヌスがある。

(1) 自発性ミオクローヌス spontaneous myoclonus

(a) 非律動性ミオクローヌス nonrhythmic myoclonus (狭義のミオクローヌス)

ミオクローヌス放電が安静時に、不規則な間隔で見られる (図9)。

(b) 律動性ミオクローヌス rhythmic myoclonus

軟口蓋(口蓋ミオクローヌス)、咽頭、喉頭、四肢 (skeletal myoclonus) などに1.5~3Hzの律動性のミオクローヌス放電がみられる<sup>8)</sup> (図10)。

(2) 企図・動作性ミオクローヌス intention or action myoclonus

企図、動作時にミオクローヌス放電が非律動性に誘発される<sup>9)</sup> (図11)。

ミオクローヌス放電に伴って、あるいは単独に、随意的な持続性の筋放電が短く(約75~200msec)

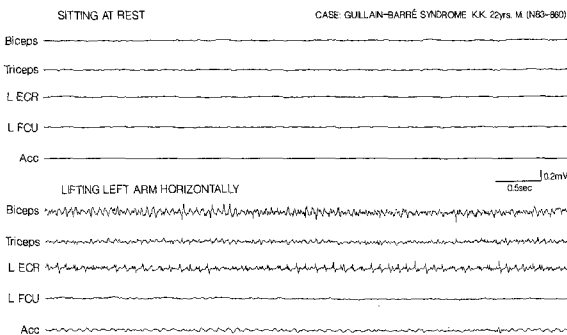


図8 ニューロパチーに伴う振戦の表面筋電図と加速度同時記録

水平拳上位で左腕側手根伸筋に約10Hzの規則的な群化放電が、背景の持続性放電に重畳してみられる。

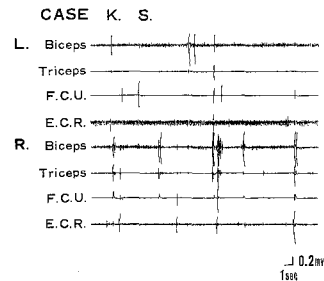


図9 Creutzfeldt-Jakob病における自発性不規則性ミオクローヌスの表面筋電図  
拮抗筋間あるいは一側(時に両側)上肢の全被検筋に同期性の単または、持続時間の短い群化放電が安静時にみられる。

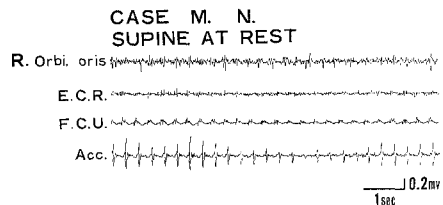


図10 小脳梗塞における自発性規則性ミオクローヌス (speletal myoclonus)の表面筋電図と加速度同時記録  
約3Hzの群化筋放電がR. Orb. oris, E.C.R. およびF.C.U. の全ての筋に同期してみられる。

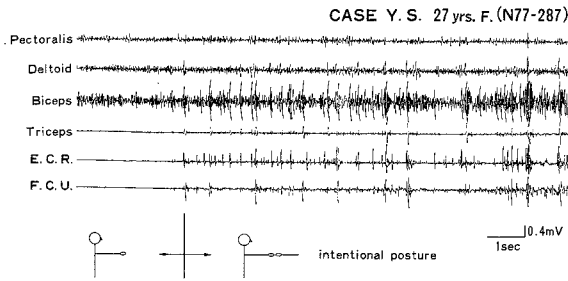


図11 臭化メチル中毒における企図・動作性ミオクロームスの表面筋電図（文献9）より引用）

Intentional postureにて右上肢全被検筋に同期性で、持続時間の短い（殆ど100msec以下）の群化放電がみられる。

Pectoralis：大胸筋，Deltoid：三角筋，intentional posture：被検者と検者の示指を互いに対向させる肢位。

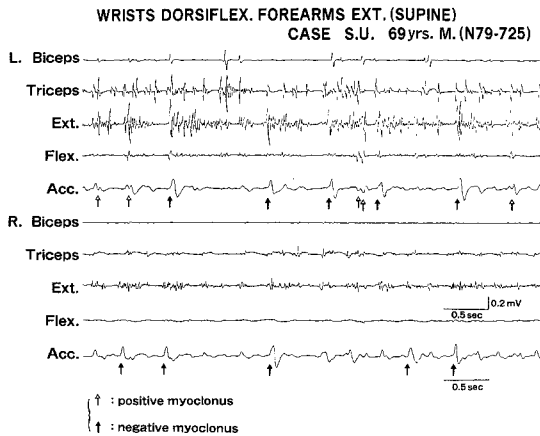


図12 Lance-Adams 症候群（企図・動作性ミオクロームス）における陰性ミオクロームス negative myoclonus の表面筋電図と加速度同時記録（文献11）より引用）

上肢水平掌上，手関節背屈位で，持続性筋放電の不規則な中断現象がみられる。この中断に少し遅れて，示指爪上の加速度計により記録される，基線の二相性の振れがみられ，臨床上羽ばたき振戦の動きを示す。

抑制される現象，すなわち陰性ミオクロームス negative myoclonus がみられることがある<sup>10)~12)</sup>（図12）。後者では，この抑制に少し遅れて加速度記録の基線の二ないし三相性の振れがみられ，臨床上羽ばたき振戦の動きに一致し，広義の asterix に分類される<sup>12)</sup>。

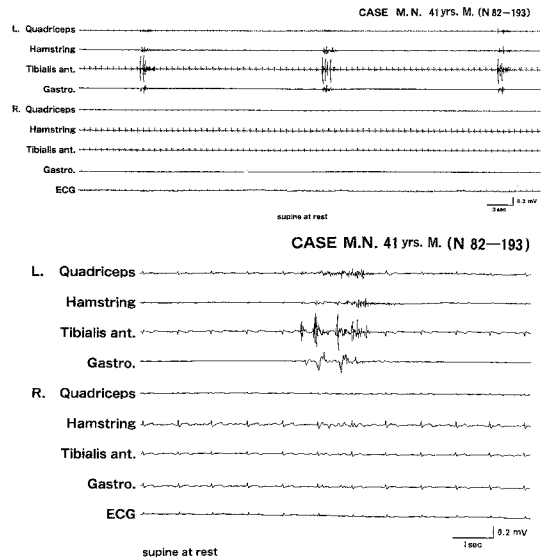


図13 脊髓空洞症における脊髄性ミオクロームスの表面筋電図

仰臥位安静時，Tibialis ant. 主体にみられる数個の群化放電（時に数100msecの漸減性の群化放電が続く）がほぼ周期性に出現している（上段）。下段はペーパー速度6cm/secでの記録である。

Quadriceps：大腿四頭筋，Hamstring：大腿三頭筋，Tibialis ant.：前脛骨筋，Gastro.：腓腹筋

### (3) 脊髄性ミオクロームス spinal myoclonus (図13)

ある特定の脊髄体節支配筋群に限局してみられる（segmental）自発性ミオクロームスで，原因となる病変が脳・脳幹部になく，脊髄に考えられる<sup>13)14)</sup>。脊髄性ミオクロームスの中には，下肢の三重屈曲の様相を呈し，脊髄自動反射と同質のものも含まれる<sup>15)16)</sup>。表面筋電図上，群化放電（持続：約10msecから2～3秒）が罹患筋間で同期性に，多くは律動性（1/2～3分から6Hz）にみられる<sup>13)14)</sup>。脊髄自動反射と同質のものでは，律動性の群化放電，あるいはそれに引き続き，持続時間が数秒の漸減性 decrescent の持続性放電が前脛骨筋，時に大腿三頭筋にみられる<sup>16)</sup>。後者は覚醒時よりも睡眠2～3相でより頻発する（nocturnal）こと<sup>13)</sup>から，終夜睡眠ポリグラフ，すなわち表面筋電図とともに脳波（F3-C3，F4-C4），眼振図（EOG），頤筋筋電図，および呼吸曲線を同時に記録する。

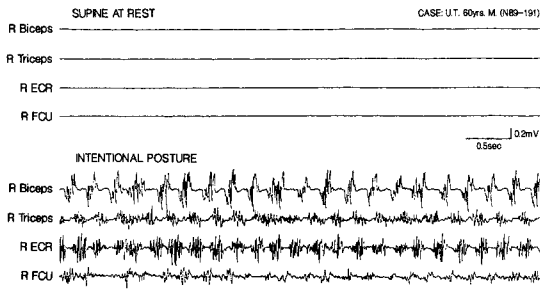


図14 振戦型随意運動過動症 hyperkinésie volitionnelle (tremor type)

企図性肢位（両側の食指を互に対向させる）で拮抗筋間で相反性の高振幅群化放電がほぼ規則性（約4Hz）にみられる。

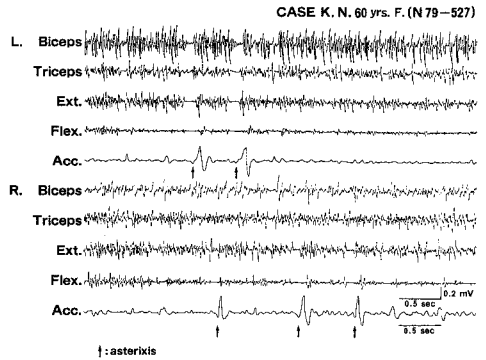


図16 抗痙挛剤中毒における asterixis の表面筋電図と加速度同時記録

等尺性筋収縮時、持続時間約100msec の、突発的な持続性筋放電の中断現象が一側上肢の全被検筋、あるいは拮抗筋間で同期性にみられる。これは、不定の間隔で、また左右間で非同性に出現している。

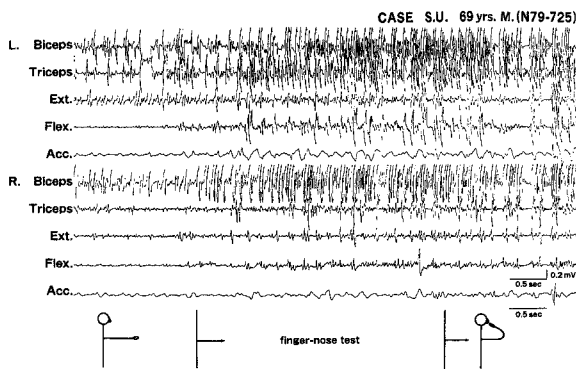


図15 Lance-Adams 症候群におけるミオクローヌス型随意運動過動症 hyperkinésie volitionnelle (myoclonus type)

動作時および目標に達した後に、左右上肢それぞれの全被検筋に同期性の群化放電が不規則にみられる。

記録速度は1.5~6cm/sec とし、群化放電の持続時間や筋放電の拮抗筋間での関係の検討には6cm/sec、終夜睡眠ポリグラフには1.5~3cm/sec、時に6cm/sec とする。

3) 随意運動時過動症 hyperkinésie volitionnelle

随意運動の途中から、特に運動の終わりに近くにつれ激しくなり、本来の運動の方向とは別の方向へ投げ出されるような（反抗運動 mouvement oppositioniste）、激しく、速い、痙挛様の動きであり、表面筋電図上、律動性、かつ拮抗筋間で相反性の群化放電を呈する振戦型（図14）と、

非律動性、かつ拮抗筋間で同期性の群化放電を呈するミオクローヌス型（図15）とがあり<sup>17)</sup>、いずれも高振幅である。記録速度は3~6cm/sec とする。

4) アステリクス asterixis（羽ばたき振戦 flapping tremor）<sup>10)~12)18)</sup>（図16）

姿勢保持に関与する筋群が間欠的に緊張を失うために、腱の張力により、また、重力に抗しきれずに一過性に弛緩位をとり、再び速やかに元の位置に戻ることを繰り返す不随意運動である。表面筋電図上、等尺性筋収縮で、持続性筋放電が非律動性に短く（約75~200msec）中断される現象がみられる。この抑制は拮抗筋間で同期性、上下肢、左右間で非同期性であり、それに40~230msec 遅れて加速度記録の基線の二ないし三相性の振れがみられ、臨床上羽ばたき振戦の動きに一致する。記録速度は3~6cm/sec とし、筋放電の中断の持続時間の検討には6cm/sec とする。

5) 舞踏病 chorea<sup>1)2)5)</sup>

身体の一部、あるいは広範な部位にみられる、不規則、無目的、非対称性の、短い、速い不随意運動であり、表面筋電図上、持続時間0.5秒以下の短い群化放電が、安静時、各筋バラバラに出現し、一定のパターンをもたない（図17）。出現する筋放電の分布、拮抗筋間の相反性もしくは同期性の有無、更に、安静時、一定の姿勢や肢位、随意運動



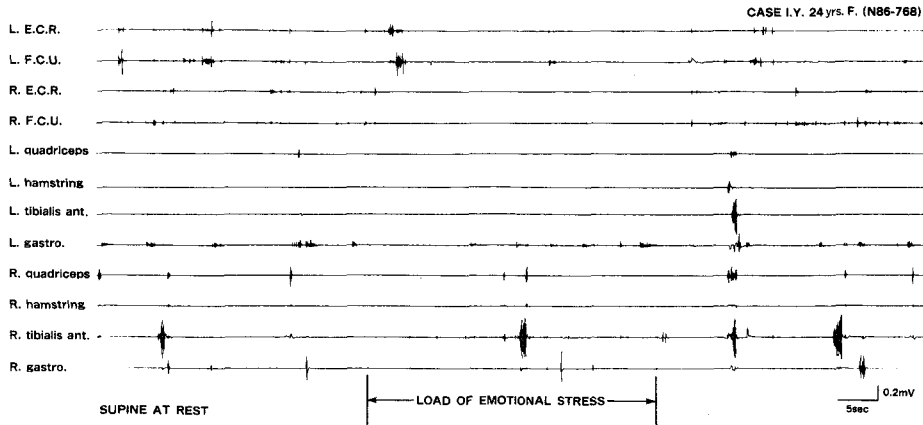


図17 chorea-acanthocytosis における舞蹈病の表面筋電図  
仰臥位安静時，主に持続時間0.5msec 以下の短い群化放電が各筋バラバラに，あるいは相反性支配を欠いて拮抗筋の双方に同時にみられ，一定の出現パターンをもたない。

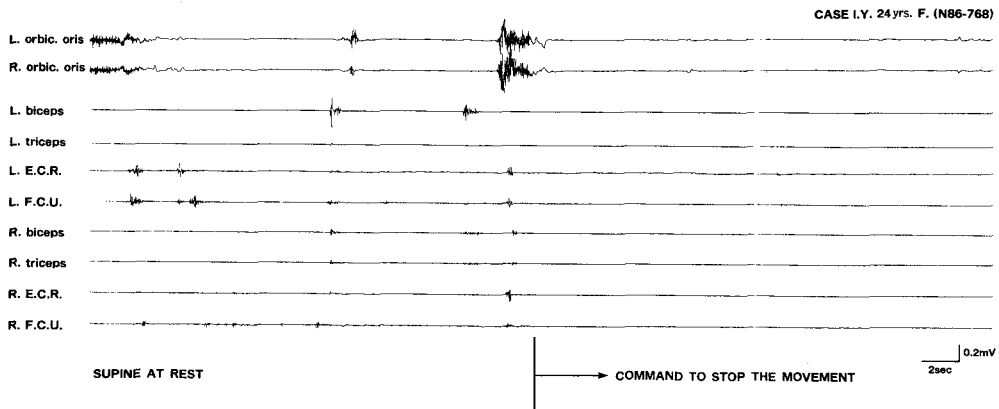


図18 chorea-acanthocytosis における舞蹈病の表面筋電図  
舞蹈病の筋放電が随意的に一過性に抑制される。

時，更には精神的負荷や，観察部位以外の随意運動による反応について観察する。記録速度を1~6 cm/sec とする。被検筋全体の筋放電の出現パターンの観察には1~1.5cm/sec が，筋放電の持続時間の検討には3~6cm/sec が適する。

Huntington 舞蹈病では舞蹈病以外にも種々の不随意運動による筋放電がみられることが多いが，Sydenham 舞蹈病（小舞蹈病）では典型的な舞蹈病筋放電がみられる。Huntington 舞蹈病と chorea-acanthocytosis との相違は随意的な一過性抑制が後者では可能である<sup>19)20)</sup> (図18)が，前者ではむしろ舞蹈病筋放電が増強する<sup>19)</sup> (図19)。

等尺性筋収縮では不随意に短く抑制される現象がみられる<sup>1)2)12)</sup> (図20)。ただし，その持続時間は asterixis よりも長く，臨床上も羽ばたき振戦よりもゆっくりした動きである<sup>12)</sup>。この現象の検討には記録速度を3~6cm/sec とする。

#### 6) バリズム ballism<sup>1)2)5)</sup>

別名 violent chorea とも呼ばれ，舞蹈病の激しいものとされる。すなわち，舞蹈病より急激，粗大，かつ持続性であり，四肢近位部を強く侵し，上下肢を投げ出すような激しい不随意運動で，多くは一側性である。表面筋電図上，舞蹈病と類似した所見は，安静時の，拮抗筋間で同期性の筋放

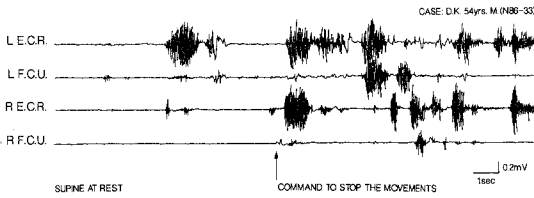


図19 Huntington 舞蹈病における舞蹈病の表面筋電図

舞蹈病の筋放電は、随意的抑制の命令に対して逆に増強してしまう。

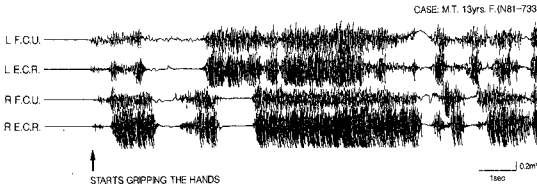


図20 小舞蹈病 (Sydenham 舞蹈病) における舞蹈病の表面筋電図

手を握らせた状態を持続するように命令しても、持続性筋放電が一定に保持されず、突発的に中断する (relapsing or milkmaid's grip)。中断の持続時間は数秒で、臨床では asterixis ほど速い動きを示さない。

電や、随意的な持続性筋放電の中断であり、異なる所見はほぼ同一のパターンの筋放電の繰り返しである (図21)。その他の特徴として、肢位の変化により、拮抗筋間の同期性から相反性への変化が

Case S.T.



図21 脳梗塞にみられた ballism の表面筋電図  
仰臥位安静時、持続時間1秒前後の高振幅の群化放電が右上肢近位筋主体に、拮抗筋間で相反性にやや律動的 (約1Hz) にみられる。

みられる。記録速度を通常1.5~3cm/secとし、拮抗筋間の筋放電の出現パターンや随意性筋放電の中断の持続時間の検討には6cm/secとする。

7) アテトーゼ athetosis<sup>1)2)5)</sup> (図22)

舞蹈病よりもゆっくり、常同的、かつ持続的であり、主として手指、足趾や、舌にみられ、一定の姿勢を保持しようとしてもたえずゆっくりと、くねるような、すなわち虫の這うような不随意運動である。表面筋電図上、舞蹈病筋放電よりも持続の長い不随意な筋放電が、安静時、相反性支配を欠いて拮抗筋の双方に同時にみられる。位置覚の障害時にも上 (下) 肢を空中に保持した際にも同様の動きがみられ、pseudoathetosis、あるいは

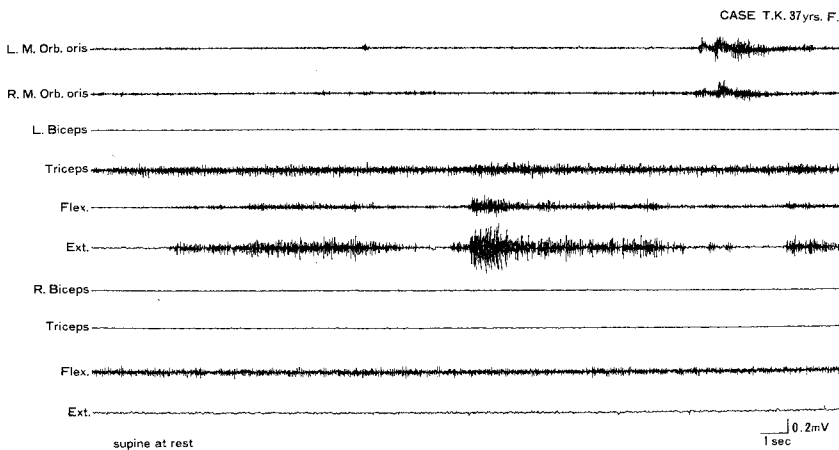


図22 脳性麻痺にみられた両側アテトーゼの表面筋電図  
舞蹈病筋放電よりも持続の長い筋放電が、相反性支配を欠いて、拮抗筋の双方に同時にみられる。振幅が秒単位でゆっくり変動している。

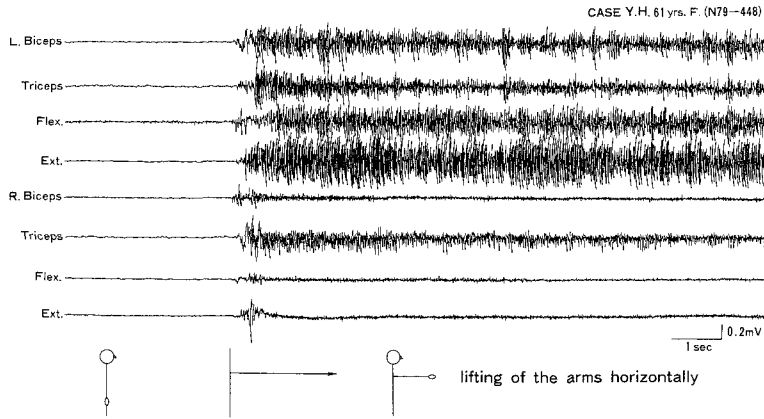


図23 視床症候群にみられた偽アテトーゼの表面筋電図

振幅が数百 msec 単位でゆっくりと変動する持続性筋放電が、上肢を空中に保持した際のみみられる。

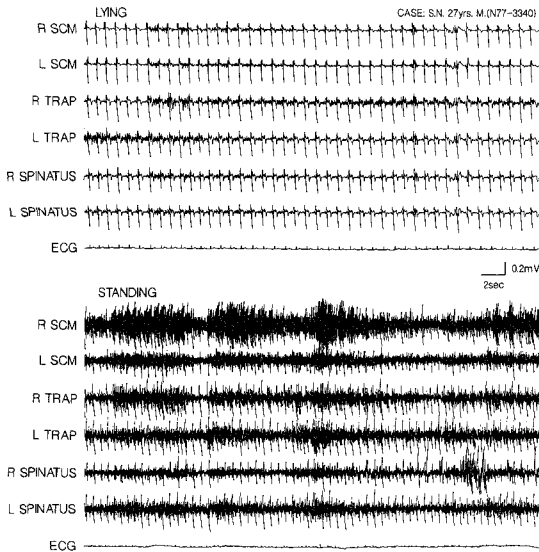


図24 念転ジストニー（変形性筋ジストニー）の表面筋電図

振幅が秒単位でゆっくりと変動する持続性筋放電が、立位で頸筋および上帯筋に著明にみられるが、臥位では著しく減少する。

SPINATUS：肩周屈筋

は piano playing phenomenon という (図23)。

出現する筋放電の分布、安静時、一定の姿勢や肢位、随意運動時、更には精神的負荷や、観察部位以外の随意運動による反応について観察する。記録速度は1~3cm/sec とする。

#### 8) ジストニー-dystonia<sup>1)2)5)21)</sup>

ゆっくりとねじれるような奇妙な姿勢や運動で、躯幹、四肢近位部や、頸部にみられる。表面筋電図上、アテトーゼと同様に持続的な筋放電が相反性支配を欠いて拮抗筋の双方に同時にみられるが、その持続はアテトーゼより更に長く、かつ、より広範囲な筋に認められる。筋放電は、典型的には安静臥位ではみられず、一定の姿勢保持や運動の努力で認められる(図24)。また、振戦に相応する律動性の群化放電を呈することもある。

出現する筋放電の分布(四肢筋のみならず肢帯筋や躯幹筋も検索)、安静時、一定の姿勢や肢位、起立時、随意運動時(特に足踏み)、更には精神的負荷や、観察部位以外の随意運動による反応について観察する。記録速度は1~3cm/sec とする。

#### 9) 痙性斜頸 spasmodic torticollis<sup>2)5)21)</sup>

胸鎖乳突筋、僧帽筋を中心とした持続的な強い筋収縮のために、頭部がのけぞり、顎を前方あるいは側方に突き出すような、捻れた状態をとる不随意運動であり、局所性のジストニーと考えられている。表面筋電図上、上記の筋を中心とした持続的な筋放電(図25)、あるいは律動性の群化放電(図26)が、特に座位、立位、あるいは足踏み時にみられる。

安静時、起立時、随意運動時(特に足踏み)、および精神的負荷や、観察部位以外の随意運動によ

る反応について観察する。記録速度は1~3cm/secとする。

10) ロジスキネジ-oral dyskinesia<sup>9)</sup> (図6)

舌, 口唇, 下顎に主としてみられる常同性の不随意運動であり, 表面筋電図上, 口輪筋に, 振幅が秒単位でゆっくりと変動する持続性の筋放電がみられる。

安静時, 発語, 咀嚼運動時, および口輪筋以外の随意運動による反応について観察する。記録速度は1~3cm/secとする。

11) 眼瞼痙攣 blepharospasm (Meige 症候群 Meige's syndrome)<sup>22)</sup> (図27)

両側性で顔面正中線付近の筋, 特に眼輪筋に最

も強く起こる, 多少とも律動的な動揺を示す強直性牽縮であり, 局所性のジストニーと考えられている。表面筋電図上, 開眼時, 自然瞬目に引き続き, 両側眼輪筋に, 持続性かつ間代性の筋放電が眼瞼の動きに重畳する。随意瞬目は, リズムが不規則であるが, 可能であり, 強い閉眼から開眼への移行は円滑である。

12) 片側顔面痙攣 hemifacial spasm (図28)

顔面半分の筋に間歇的, 時に強直性に無痛性の筋収縮であり<sup>9)</sup>, 表面筋電図上, 片側の眼輪筋および口輪筋に間代性, 時に1~数秒間の持続性の筋放電がみられる。

意志による抑制の有無, 精神的負荷や, 観察部

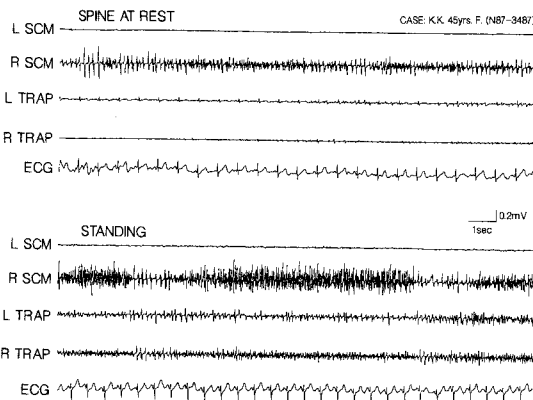


図25 痙攣性斜頸の表面筋電図(持続性筋放電型) 振幅が秒単位でゆっくりと変動する持続性筋放電が, 立位で一側の SCM 主体にみられるが, 臥位では著明に減少, あるいは消失する。

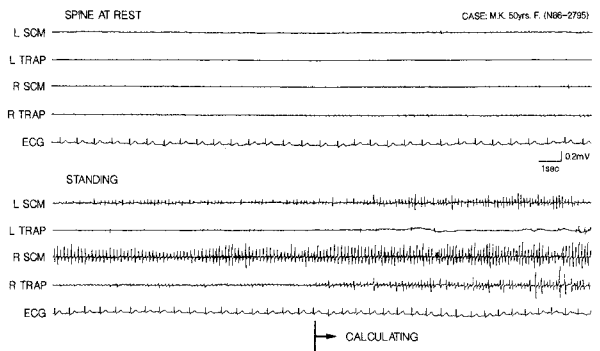


図26 痙攣性斜頸の表面筋電図(群化放電型) 振幅が秒単位でゆっくりと変動する約7Hzの規則性群化放電が, 立位で一側の SCM 主体にみられ, 精神的負荷で増強するが, 臥位では著明に減少あるいは消失する。

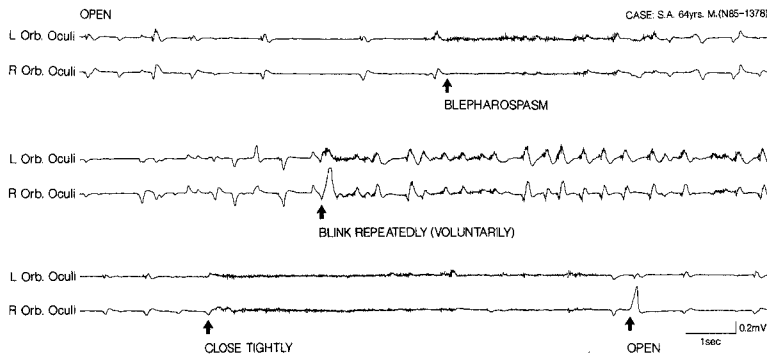


図27 本態性眼瞼痙攣 (Meige 症候群) 開眼時, 自然瞬目に引き続き, 両側眼輪筋において眼瞼の動きに持続性かつ間代性の筋放電が重畳している。随意瞬目は可能であり, 強い閉眼から開眼への移行は円滑である。 Orb. Oculi : 眼輪筋

位以外の随意運動による反応について観察する。記録速度は1~3cm/secとする。

### 13) 開眼失行 apraxia of lid-opening (図29)<sup>22)</sup>

上眼瞼の挙上運動の開始が困難であることを特徴とする非麻痺性の眼瞼運動障害である。表面筋電図上、開眼時、自然な、あるいは随意的な瞬目は比較的円滑であるが、強い閉眼から開眼への移行では、両側眼輪筋に後放電がみられ、それが減衰しても開眼できない。

### 14) 書痙 writer's cramp<sup>23)</sup>

手指の運動機能に異常がなくとも、書字の際に

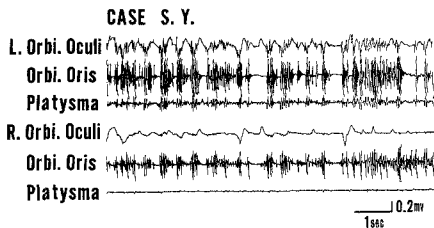


図28 片側顔面痙攣の表面筋電図

一側の眼輪筋および口輪筋（振幅は低い但对側にも）に間代性の群化放電がみられる。

Orb. Oculi: 眼輪筋, Orb. Oris: 口輪筋, Platysma: 広頸筋

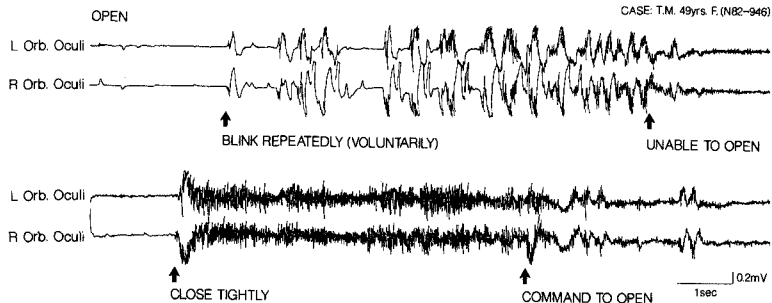


図29 開眼失行の表面筋電図

開眼時、自然な、あるいは随意的な瞬目は比較的円滑であるが、強い閉眼から開眼への移行では、両側眼輪筋に後放電がみられ、それが減衰しても開眼できない。



図30 書痙（振戦型）の表面筋電図（文献23）より引用）

書字に際してのみ、右前腕の被検筋に、拮抗筋間で相反性の規則的な（約6Hz）群化放電がみられる。

のみ、手指筋を中心に筋硬直、振戦、麻痺などが生じ、書字が不可能になる状態であり、局所性のジストニーとされている。表面筋電図上、正常者では書字に関与しない上腕や肩甲筋、更に対側の上肢諸筋にも広範に筋放電がみられる。また、作動筋と拮抗筋間で筋放電の時間的ずれにより振戦が生じる（図30）。なお、振戦型は原発性書字振戦 primary writing tremor と呼称され、書痙とは区別されることもある。

### 15) painful legs and moving toes<sup>24)~26)</sup>

一側または両側の下腿、足の疼痛、不快感と足趾の不随意運動を主徴とする特異な病態である。不随意運動の性状は複雑で、足趾の屈伸や内外転の混合した動きが連続的（時に間欠的）、律動的、および常同的にみられる。表面筋電図上、単あるいは群化放電が、安静時、不規則に（図31）、あるいは律動的に、下腿筋にみられる。群化放電の持続時間は約2秒までで、律動的な際には、その頻度は0.5~3Hzであり、拮抗筋間で相反性、あるいは非相反性である。意志、努力により数秒~数分間のみ抑制できる。

## 2. 筋の受動伸張に対する反応<sup>1)2)</sup>

### 1) 伸張反射の亢進<sup>1)2)27)</sup> (図32)

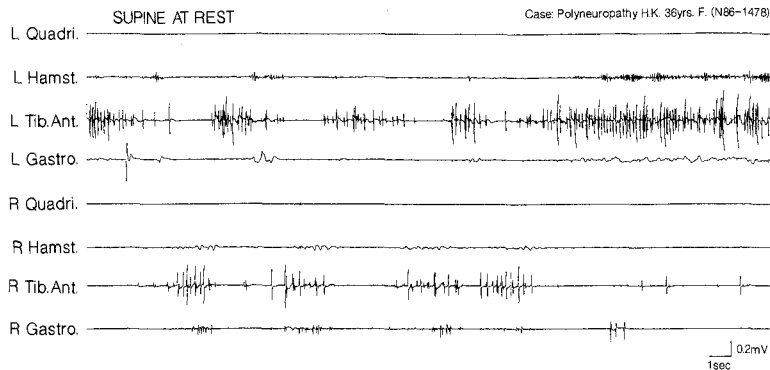


図31 painful legs and moving toes の表面筋電図  
 単あるいは群化放電が不規則に Tib. Ant. 主体にみられる。  
 Tib. Ant. : 前脛骨筋

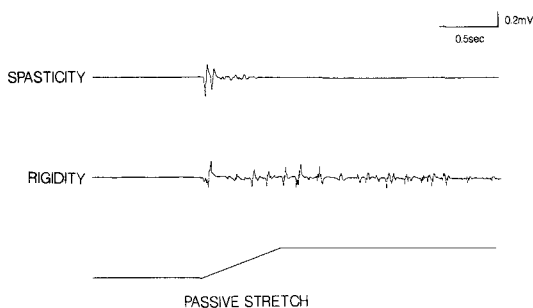


図32 受動伸張に対する反応

上段の筋痙縮では、受動的に伸張された筋に、反射性の筋放電が伸張の初期に漸減性のみられる。  
 下段の筋固縮では、伸張されている間、同じ振幅の持続性筋放電がみられ、伸張位を保っている間も持続する。

### (1) 筋痙縮 spasticity

受動的に伸張された筋に、その速度と強さに応じて、反射性の筋放電が、伸張の初期に漸減性のみられ、臨床上、折畳みナイフ現象に対応する。

### (2) 筋固縮 rigidity

受動的に伸張された筋に、伸張されている間同じ振幅の群化放電が出現し、伸張位を保っている間も持続する。筋痙縮との中間の所見を rigo-spasticity という。

### 2) paradoxical contraction of Westphal<sup>1)</sup>

弛緩される筋に筋放電が誘発される現象で、筋放電は、その肢位を保つ間持続し、伸張すると拮

抗を感ずることなく消失する。

### 3) 肢位の変化による不随意収縮の誘発<sup>1)</sup>

受動的伸張の完了後、徐々に持続性の筋放電が出現する現象で、ジストニーでみられる。

### 3. 随意運動の異常<sup>1)2)</sup>

パーキンソン病でみられる動作緩徐 bradykinesia について、最大収縮に至るまでの時間、動作の開始時間、筋放電の増加傾向などを定量的に検討できる。

アテトーゼ、ジストニーなどの筋緊張亢進状態や、痙縮、固縮など伸張反応の亢進が目立つ筋では、随意運動時の相反性抑制がみられない。

## X. biofeed back

表面筋電図にみられる筋放電を、被験者に制御させることにより症状の改善を目的とする治療法である。痙性斜頸、書痙<sup>23)</sup>、その他による筋緊張状態などが対象疾患となる。

## XI. 結 語

表面筋電図(必要に応じ加速度記録を併用)の記録法と、各種の不随意運動および筋緊張異常における、その特徴的な異常所見などについて概説した。

稿を終えるにあたり、御校閲を賜りました、当教室の丸山勝一教授、および小林逸郎助教授に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 柳沢信夫：表面筋電図，「臨床神経生理学入門」(中西孝雄，島村宗夫編)，pp151-170，真興交易医書出版，東京(1979)
- 2) 玉城充之：表面筋電図の記録と応用，「第23回日本脳波・筋電図技術講習会テキスト」，pp65-70，日本脳波・筋電図学会，茨城(1986)
- 3) 館野慶次：MVの測定法，「Microvibration—基礎とその応用—」(稲野和豊編)，pp6-21，医学書院，東京(1966)
- 4) **Shahani BT, Young RR**：Physiological and pharmacological aids in the differential diagnosis of tremor. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 39：772-783, 1983
- 5) 田崎義昭，斉藤佳雄：不随意運動の診かた，「ベッドサイドの神経の診かた，改訂13版」pp152-168，南山堂，東京(1987)
- 6) 平山恵造：企図振戦とその近縁不随意運動，*脳神経* 30：1047-1058, 1978
- 7) 作田 学，岩田 誠：Myoclonus：概念と分類，*最新医学* 32：202-213, 1977
- 8) 長岡正篤：Palatal myoclonus, *神経進歩* 28：774-788, 1984
- 9) 大澤美貴雄，成瀬清子，井上幸子ほか：企図・動作性ミオクローヌスを呈した臭化メチル中毒の1例，*神経内科* 10：30-37, 1979
- 10) 川瀬康裕：Negative myoclonus, *神経進歩* 28：797-801, 1984
- 11) 大澤美貴雄，小林逸郎，岡山健次ほか：Asterixis—いわゆる羽ばたき振戦，*東女医大誌* 54：976-987, 1984
- 12) 大澤美貴雄，丸山勝一：Asterixis. *Geriat Med* 26：1135-1138, 1988
- 13) 当間 忍，赤坂敏子，平山恵造ほか：睡眠中に頻発するspinal myoclonic jerkの1例—終夜睡眠ポリグラフによる検討—，*臨床神経* 22：947-953, 1982
- 14) 加藤元博：Spinal myoclonus, *神経進歩* 28：790-796, 1984
- 15) 平山恵造，山崎正子，小宮山純ほか：脊髄自動反射の臨床と病態機序に関する知見補遺，*神経進歩* 26：763-772, 1982
- 16) 内山真一郎，太田宏平，大澤美貴雄ほか：脊髄自動反射を呈し，ステロイドが著効を示した関節リウマチ，*神経内科* 24：507-509, 1986
- 17) 平山恵造，山田達夫：Dyskinesia(異常運動)，*脳神経* 30：1091-1099, 1980
- 18) 大澤美貴雄：Asterixisの臨床的研究，第I報，表面筋電図と加速度同時記録による解析，*東女医大誌* 53：1137-1148, 1983
- 19) **Shibasaki H, Sakai T, Nisimura H et al**：Involuntary movements in chorea-acanthocytosis: A comparison with Huntington's chorea. *Ann Neurol* 12：311-314, 1982
- 20) 曾根玲子，大澤美貴雄，内山真一郎ほか：chorea-acanthocytosisの不随意運動に対するtiaprideの効果，*神経内科治療* 投稿中
- 21) 後藤 昭：筋ジストニーと痙性斜頸，「錐体外路系疾患，基礎と臨床」(佐野 豊，宇尾野公義編)，pp252-264，医学書院，東京(1975)
- 22) 広瀬和彦，宇尾野公彦：眼瞼痙攣と開眼失行，*治療* 61：2031-2037, 1979
- 23) 大澤美貴雄，丸山勝一：書痙，*現代医療* 投稿中
- 24) 岡本 進，武上俊彦，間野忠明：足指の特異的な不随意運動と足部の不快感を主徴とする症例—Painful legs and moving toes—，*臨床神経* 14：829-834, 1974
- 25) **Wulff CH**：Painful legs and moving toes. A report of 3 cases with neurophysiological studies. *Acta Neurol Scand* 66：283-287, 1982
- 26) **Schoenen J, Gonc M, Delwaide PJ**：Painful legs and moving toes: A syndrome with different physiopathologic mechanisms. *Neurology (Cleveland)* 34：1108-1112, 1984
- 27) 堀 浩：固縮・痙縮の神経生理学的解析法，「固縮と痙縮—その基礎と臨床—」(藤森聞一編)，pp183-203，医学書院，東京(1975)