

正常人の尺骨神経および正中神経刺激による僧帽筋の誘発筋電図

明石 謙, 井上 桂子*

尺骨神経, 正中神経の刺激による僧帽筋の誘発筋電図を, 正常人14名について肘関節のレベルでそれぞれの神経を0.1 msec. 超最大刺激で刺激し, 僧帽筋の電位は上部線維から表面電極により導出, 50回連続記録を行った. 誘発筋電図は24.4~33.9 msecの潜時を持つ早期に出現する波と56.4~73.6 msecの潜時を持つ遅く現れる波が区別でき, 潜時はいずれも僅かな変動を示した. 早期に出現する誘発筋電図を認めたものは尺骨神経刺激で14名中11名, 全体を通じての出現率は0.48, 正中神経刺激では7名, 0.17, 遅く出現する波は尺骨神経刺激で9名, 出現率は0.39, 正中神経刺激で2名, 出現率は0.079である. 誘発筋電図の本態としては多シナプス反射, 脊髄・延髄・脊髄反射等が考えられる.

(平成5年9月22日採用)

Muscle Evoked Potentials of Trapezius Muscle Induced by Stimulation of the Ulnar Nerve and Median Nerve in Normal Man

Ken Akashi and Keiko Inoue*

Muscle evoked potentials were introduced from the upper part of the trapezius muscle by ulnar and median nerve stimulation. The nerves were stimulated at the level of the elbow with supra-maximal amplitude and for a duration of 0.1 msec. They were recorded with 50 consecutive stimulations. The muscle evoked potentials were differentiated into short latency potentials with latencies of 24.4~39.9 msec. and long latency potentials with latencies of 56.4~73.6 msec. All of the latencies showed slight fluctuation. Regarding the short latency potentials, 11 out of 14 with ulnar nerve stimulation were positive with the positive ratio being 0.48 totally. Seven out of 14 with median nerve stimulation were positive with the positive ratio being 0.17 totally. The long latency potentials were positive in 9 out of 14 with the positive ratio being 0.39 by ulnar nerve stimulation. Two out of 14 were positive with the positive ratio being 0.079 by median nerve stimulation. The polysynaptic reflexes and spino-bulbo-spinal reflex were considered as the possible origins of these muscle evoked potentials. (Accepted on September 22, 1993) *Kawasaki Igakkaishi* 19(3):199-204, 1993

川崎医科大学 リハビリテーション科
〒701-01 倉敷市松島577

* 川崎医療福祉大学 臨床心理学科

Department of Rehabilitation Medicine, Kawasaki
Medical School: 577 Matsushima, Kurashiki, Okayama,
701-01 Japan

Department of Clinical Psychology, Kawasaki
University of Medical Welfare

Key Words ① Muscle evoked potential ② Trapezius muscle
 ③ Ulnar nerve stimulation ④ Median nerve stimulation
 ⑤ Polysynaptic reflex

はじめに

研究活動のなかで脊柱起立筋について調査中に標題のような誘発筋電図に気づき、実験を行った。その結果は実験を重ねるごとに次第に形を整えつつある。この小論では、これまでの結果を示し、それらについての御批判を仰ぐことができれば幸いである。

予備実験

どの肢位が最も誘発筋電図が得やすいかを知るために、誘発筋電図を証明し得た対象者について以下の予備実験を行った。対象者はいずれも正常人である。

体位：対象は6名で男性1名、女性5名、平均年齢21.5歳±0.5(標準偏差)、体位は背もたれのある椅子座位、腹臥位、背臥位の3つの体位について調査し椅子座位で6名、腹臥位で4名、背臥位で3名について誘発筋電図が得られた。

頭位：対象は3名で男性2名、女性1名、平均年齢22.3歳±0.6(標準偏差)、頭位は右向き、左向き、正面の3つの頭位について調査し正面では3名、右向き2名、左向き1名に誘発筋電図が得られた。

予備実験の小括：最も誘発筋電図が得られやすい体位は椅子座位で、頭位は顔を正面にむけた状態であるという印象を受けた。

対象と方法

対象は正常人14名、男性5名、女性9名、年齢は20歳～43歳、平均23.7±6.2(標準偏差)歳で、いずれも中枢・末梢神経系の障害、代謝・循環障害、筋骨格系の障害は認められない。被

験者には実験方法を説明し了解を得てから、少なくとも室温に20分は保った後に検査を行った。被験者の肢位は背もたれのある椅子座位で正面を向き、上肢を弛緩させ肩甲帯の力を抜くように指示した。

導出電極は第7頸椎棘突起から右側へ肩甲帯上縁と平行に外側へ10 cm離れた位置と、その位置からさらに2 cm外側に離れた位置に、それぞれ表面に通電性のペーストを塗布した銀製皿電極をテープで取りつけた。接地電極は右上腕外側に皿電極をテープで取りつけた。刺激電極は検者が徒手により把持し、右肘関節の尺骨神経溝の高さで尺骨神経、上腕二頭筋の内側で正中神経を相極法で刺激した。

刺激波形は矩形波で刺激の幅は0.1 msec、電流の強さは超最大刺激となるように調節した。なお、誘導波形が心電図の影響を受けないようにするため、心電図のR波をトリガーとしてT波の終了後に刺激が発生するようにdelayを設けた。トリガー発生装置には日本電気三栄測器社製 Electric Stimulator 3F37を使用した。

筋電計はMedelec社製MS6を使用し、走引は10 cm/100 msec. で記録はラスターモードによって走引の50回連続記録を行った(Fig. 1)。

上記の記録後に同じ接地・誘導電極と刺激電極を使用し、平均加算装置により50回平均加算を行った。平均加算には日本電気双栄測器社製のSignal Processor 7T18を使用した。

なお、これらの波が筋収縮によることを確かめる目的で、2名に上述の表面電極の中間(僧帽筋上部)に筋電図用双極針電極を刺入し、肩甲骨の内転と挙上による正常の干渉波形を証明した後、同様の刺激を行いラスターモードによる50回連続記録を行った(Fig. 2)。

結 果

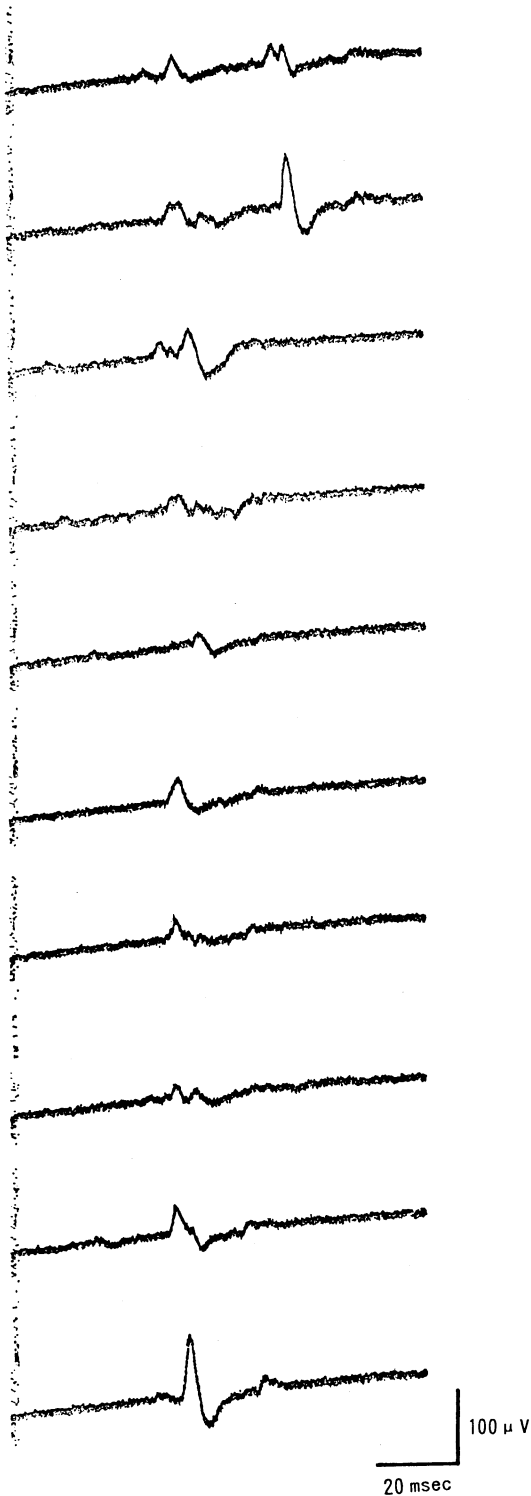


Fig. 1. Consecutive recordings of evoked EMG action potentials of case 2



Fig. 2. Simultaneous recordings of surface electrodes and the needle electrode.
 a : recording with surface electrodes
 b : recording with the needle electrode
 The upper parts of both recordings were excluded from the recording area.

1名について50回の連続記録を行っているので、a・b項については対象一人ひとりについて統計処理を行い、対象全体をまとめた処理結果については示していない。なお、数値は平均値±標準偏差で示している。

a. 誘発筋電図の潜時 (Table 1)

潜時は微妙に変化した。30 msec. 前後 24.4 ± 5.7 msec. ~ 39.9 ± 4.3 msec. の波と、60 msec. 前後 (58.3 ± 6.3 msec. ~ 73.6 ± 4.0 msec.) に出現する波の2つが区別できた。これら両者が同一走引上に現れることもあり、どちらか1つのみか、どちらも出現しない場合もある。

b. 誘発筋電図の持続時間と電位

誘発筋電図の波形は2相性~多相性を示し、早く出る波と遅く出る波の持続時間は 13.3 ± 2.2 msec. ~ 35.1 ± 5.7 msec. で、印象として両者には差がないように思える。ピークからピークまでの電位差は印象として早く出る波、遅く出る波に差はないようで最小 $18 \mu V$ 、最大 $388 \mu V$ 、平均 $23.5 \pm 8.2 \mu V$ ~ $195.8 \pm 62.2 \mu V$ であった。

c. 平均加算結果

潜時が一定でない以上、平均加算によって得られた誘発筋電図の潜時の測定には意味がない。ただし、被験者が肩甲帯を十分リラックスできないと、個々の走引には随意収縮による誘発によらない筋電波形も出現しそれらが同時に記録

Table 1. Summary of 14 cases

case				short latency wave		long latency wave		amplitude(μ V) mean \pm SD	duration(msec.) mean \pm SD
No.	sex	age yrs.	nerve	latency(msec.) mean \pm SD	positive ratio	latency(msec.) mean \pm SD	positive ratio		
1	♀	21	U	29.8 \pm 5.3	44/50	73.6 \pm 4.0	30/50	118.9 \pm 26.8	24.9 \pm 6.7
			M	29.7 \pm 9.0	39/50	72.6 \pm 8.7	28/50	43.8 \pm 14.1	13.3 \pm 2.2
2	♂	22	U	37.1 \pm 4.9	47/50	66.3 \pm 4.5	18/50	115.3 \pm 69.1	26.6 \pm 6.7
			M	39.9 \pm 4.3	13/50		0/50	117.1 \pm 59.7	27.0 \pm 5.7
3	♂	43	U	37.5 \pm 3.6	49/50		0/50	195.8 \pm 62.2	29.0 \pm 5.6
			M	35.8 \pm 5.8	39/50		0/50	85.8 \pm 22.8	29.5 \pm 7.3
4	♀	21	U	26.7 \pm 5.5	7/50	60.3 \pm 5.8	32/50	76.3 \pm 35.9	24.0 \pm 7.4
			M		0/50		0/50		
5	♀	21	U	30.7 \pm 10.6	27/50	70.5 \pm 7.0	22/50	49.4 \pm 17.1	17.4 \pm 5.7
			M	33.1 \pm 11.9	16/50	67.3 \pm 8.1	27/50	29.3 \pm 5.5	18.3 \pm 6.6
6	♀	22	U	33.9 \pm 6.4	15/50	58.3 \pm 6.3	28/50	44.1 \pm 18.2	28.6 \pm 15.0
			M		0/50		0/50		
7	♂	23	U	34.2 \pm 3.8	17/50		0/50	44.8 \pm 20.2	21.1 \pm 2.6
			M	36.3 \pm 3.1	2/50		0/50	23.5 \pm 8.2	18.2 \pm 0.8
8	♀	23	U	24.4 \pm 5.7	33/50	63.9 \pm 8.7	16/50	142.7 \pm 72.6	32.0 \pm 6.1
			M	30.4 \pm 6.1	6/50		0/50	79.4 \pm 26.5	25.7 \pm 2.5
9	♀	22	U	35.9 \pm 8.2	28/50	54.8 \pm 6.0	38/50	119.7 \pm 39.7	35.1 \pm 5.7
			M		0/50		0/50		
10	♂	21	U	35.2 \pm 8.0	33/50	66.8 \pm 4.7	46/50	42.4 \pm 10.1	22.6 \pm 5.5
			M		0/50		0/50		
11	♀	22	U	28.5 \pm 4.1	42/50	61.6 \pm 2.4	42/50	86.3 \pm 27.1	24.2 \pm 3.9
			M	29.4 \pm 3.8	6/50		0/50		
12	♂	31	U		0/50		0/50		
			M		0/50		0/50		
13	♀	20	U		0/50		0/50		
			M		0/50		0/50		
14	♀	20	U		0/50		0/50		
			M		0/50		0/50		

U : ulnar nerve, M : median nerve, Denominator (50) of positive ratio means 50 consecutive records. Numerators of positive ratio are the numbers of evoked muscle potential appearing on those consecutive records.

され判断に迷う場合もある。誘発筋電図の潜時はそれほど大きく変わることはないので、50回の平均加算により誘発筋電図の出現する時間帯には大きな波が現れ個々の走引のどの波が誘発筋電図によるものかを区別するのに役立つことにその意味があるように思われる。

d. 尺骨神経刺激と正中神経刺激による誘発筋電図の出現頻度

Table 1 に示したように、早期に出現する波の尺骨神経刺激で誘発筋電図が出現したものは14名中11名、それら11名のみでの出現率は0.62、全体を通じての出現率は0.48、正中神経刺激で誘発筋電図が出現したものは14名中7名、それら7名のみでの出現率は0.34、全体を通じての出現率は0.17、遅い波の尺骨神経刺激による誘発筋電図の出現頻度は14名中9名、それら9名

のみでの出現率は0.60, 全体を通じての出現率は0.39, 正中神経刺激による遅い波の出現したものは14名中2名, それら2名のみの出現率は0.55, 全体を通じての出現率は0.079となる. 尺骨神経刺激の早い波の出現頻度と率がともに最も大きかった.

e. 針電極と表面電極による同時記録について

Figure 2 に示したように, 表面電極の波と同期した針電極による筋電波形が得られた. このことは我々が誘発筋電図と称する波が筋電波形で, ショックアーチファクトを含む何らかのアーチファクトではないことを示すものである.

考 案

この「誘発筋電図」の話聞いた人達の共通した最初の反応は「SEPではないか」という質問であった. 四肢の末梢神経刺激による脊柱後面でのSEPの検出は, 脊柱後面の導出で室根からの135回の報告もあるが普通は1000回以上の加算平均を行って得られるものである²⁾. この実験系では, 電極は第7頸椎棘突起から10 cm 外側に離れた位置にあり, 誘発筋電図は被験者の条件の良い時(肩甲帯の筋が弛緩している時)には1回ごとの記録に18 μ Vから388 μ Vの振幅を持った波がはっきりと読み取れる点から, また表面電極による筋電図波形と針電極による筋電図波形が同期して出現している点から, これらの波は筋電図であってSEPではないと考える.

心電図の体積伝導を除外するために心電図のR-波をトリガーとしてdelayを置き, T-波が消えた後に刺激が発信されるようにしたので, これらの記録からは心電図の影響は除外されているものと思われる.

早期に出現する誘発筋電図について, 潜時が変化する点はいわゆる単シナプス反射の持つ性

質とは異なり, F-波の性質に近いように思えるが, 全く異なった神経の支配を受ける筋に, このような反応が出現すること, しかもかなり高率に検出されることは興味深い.

脊髄前角細胞のシナプスは同じレベルに上下の関係もあることが知られている. 島村³⁾によれば多シナプス反射は多くの髄節にまたがるものが多いという. 僧帽筋を支配する副神経は脳神経と頸髄1~4レベルからなっており, 尺骨神経の源である腕神経叢はC₄~T₁レベルであるから上下の連絡があっても不思議ではない. しかしそれならば, なぜより高位のレベルをもつ正中神経の刺激で反射波の検出率が低いのか, 症例数が少ないせいかも知れないが, その理由がはっきりせずさらに興味をそそる.

島村による脊髄・延髄・脊髄反射(SBS反射)^{4),5)}は当然考慮されるべきである. その可能性は十分にあるが, 島村の挙げたSBS反射の一般的性質の中の「皮膚神経刺激によって誘発され, 屈筋支配の運動線維から導出される一屈筋反射に属する一」を考えると, 「僧帽筋は屈筋に属するか?」という新たな疑問が生じる. これらの点もふくめ long loop reflex についての検討が必要であろう.

この誘発筋電図が反射と呼べるかどうかについては, ステッドマン医学大事典⁶⁾の記載によれば「末梢に加えられた刺激が, 脳または脊髄の神経中枢に伝えられて発生する不随意反応」とあり, 以上の考察からも, この誘発筋電図を「反射」と呼んでも差し支えないように思われる.

最初この反射の存在を疑い実験を始めたが, 現在までにほぼ4カ月が経過しその間に存在を否定する材料は見いだせなかった. 不明な点は多いが種々の臨床応用の可能性が考えられる. さらに研究を続ける予定である.

文 献

- 1) 室根郁男, 神林啓一郎, 田中穂積: 末梢神経刺激による人体背面椎体間皮膚表面上より得られる誘発電位について. 臨床脳波 18: 561-566, 1976

- 2) 寺尾 章, 荒木淑郎, 松田盈子, 福永浩子: 体表面脊髄誘発電位による脊髄および脛骨神経伝導速度の測定. 臨床脳波 19: 597-601, 1977
- 3) 島村宗夫: 運動の反射生理学. 真興交易医書出版部. 1976, pp. 84
- 4) 島村宗夫: 脊髄・延髄・脊髄反射系について. 神経進歩 11: 452-457, 1967
- 5) 佐藤 武: 人の脊髄-延髄-脊髄反射 (Spino-Bulbo-Spinal Reflex) に関する研究 (第2報). 臨床脳波 12: 371-374, 1970
- 6) 吉利 和 総監修: ステッドマン医学大事典第2版: 東京, メジカルビュー社. 1981, pp. 1218