

Jendrassik 氏腱反射増強法の H 波に及ぼす影響について

千葉大学医学部第一内科学教室 (主任 三輪清三教授)

川 村 孝 子
TAKAKO KAWAMURA

(昭和 43 年 11 月 14 日受付)

目 次

I. 緒 言	5. 終了の合図の影響
II. 研究方法	6. プロカイン麻酔下の J 法効果
1. H 波	7. Vibration をかけたときの J 法効果
2. 腱反射増強法	8. 疾患例での検討
a) J 法原法	a) パーキンソニズム
b) 押しボタン法	b) 片 麻 痺
III. 研究成績	c) 糖尿病性ニューロパシー
1. H波の度数分布よりみた変化	IV. 考 察
2. 引張る力の大きさおよび速度	V. 結 語
3. 開始の合図の影響	VI. 文 献
4. J 法効果の時間経過	

I. 緒 言

Jendrassik¹⁾ は 1883 年、片方または両方の腕の筋肉を強く収縮させるよう命じて腱叩打を行なうと腱反射がより大きく得られることを見いだした。さらに 1885 年には膝蓋腱反射の検査に腱を叩打している間、左右の手指を胸の前で組み合わせ前腕を水平に伸ばしてできるだけ強く引張らせる方法を報告した²⁾。これが Jendrassik 氏腱反射増強法 (以下 J 法と略す) として臨床上広く用いられ、本法の機序は足から腕に注意をそらすことにより、筋の固有反射に作用している抑制を除くものであると一般に説明されてきた。近年筋紡錘を中心とする運動生理学の急速な発展をみ、J 法の効果についても筋紡錘の機能に関与する γ 系を重視する Sommer (1940)³⁾, Hoffmann (1951)⁴⁾, Paillard (1955), Buller (1957)⁵⁾⁶⁾, Struppler (1958)⁷⁾ らの説と、プロカイン麻酔による γ ブロックの結果などから γ 系以外にも直接に脊髄運動細胞群の興奮性を高める系があるとする三輪ら (1960)⁸⁾, 河野 (1965)⁹⁾, Gassel & Diamantopoulos (1964)¹⁰⁾¹¹⁾, Clare & Landau (1964)¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾ らの説がある。著者は後者の立場から、脛骨神経を電気刺激しヒラメ筋より得られる H 波を指標としてこれを追試し、さらに上肢の動作の大きさ、速度、標示灯の合図による上肢の動作と下肢反射弓の興奮性の時間的経過を中心に検討した。

検査対象は 20 代および 30 代の健常人 21 例、疾患例 33 例 (片麻痺 16 例、パーキンソニズム 6 例、糖尿病性ニューロパシー 11 例) である。

効果の確認のために各例ごとに各種の検査をくり返し行ない、のべ 287 回の実験を行なった。

II. 研究方法

1. H 波

被検者をシールド室内のベッド上に仰臥させ、電気刺激分析装置 (平和電子製 HM305A・HM305B) を使用した。膝窩の脛骨神経刺激点に電極糊を塗布した直径約 9 mm の円形銀板を刺激電極として密着させ、不関電極として 20×5 cm の長方形銀板を 1% 食塩水を含ませた薄い綿で覆い対側下腿に着けた。

刺激は持続時間 1 msec で、その波形は平衡回路を用い直角波とした。刺激強度は M 波が出ない最大の H 波が得られる強度を基本とした。導出電極は直径約 9 mm の円形銀板 2 個に電極糊を塗布しヒラメ筋の走行上に約 20 mm 離して密着させた。この不関電極は 20×5 cm の長方形銀板を 1% 食塩水を含ませた薄い綿で覆い刺激電極と導出電極の間に着けて接地した。

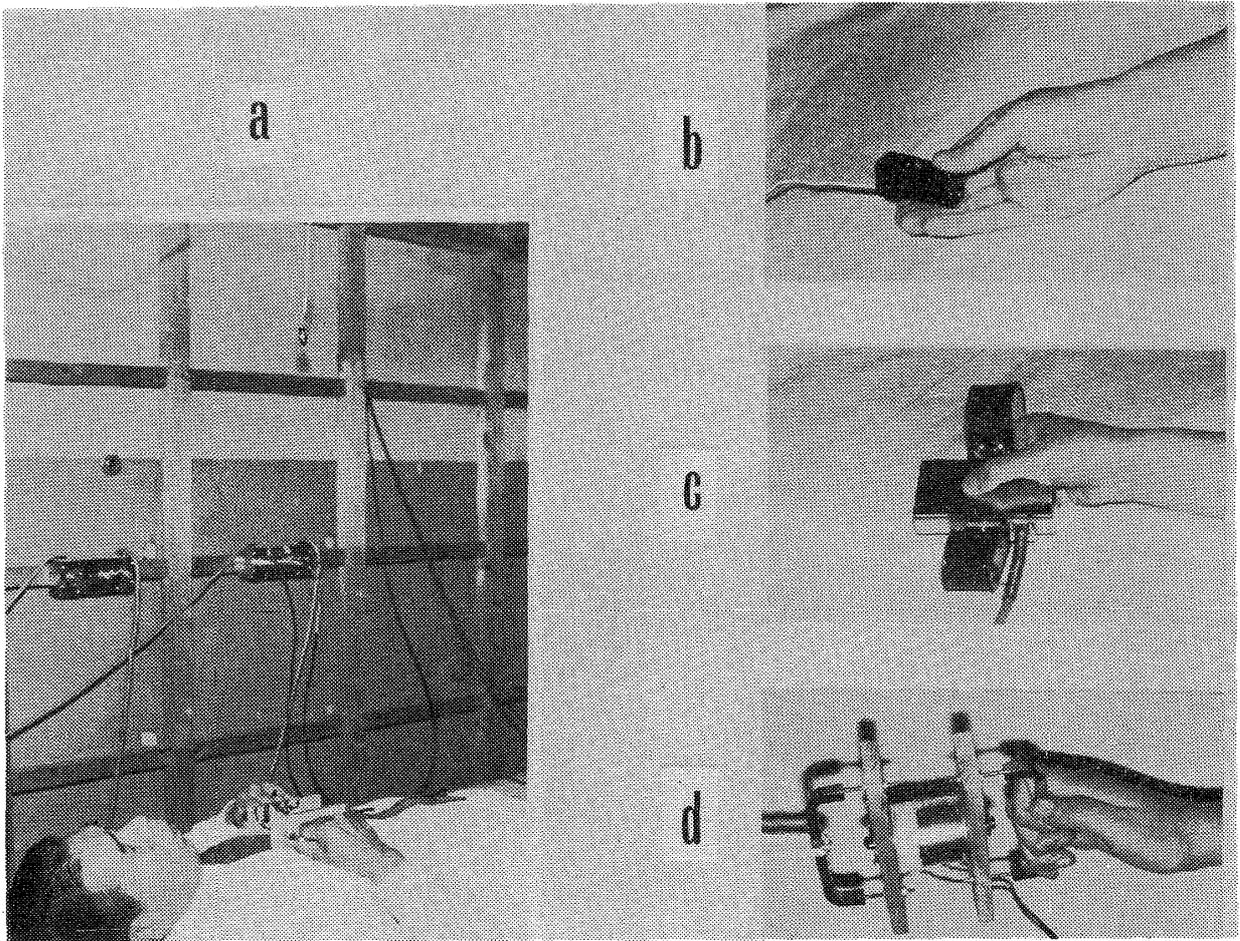


図 1. a. 標示灯の合図による J 法原法, b. 押しボタン法, c. 押しボタン変法, d. 片手引張り。

2. 腱反射増強法

あらかじめ安定した H 波が得られたところで被検者に標示灯の点滅による開始および終了の合図で以下に述べる増強法を行なわせ、標示灯の点滅により遅延回路を発動させて任意の時間間隔の H 波を導出した。標示灯の点滅はブラウン管上に上向き下向きの電圧差として表わした。標示灯は光刺激とならぬ程度の 6V の緑色豆ランプを用い眼前 1 m に固定した。

a) J 法原法

37 mm × 43 mm の円筒形の引張型荷重検出器 (LT/15/KS*) の両端に 45 mm × 125 mm 厚さ 10 mm の板を固定しこれに金具のひき手をつけ、被検者に胸の上で両手指をこのひき手にかけて持たせ合図によって引張らせた (図 1 の a)。またこの器具の片方を固定して片手引張りを行なわせた (図 1 の d)。荷重検出器 (load cell) 中の金属板に貼られた歪ゲージ (Strain gauge) により外部応力に比例した電圧の変化を歪計 (Strain meter DS 6/PX*) および低域濾過器 (low pass filter LF/1*)

を通し主増幅器の入力端子に接続した。ブラウン管上で力の増大が上向きの振れとなるよう調整した。

b) 押しボタン法

micro switch を被検者の掌に載せておき合図によって拇指で軽く押させ (図 1 の b)、押した時点および離れた時点を電圧差としてブラウン管上に現わした。なお本法でボタンを押す力の検討のためには圧縮型荷重検出器 (FP/10K*) を指で押す変法を用いた (図 1 の c) (* は新興通信製)。

記録はブラウン管連続撮影装置 (三栄測器製 BR-1101 B) によりブラウン管上のスポットの現象の振れと直角の方向にオッシロペーパーを引き撮影した。その引く速度は毎秒 5, 10, 20 cm とした。

III. 研究成績

1. H 波の度数分布よりみた変化

健康人で何の操作も加えない時と J 法の効果が最も大

きくなると思われる時点での H 波を十分な間隔をおいて交互に 100 箇所ずつ導出し度数分布図に表わすと、J 法中は J 法前にし平均値が増大するのみならず最頻値、中央値が右にずれて度数分布図そのものが変化する。これは二項確率紙の上からも確かめられた。このことから J 法効果の判定には基本的な度数分布図にもとづく H 波の動揺性を考慮に入れることが重要であると考え、対照とする H 波 100~200 箇所について松下¹³⁾の二項分布の考えに従い、一応のめやすとして十分偏差で 80% の範囲内の増減を示す時は H 波の動揺性によるものとみなし、それ以上あるいは以下の振幅を示した時に促進あるいは抑制とした。以下の図で横軸は J 法の時間経過、縦軸は J 法の影響による H 波の振幅の変化を対照に対する百分率で表わすが、縦軸上の二本の点線の内側は十分偏差の 80% の範囲を示す。

2. 引張る力の大きさおよび速度

同一健常人につき引張る力の大きさや速度をいろいろ変えて J 法を行なわせたが、力の大きさおよび速度と H 波の増大率との間にはいずれも特別な相関関係は見いだせなかった。片手引張りでも効果の大きさおよび時間経過は特に変わらず、拇指を軽く屈曲させてボタンを押す

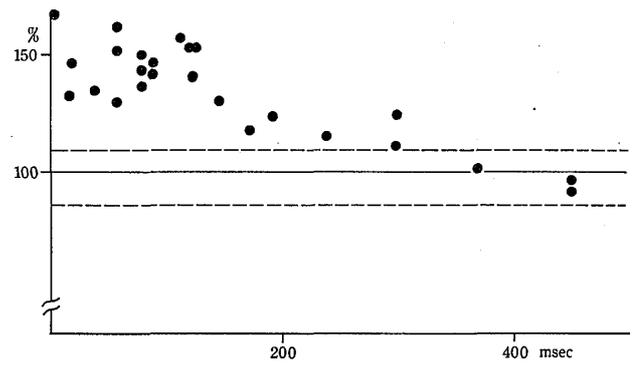


図 2. 押しボタン法の効果 (健常例)
ボタンを押すと同時から H 波は著明に増大する。

というごく軽い動作によっても H 波は増大を示した (図 2)。効果はボタンを押すと同時に著明である。健常人では効果は 0~150 msec の間で最大になることが多く、効果の持続はたいてい 300~400 msec で終わる。健常人で左右の拇指によるボタン動作の左右のヒラメ筋 H 波に対するおのおの同側反対側への影響に有意の差はみられなかった。

3. 開始の合図の影響

標示灯による開始の合図を見てから、J 法の動作によ

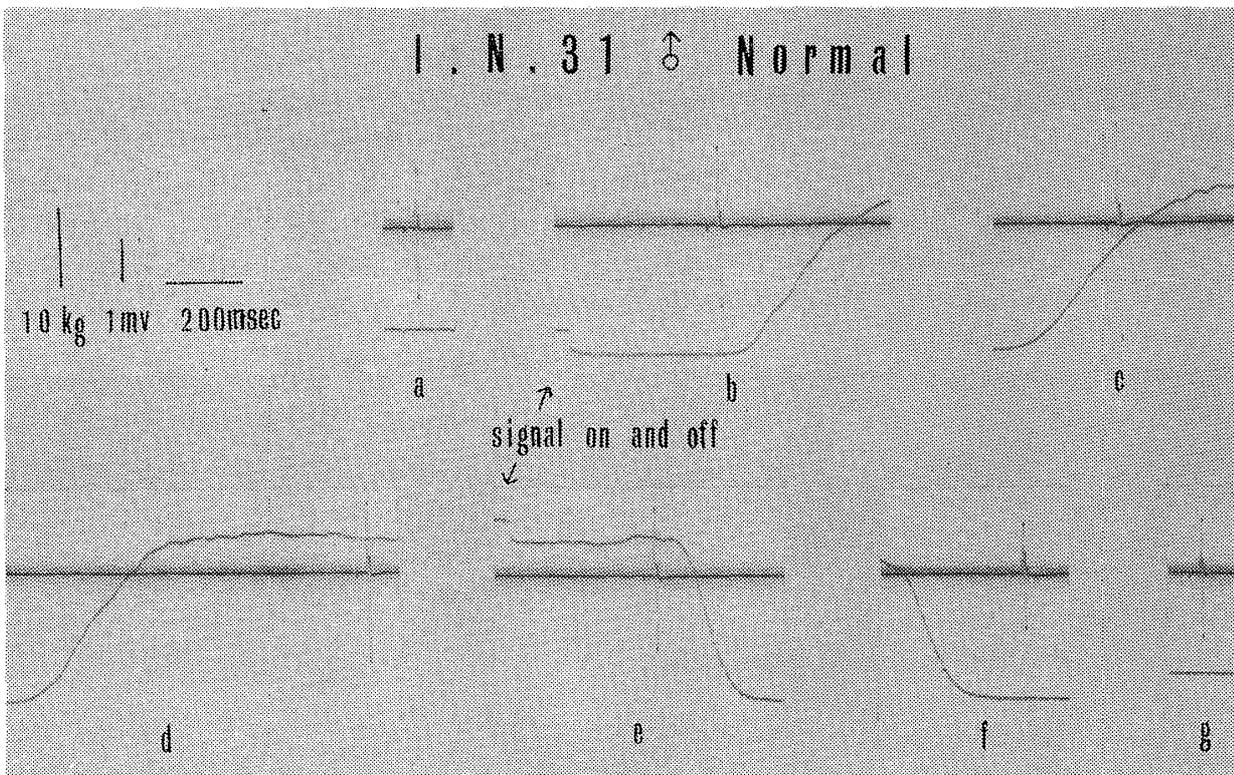


図 3. J 法と H 波の時間経過 (健常例)

- a. 動作前の H 波, b. 合図を見て動作の始まる前に H 波は増大し始める, c. 引張り始めの最大効果の H 波, d. 引張り続けの効果の H 波, e. 終了の合図を見て力のぬける以前に H 波は増強効果を失う, f. 終了後の動揺範囲下限の H 波, g. 元の大きさにもどった H 波。

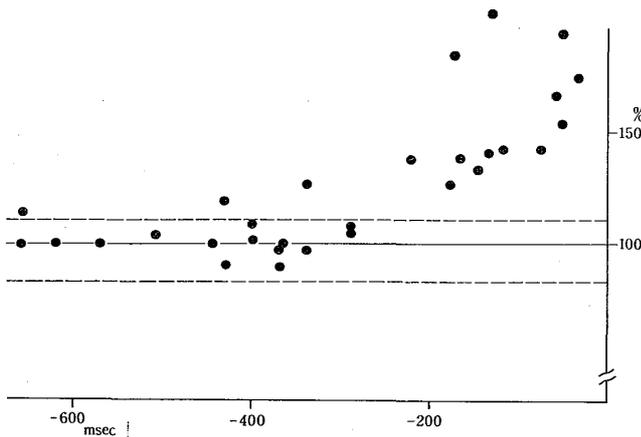


図 4. 開始の合図をうけて動作を始める前の効果 (健常例)
動作前 -200 msec くらいからH波は増大し始める。(動作開始時を 0 msec とする。)

って、歪ゲージに力の示される以前に H 波は増大する (図 3 の b, 図 4)。図 4 は歪ゲージの力の立ち上りをゼロ点とし、開始の合図を見て動作が始まる以前の H 波の変化を示している。健常人では H 波の増大し始める時点は -300 msec から -40 msec の間の値を示した。手の動作以前に身がまえて肩、頸、下肢などの筋の緊張が起こらぬよう充分注意した。

押しボタン法によっても動作開始前の -200 msec 附近から H 波は増大し始めた。標示灯による開始の合図を見たらただちに引張るという条件での反応時間は健常人で 260~480 msec の間の値を示すことが多い。

上述の結果と対比するため動作に関係の無い注意の集中として、J 法の合図に用いる標示灯を合図の意味は除外して点滅し、この点滅に注意を集中するよう被検者に命じて 100 箇の H 波を記録したが、その振幅はすべて対照とする H 波の動揺範囲内の値を示した。

同様に膝窩の脛骨神経刺激点に注意を集中させ、この間 100 箇の H 波を記録した。この際の H 波の振幅の度数分布図は対照に比してごく軽微ながら右寄りとなる。これは脛骨神経刺激点への注意の集中が随意収縮として表現されないまでも運動細胞群の興奮性を高めるためと思われる。しかし H 波の振幅に J 法で増大するときのような大きな変化は認められなかった。

合図への予期が何らかの影響を及ぼさないかという点につき次のような実験を行なった。

すなわち前述の方法にさらに赤色標示灯を加え、被検者には赤点灯について緑点灯が起こったときに J 法を行なわせるように命じた。動作合図の緑色標示灯について H 波を導出すると前述の場合と同様な増強効果を見たが、赤色標示灯につづいて H 波を導出した場合には動揺

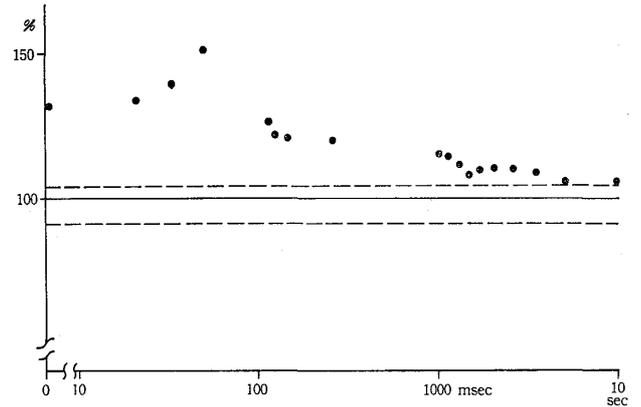


図 5. J 法効果の時間経過を片対数グラフに示したもの (健常例)
ほぼ 300 msec までに最大効果の部分があり、以後効果は漸減しながらも 10 sec まで有効である。

範囲内の変動にとどまった。

4. J 法効果の時間経過

J 法の引張りは原則として 1 sec までの経過をみたが、2~10 sec までの引張りつづきの影響も検討した。健常人ではほぼ 300 msec までの間に最大効果を含む山の部分があり (図 3 の C, 図 5)、その後効果は次第に減少しながらも動揺範囲を越えて有効な引張りつづきの裾野の部分形成する (図 3 の d, 図 5)

H 波の増大率は個人によって、また同一人でも日によって差がある。著者は最も動揺性が少なく、それ以上に刺激強度を増しても J 法による増大率はほぼ不変とされている、M 波の出ない程度の最大の H 波⁹⁾ を指標としたが、健常人の多くは最大効果は 150~200% 程度であった。

5. 終了の合図の影響

標示灯が消えるのををもって終了の合図としたが、H 波は終了の合図によってまだ完全に力のぬけていない時期

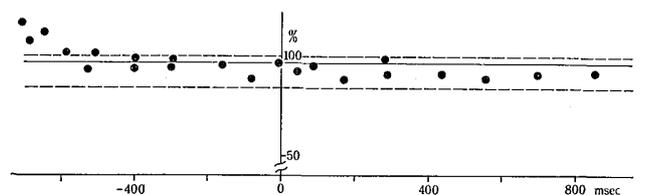


図 6. 終了の合図をうけた後の効果 (健常例)
終了の合図をみて動作終了以前に H 波は動揺範囲内の大きさにどおり、終了後も動揺範囲の下限を越えた抑制はみられない (動作終了時を 0 msec とする)。

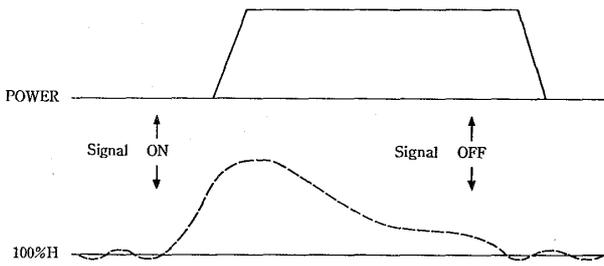


図 7. J 法の力と H 波の増大の経過を示す模式図
開始の合図により J 法動作を行なう以前に H 波は増大し始め、引張り初めに効果の山の部分があり、以後引張り続けて効果は減少して裾野の部分形成するが、いずれの時期にても終了の合図を受けると動作終了以前に H 波は動揺範囲内の大きさにもどる。

にすでに J 法の増強効果を失う (図 3 の e, 図 6)。図 6 のグラフは歪ゲージの力が消失した時点をも 0 msec としているが、健康人では引張り始めてからのどの時点でも終了の合図によって完全脱力に先立ち -600~-400 msec くらいから J 法効果はなくなる。

健康人で終了の合図を見てから完全に力がぬけ切るまでには 530~700 msec の時間を要した。動作終了後も H 波は動揺範囲内に止まるが動揺範囲の下限に近い値を示すことも多い (図 3 の f)。

以上述べた標示灯の合図による J 法の H 波への影響の時間経過を模式図に示すと図 7 のごとくである。

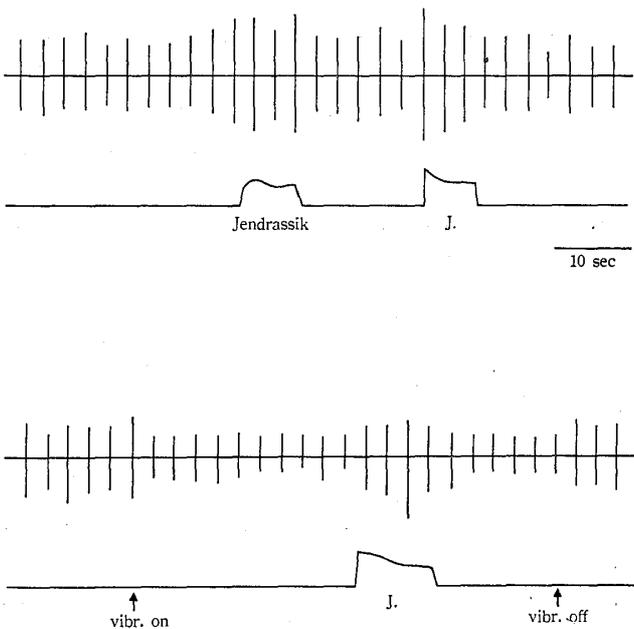


図 8. Vibration をかけたときの J 法効果 (健康例)

Vibration により減少した H 波は対照の H 波と同様に J 法によって増大する。

6. プロカイン麻酔下の J 法効果

健康人で脛骨神経を刺激点より約 1 cm 遠位で 0.5% プロカイン (約 5 cc) を使用し浸潤麻酔を行なって、 γ 線維が侵されたとみなされる、H 波が減少した時期に、H 波は J 法により著明に増大した。麻酔進行中のいずれの時期においても、減少した H 波は J 法により振幅の増大を示し、その消失した直後に J 法を行なうと H 波は再び現われることを認めた。

7. Vibration をかけたときの J 法効果

Hagbarth 考案による Vibrator (31 mm×65 mm の円筒形の中に軸に 15 g のおもりを片寄せてつけてあり、0.028 馬力の DC モーターがはいっている) を用い、被検側のアキレス腱に 173 Hz, 68 G という条件で Vibration をかけると、H 波は著明に減少する。この際 J 法を行なうと、H 波は対照の大きさにまで戻らないがかなり増大する (図 8)。

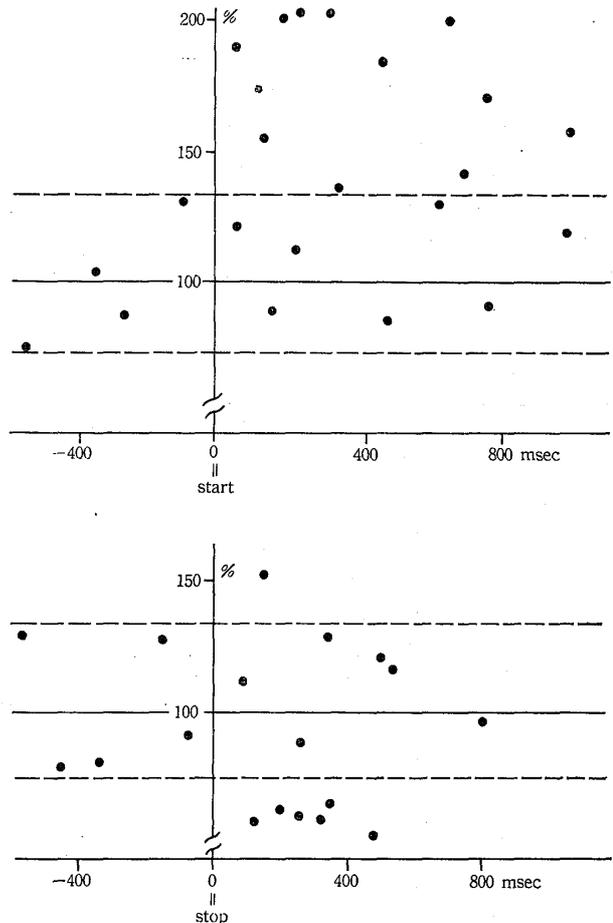


図 9. パーキンソニズム患者の J 法効果
H 波の動揺性は大きい J 法によりその動揺範囲を越えて H 波は増大する。

8. 疾患例での検討

a) パーキンソニズム

パーキンソニズム患者ではH波とM波の分離が悪くH波の動揺性も非常に大きい。したがってJ法効果によるH波も幅広い動揺範囲内を大きく動いた値を示す。しかし動揺範囲を越えて増大率の非常に大きいH波は多数みられるのに反し、動揺範囲以下に小さいH波はみられない。したがってその大きい動揺性を考慮してもなおかつJ法は有効であるといえる(図9上段)。パーキンソニズム患者では合図より動作開始までの反応時間は健常人よりも遅く、またその最大効果発現までの時間も健常人より長くかかる傾向がみられた。動作終了後については図の例では動揺範囲以下の値を示す点が多いが、(図9下段)必ずしも全例でこのような傾向を得たわけではない。

b) 片 麻 痺

片麻痺患者では麻痺側の手に多少とも運動障害があるためJ法を行なうことは困難なので片手引張り、押しボ

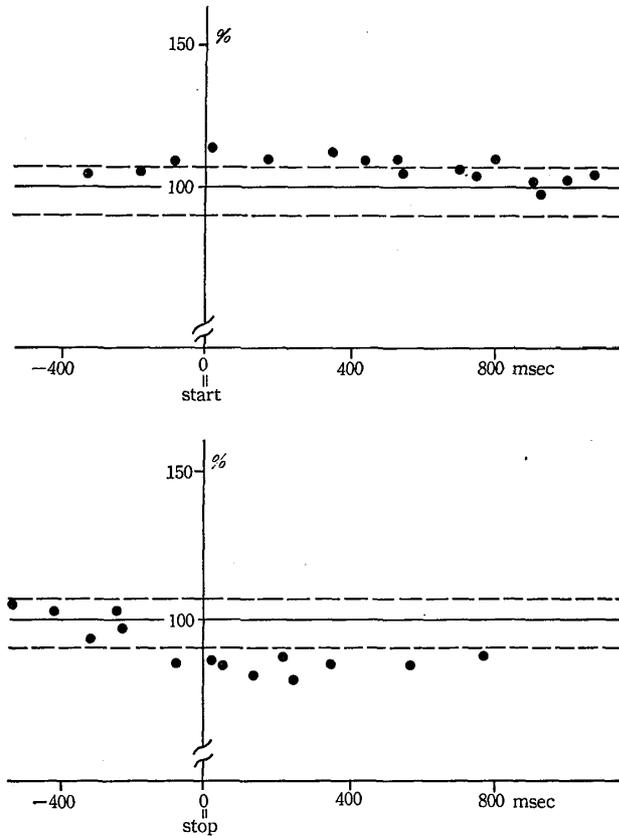


図 10. 左片麻痺患者の右拇指押しボタン変法の左下肢H波への影響。動作中の効果は動揺範囲をやや越えた程度であるが動作終了によりH波は著明に抑制される。

タン法およびその変法によって検索した。しかしこれらにても麻痺側の動作は拙劣で歪ゲージの力が示される以前に肩腕に緊張が認められる。したがって力の入れ始めからの効果の時間経過を正確にはつかめないのであるが、歪ゲージ上に示される力は健常人の場合と同様に認められた。

健側患側いずれの上肢の動作によっても患側のH波はその動揺範囲上限を越えた程度を示すに過ぎず(図10上段)、これに反し非麻痺側のH波はいずれの側の上肢の動作によっても増大するが健常人に比してその増大率は少ないことが多い。片麻痺患者の麻痺側のH波は絶対値が極端に大きく、一般に非麻痺側でも絶対値の大きいH波をうることが多い。しかし両側とも刺激強度を弱めてH波の振幅を1/2程度にした場合には、健常人の同様の条件下でのJ法効果とほぼ同様な増大率を示した。

終了の合図を受けた後、麻痺側、またしばしば非麻痺側でも動作終了後に動揺範囲の下限を越えた明らかな抑制が認められた(図10下段)。

c) 糖尿病性ニューロパシー

この疾患の患者ではアキレス腱反射が著明に減退ないし消失、H波を得られる場合もきわめて小さいかM波と

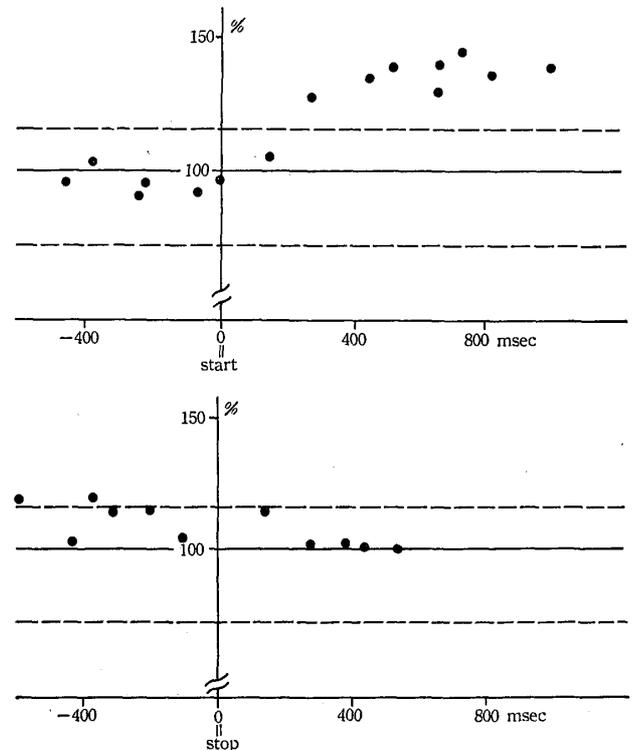


図 11. 糖尿病性ニューロパシー患者のJ法効果。健常例と同様な効果を示す。

の分離が困難である。しかし全例において J 法は有効であり、J 法の時間経過を明らかにすることができた例では健常例と同様な経過を認めた (図 11)。

IV. 考 案

Sommer (1940) は J 法によりアキレス腱反射は増強するが H 波には無効であるとして、J 法は反射中枢にはたらくのではなく、末梢の受容器である筋紡錘の興奮性を高めると述べた。その後 J 法についての研究者の多くはアキレス腱反射波を重視して検討を行ってきた。しかし腱叩打による伸展反射は筋紡錘の感受性をみるのにはすぐれた方法であるが、刺激条件に多くの問題があり一定した成績をうることが必ずしも容易ではない。一方 H 波は G Ia 線維を途中で電気刺激することによって得られるものであるが、本質的な意義は変わらず、刺激条件を一定にすることができ、波形も比較的安定しており、一定の刺激条件下での基本的な動揺性を考慮して振幅の変化を対比することが可能である。

著者は前述のごとく種々の実験により J 法が H 波に明らかな影響を及ぼすことを認めた。

J 法の機序についてはまず γ 系がいかなる役割を果たすかの検討が必要である。

H 波は脛骨神経のプロカイン麻酔によって振幅の減少したときも J 法によって増大を示したが、これは河野、Gassel ら、Landaw らの結果と一致する。プロカイン麻酔の影響については、 γ 線維を遮断するのか、G Ia 線維を遮断するのか、Rushworth¹⁶⁾、Gassel ら¹⁷⁾ など異なる意見があつて疑問はあるが、いずれにせよ筋紡錘からの求心性インパルスを減少させ γ -loop の機能を抑えるという事実は変わらない。したがってプロカイン麻酔の結果は、J 法の効果を γ 系以外の系に求める一つの要因となる。また Vibrator をアキレス腱にあて振幅の減少した H 波は J 法を行なうことにより、対照の大きさにまでは達しないがかなり増大する。この Vibration による H 波の振幅の減少は、主として筋紡錘の興奮により求心性インパルスが増加し、 α 運動細胞群の過分極が起った結果と考えられている¹⁸⁾。

換言すれば γ 系の活動の表現である求心性インパルスが飽和状態にまで達している時点においても J 法により α 運動細胞群の興奮性が増しうることになる。この事実はプロカイン麻酔時とは逆な面から、J 法が γ 系を介さずに直接に α 運動細胞群に促進効果を与えることを示すものであろう。

次に γ 系の病的な機能亢進状態として説明されている

パーキンソニズム患者での J 法効果については、従来全く無効であるとする説¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾、また H 波はかえって抑制されるとする説⁷⁾があつた。近年 Gassel ら¹⁰⁾は tremor, bradykinesia, rigidity に無関係に健常人と同様にアキレス腱反射、H 波ともに J 法で増大すると述べている。著者もこの疾患の H 波の動揺性の大きいことを充分考慮しても、J 法は有効であることを認めた。すなわち γ 系の異常な亢進状態においても J 法が有効であることは、 γ 系との関連に否定的な一面とならう。なお上記の諸説があることは H 波の促進、抑制を論ずる場合に基本的な動揺性を無視し得ないことを示していると思われる。

著者の成績では J 法効果の最も大きい時点での H 波の度数分布図は、対照の H 波の度数分布図に比し単に平均値の増大のみならず最頻値、中央値の右方移動がみられ松下¹³⁾の分類によれば痙縮型に近づく。こうしたことから J 法の効果判定に当たっては振幅の増大の著明でない場合も度数分布図全体の変化を比較することが重要であると考える。

H 波への J 法効果について各報告者の成績に一致しない面が多くあることから実験条件がまちまちであつたのではないかと考え、著者は J 法の手技の力と速度については歪ゲージを用いて正確にとらえ、また上肢の動作と下肢の H 波の時間経過を明らかにするために標示灯による合図を用いて実験を行なった。

成績に述べたごとく標示灯による開始の合図を見てから実際に歪ゲージの力が示される以前に H 波は増大する。H 波は被検者の不安とか考えごと、姿勢の不自然さ、音、光などによりその動揺性が増すことは日常われわれの経験するところである。しかし著者の成績では標示灯の点滅の影響も標示灯あるいは脛骨神経刺激点への注意の集中もともに J 法効果のように H 波の振幅の大きな変化をもたらすことはなかつた。

また赤と緑の二つの標示灯を用いた実験で始めにつく赤色標示灯の合図によっては H 波は動揺範囲内の変化を示すに過ぎないが、開始の合図である緑色標示灯によって動作が始まる以前に H 波は明らかに増大した。これらの結果から J 法の効果には動作の開始に先立って動作を意図することの影響が大きいと考えられる。

増大し始めの時期は上肢の動作開始前の -300 msec ~ -40 msec と個人差があるが、これには合図を見てから動作を開始するまでの反応時間の個人差も影響しているであろう。

ここで著者は意図という表現を用いたが、動かそうと思っただけで実際に上肢の動作が伴わなかつた場合はその効果は動揺範囲内にとどまつた。したがって動作以前に

J法の効果がみられるのは恐らく上肢の動作を命ずるインパルスが脳における運動の意志の発現→大脳皮質運動中枢→脊髄の運動ニューロンと下行すると同時に、feed forward として下肢の α 反射弓の運動細胞群の被刺激性を高めるといことであろう。Sherringtonの古典的な四肢間反射の業績にふれるまでもなく、臨床的にも種々な病的反射によって上下肢間に連絡のあることは充分想定される。

著者のいう feed forward の系は、小熊²²⁾、矢嶋²³⁾らの脳幹障害群でJ法によりH波振幅の減少することを認めた例の検討からも脳幹網様体を介するものと考えられる。

J法の動作を始めてからの効果は健常人でほぼ 300 msec までの間に最大効果を含む山の部分と、以後次第に効果は減少しながらも 10 sec までの引張りつづけの間中動揺範囲を越えて有効な裾野の部分とに大きく分けられる。このJ法効果の時間経過のメカニズムについては引張ろうとすることにより賦活された促進的にはたらく系が、上肢の随意収縮が長く続く間になんらかの feedback 回路の規制を受けてその促進効果を減弱するのではないかと考える。

Paillard がH波は短く急激な引張りでは増大するとし、Gassel¹⁰⁾ がH波についてはJ法初期により効果が大きいとしているのは著者の成績効果の山の部分と一致するものであろう。Paillardが無効とした持続的な引張りでもH波は動揺範囲を越えて有効であったことは前述のとおりである。

次に引張り効果の山の部分でも裾野の部分でも終了の合図を見ると、まだ力のぬけていない時期にH波はその増強効果を失って元の大きさに戻る。これは単に終了の意志によって促進系の興奮が消失したのみでなく、後述のように抑制系の興奮が加わったとも考えられよう。

J法終了の影響については、Struppler⁷⁾、Gasselら¹⁰⁾は動作終了後にH波の抑制があると述べている。著者は健常人の場合終了後は動揺範囲の下限という程度であっても、抑制を認めることはなかった。しかし片麻痺例では麻痺側、またしばしば両側で動作終了後にH波の振幅の明らかな減少をみている。これは終了の合図によって抑制系の興奮がはたらくことが考えられ、健常人では促進効果につづいて rebound 的にはたらく抑制効果をうまく規制するメカニズムがあるのに反し、脱落症状のある片麻痺例では、この規制が充分にははたらかないために rebound が強く出て抑制の現象となるのではなからうか。

なお片麻痺例では手技側のいずれにても麻痺側のH

波の増大率は非常に小さく、非麻痺側も健常人に比してその増大率は少ない。また、H波の絶対値が大きいことから、脊髄の α 運動細胞群の広がりが生理的に興奮する限界に近く達しており、J法によってさらに広がる余地の無いことも想定される。刺激を弱め、H波の振幅を1/2の大きさにしてJ法の効果をみると、両側ともに健常人の場合と同様な増大率を認めたことから片麻痺例で上位中枢からの促進の系は侵されていないのではないかと考える。

片麻痺例では麻痺のため動作が拙劣で合図を見てから動作開始までの所要時間がつかみにくく、その効果の時間経過を論ずることはむづかしい。

川口²⁴⁾は糖尿病患者で臨床的なニューロパシーの所見がごく軽度であるのにH波よりみた機能低下が証明される一群を認め、 γ 系の機能低下によるニューロパシーと分類し、 γ 線維自体よりも複雑なシナプス結合を有する γ 系上位中枢の機能低下のためではないかとしている。

著者はJ法効果に γ 系以外の直接の系が存在することをさきに論じたが、上肢の随意収縮に伴って発現すると推定される下肢反射弓の α 運動細胞群の被刺激性の高まりもまた polysynaptic な系によるものと考えられる。糖尿病性ニューロパシー患者では、このJ法の系の代謝障害による時間経過の遅延がみられるのではないかと予想していたが、結果は健常例とあまり大きな違いはみられなかった。

Jendrassik は収縮する筋の量が多いほど腱反射の増大率は大きいと述べたが、著者はこれに対し引張る力の強さとか速さとH波の増大率には直接の関連性が無いという否定的な結果を得ている。しかしボタンを押す動作によってもJ法と同様な増大効果のみたことは単に収縮する筋の量の問題ではなく、大脳の運動中枢を含めた神経支配比の問題、あるいは上肢の phasic な動き、また tonic な動きの影響に質的な差があることも考えられ、この点が解明されればJ法の有効な経路についてさらにうることが多いであろう。

V. 結 語

1. γ -loop の機能を抑えると考えられるプロカイン麻酔によって減少したH波がJ法で増大したこと、Vibrationによりおもに筋紡錘発射が極度に高められたため減少したと思われるH波にもなおJ法が有効であったこと、ならびに γ 系の病的な機能亢進状態とされるパーキンソン病患者のH波もJ法で増大したことなどから、J法の機序について γ 系にかかわらない促進的な系が重

視される。

2. 標示灯への注意の集中, 合図への予期によっては H 波は動揺範囲内にあるが, 標示灯の合図により動作を開始しようとしている時期に既に H 波は増大した。これは上肢の動作を命ずるインパルスが同時に feed forward として下肢の反射弓の α 運動細胞群の被刺激性を高めるためと推定される。

3. J 法動作中の効果はほぼ 300 msec までに最も大きく, 以後次第に効果は減少しながらも 10 sec まで有効であった。引張りつづきの効果の減弱は上肢の随意収縮の持続によりなんらかの feed back 回路の規制を受けるためと推定される。

4. 終了の合図によって動作終了以前に J 法効果は消失する。健常例は終了後も動揺範囲内であるが片麻痺例で明らかな H 波の抑制をみるのは, rebound 的にはたらく抑制効果を規制するメカニズムの脱落を思わせる。

5. J 法の動作の力の大きさおよび速度と J 法効果には一定の関連性がみられない。しかし拇指を軽く屈曲してボタンを押すというごく軽い動作でも J 法と同様な効果を認めたことは, 大脳運動中枢を含めた神経支配比の問題あるいは上肢の動作の phasic な要素, tonic な要素の影響の質的な差につき考究する必要がある。

おわりに, 御指導と御校閲をいただいた恩師三輪清三教授に心から感謝の意を表します。また, 生理学上の有益な御助言をいただいた本学第一生理学教室本間三郎教授に深く謝意を表します。さらに, 終始御鞭撻御協力下さった村越康一助教授ならびに渡辺誠介博士, ほか筋電図室の諸先生に厚く御礼申し上げます。

VI. 文 献

- 1) Jendrassik, E.: Beiträge zur Lehre von den Sehnenreflexen. Dtsch. Arch. klin. Med. 33, 177-199, 1883.
- 2) Jendrassik, E.: Zur Untersuchungsmethode des Kniephänomens. Neurol. Zbl. 4, 412-415, 1885.
- 3) Sommer, J.: Periphere Bahnung von Muskeleigenreflexen als Wesen des Jendrassik'schen Phänomen. Dtsch. Zschr. Nervenhk. 15, 249-262, 1940.
- 4) Hoffmann, P.: Die Aufklärung der Wirkung des Jendrassik'schen Handgriffs durch die Arbeiten von Sommer und Kuffler. Dtsch. Zschr. Nervenhk. 166, 60-64, 1951.
- 5) Buller, A. J.: The reinforcement of tendon reflexes. Lancet, 273, 1260-1262, 1957.
- 6) Buller, A. J.: The ankle-jerk in early hemiplegia. Lancet. 273, 1262-1263, 1957.
- 7) Struppler, A. und Preuss, R.: Untersuchungen über periphere und zentrale Faktoren der Eigenreflexerregbarkeit am Menschen mit Hilfe des Jendrassik'schen Handgriffes. Pflügers Arch. 268, 425-434, 1959.
- 8) 三輪清三・ほか: 昭和35年度文部省科学研究費による研究報告集録。医学および薬学編総合研究, 361-368, 1960.
- 9) 河野 顕: H 波の臨床応用上の基本問題に関する研究, 千葉医会誌, 41, 370-383, 1965.
- 10) Gassel, M. M. & Diamantopoulos, E.: The Jendrassik maneuver I. Neurology 14, 555-560, 1964.
- 11) Gassel, M. M. & Diamantopoulos, E.: The Jendrassik maneuver II. Neurology. 14, 640-642, 1964.
- 12) Landau, W. M. & Clare, M. H.: Fusimotor function, IV. Reinforcement of the H reflex in normal subjects. Arch. Neurol. 10, 117-122, 1964.
- 13) Clare, M. H. & Landau, W. M.: Fusimotor function, V. Reflex reinforcement under fusimotor block in normal subjects. Arch. Neurol. 10, 123-127, 1964.
- 14) Landau, W. M. & Clare, M. H.: Fusimotor function, VI. H reflex, tendon jerk and reinforcement in hemiplegia. Arch. Neurol. 10, 128-134, 1964.
- 15) 松下嘉一: H 波変動の臨床的意義, 千葉医会誌, 44, 101-145, 1968.
- 16) Mathews, P. B. & Rushworth, G.: The selective effect of procaine on the stretch reflex and tendon jerk of soleus muscle when applied to its nerve. J. Physiol. 135, 245-262, 1957.
- 17) Gassel, M. M. & Diamantopoulos, E.: The effect of procaine nerve block on neuromuscular reflex regulation in man. Brain. 87, 729-742, 1964.
- 18) 松田孝史: 神経筋促通法の H 波による検討—特に振動刺激について—, 千葉医会誌, 44, 759-778, 1969.
- 19) Hassler, R.: Die extrapyramidalen Rindensys-

- teme und die zentrale Regelung der Motorik. Dtsch. Zschr. Nervenhk. 175, 233-258, 1956.
- 20) Stern, J. & Ward, A. A. Jr.: Inhibition of the muscle spindle discharge by ventrolateral thalamic stimulation; its relation to Parkinsonism. Arch. Neurol. (Chic.) 3, 193-204, 1960.
- 21) England, A. C. & Schwab, R. S.: Parkinson's syndrome. New Eng. J. Med. 265, 785-792, 1961.
- 22) 小熊勇司: 誘発筋電図の臨床研究, 神研の歩, 7, 375~390, 1963.
- 23) 矢嶋浩三: 誘発筋電図の臨床的研究, 脳神経, 17, 1145~1157, 1965.
- 24) 川口新一郎: 誘発筋電図法による糖尿病性ノイロパチーの脊髄機能に関する研究, 千葉医学会誌, 40, 270~283, 1964.
-