

＜シンポジウム (3)―4―2＞電気診断の復権

Concentric SFEMG の正常値構築

国分 則人

(臨床神経 2012;52:1246-1248)

Key words : 単線維筋電図, 正常値, 同芯針電極

はじめに

単線維筋電図 (single fiber electromyography, 以下 SFEMG) は, 1960 年代に Ekstedt, Stålberg ら北欧の研究者により確立された検査法である¹⁾. 広く神経筋接合部疾患の診断に用いられており, とりわけ重症筋無力症に対してはもっとも鋭敏な検査法として知られている. 本稿では SFEMG について概説し, その後同芯針電極を用いた SFEMG (concentric SFEMG) の正常値を求めるために本邦でおこなわれた多施設共同前向き研究, Japan SFEMG study について述べる.

SFEMG とは

シナプス前膜から放出されたアセチルコリン (Ach) が ACh 受容体に結合し, 筋活動電位が発生するまでの過程には正常状態でも必ず時間的揺らぎが存在し, 病的状態では増大する²⁾. この揺らぎを jitter と称する. SFEMG の主な目的は, 単線維の筋活動電位 (single fiber potential) を記録し, jitter を測定することである. その測定法には, 随意弱収縮にえた single fiber potential の jitter を計測する voluntary SFEMG と, 筋肉軸索を電気刺激しえられた single fiber potential を計測する stimulated SFEMG がありそれぞれ一長一短がある. Jitter は mean consecutive difference (MCD) によって表す. 神経筋接合部機能の評価には, 個々の single fiber pair または potential の MCD (individual MCD), impulse blocking をともなう pair または potential の割合および記録された individual MCD の平均値 (mean MCD) がもちいられる.

針電極の種類

近年, 高価で再利用が原則の single fiber needle に替わり, 通常の針筋電図で使用される concentric needle を用いた SFEMG がおこなわれるようになって来ている. Concentric needle は single fiber needle に比べ記録面積が広いので band pass filter を調節する. 通常 low cut filter を 1~2kHz まで上げて記録をおこなう (single fiber needle の場合通常

500Hz)³⁾.

正常値

SFEMG は重症筋無力症をはじめとする神経筋接合部疾患への高い感度が示されている⁴⁾. しかしながら, 検査の感度はある程度正常範囲の設定に依存してしまう. 正常人においても低い頻度ながら jitter の増大や impulse blocking を伴う single fiber potential が存在することが示されている²⁾. 慣習的に 10% 以上の増大した individual MCD がみられたとき異常と判定するのが一般的である³⁾. そこで「individual MCD の増大」を判定する正常値が重要になる. Table 1 に過去の研究で示された individual MCD の正常値を示す. しかしながら, これらの正常値の設定方法に決まった方法は無い^{5)~9)}. さらに concentric SFEMG に関しては正常値の報告は少なく, single fiber needle をもちいた SFEMG との異同も明らかにされていない.

SFEMG の正常値の問題点

以上の問題点をまとめると, (1) 近年おこなわれるようになってきた concentric SFEMG に対する正常値の報告は少なく, single fiber needle を用いた SFEMG と同様に扱って良いのかどうかは明らかではない. (2) 正常範囲の設定方法が各研究においてまちまちで, 適切な方法かどうかの検証が不十分である. さらに本邦では SFEMG の正常値構築に関する研究が充分でなかった. こうした背景の基, われわれは concentric SFEMG の正常値構築を目的とし, 多施設共同の前向き研究 Japan SFEMG study を計画した.

Japan SFEMG study¹⁰⁾

獨協医大, 札幌医大, 帝京大学, 国立病院機構箱根病院, 千葉大学および鹿児島大学の 6 施設が参加した. 合計 69 例の 60 歳未満の健康被験者に concentric needle を用いて voluntary と stimulated-SFEMG を, それぞれ前頭筋 (FRO) と総指伸筋 (EDC) において行った. Low cut filter は 2kHz に設定した. 正常値の設定は, えられた MCD の upper 10th per-

Table 1 Reference values for individual MCD in the literature and the present study.

	Electrode	n	Cutoff values (reference values) for Individual MCD				criteria
			EDC-V	EDC-S	FRO-V	FRO-S	
Stålberg and Trontelj (1979)	SFN	37?	55		45		mean + 3SD
Trontelj et al. (1986)	SFN	15	51	40			97th percentile
Ad hoc committee (1992)	SFN	238/35	50.1-54.4		50.1-63.9		B2
Ertas et al. (2000)	SFN	10	23.4 ± 8				mean ± SD
	CN	10	23.3 ± 8				mean ± SD
Kouyoumdjan and Stålberg (2008)	CN	41	38.9	30.0			B1/B1'
Present study	CN	56-63	56.8	58.8	56.8	51.0	A1
			50.2	50.1	49.6	43.6	A2

MCD, mean consecutive difference; n, number of control subjects used for the reference value calculation; EDC-V, voluntary extensor digitorum communis study; EDC-S, stimulated EDC study; FRO-V, voluntary frontalis study; FRO-S, stimulated FRO study; SFN, single fiber needle electrode; CN, concentric needle electrode; A1, +2.5 SD of upper 10th percentile; A2, upper 95% prediction limit (one-tail) of the upper 10th percentile; B1, +2 SD of the upper 14.3th percentile; B1', +2 SD of the upper 12.9th percentile; B2, +1.65 SD of the upper 14.3th percentile; C, mean +2.5SD.

Table 2 Reference values for mean MCD and incidence rates of impulse blocking.

	EDC-V	EDC-S	FRO-V	FRO-S
Mean MCD				
mean + 2.5SD (μs)	37.8	33.0	32.1	31.0
Subjects with blocking	1 (1.8%)	2 (3.4%)	2 (3.6%)	1 (1.6%)

MCD, mean consecutive difference; EDC-V, voluntary extensor digitorum communis study; EDC-S, stimulated EDC study; FRO-V, voluntary frontalis study; FRO-S, stimulated frontalis study

centile + 2.5SD (A1) および upper 10th percentile + 1.68SD (95% prediction limit) (A2) の 2 種の基準値を求めた (outlier 法)。

それぞれの検査において 50 例以上の被験者から平均 20 以上の single fiber potential または pair がえられた。Individual MCD の上限 A1 (A2) は EDC v-SFEMG 56.8 (50.2), EDC s-SFEMG 58.8 (50.1), FRO v-SFEMG 56.8 (49.6), FRO s-SFEMG 51.0 (43.6) μs だった (Table 1)。それぞれの検査で 1~3% 程度の被験者に 1~2 ペアの blocking がみられた。Mean MCD の上限 (mean + 2.5SD) はそれぞれ 37.8, 33.0, 32.1, 31.0 μs であった (Table 2)。

われわれの結果は過去の報告とくらべ cut-off 値が大きい傾向があり、2 筋間および v-と s-SFEMG の差がほとんどなかった。この理由として、過去の多くの報告では 20 ペア中の 3rd highest value をもちいた outlier 法がもちいられてきたが、この値は upper 10th percentile より小さい。われわれはより適切と思われる方法で cut-off 値を設定した結果、過去の正常値報告よりもやや大きいものになったと考えられる。s-SFEMG は理論上 v-の $1/\sqrt{2}$ となるはずである。本研究でも MCD の中央値は s-は v-の約 70% であった。つまり s-SFEMG は大きな MCD 値を呈しやすい性質を元来持っている示唆された。さらに、SFEMG では異常 jitter が記録された場合、採用するか否かは検者の裁量に掛かっている。偏見のない目で検査を行うことも重要であると思われた。

本試験は多施設共同の前向きの高質な研究でもある。こうした共同研究が広くおこなわれることが神経生理検査の発展に寄与するものと考えられる。

謝辞：Japan SFEMG study group のメンバーとご協力いただいた被験者の皆様に深謝いたします。

※本論文に関連し、開示すべき COI 状態にある企業、組織、団体はいずれも有りません。

文 献

- Ekstedt J. Human Single Muscle Fiber Action Potentials. Extracellular Recording during Voluntary and Chemical Activation. With Some Comments on End-Plate Physiology and on the Fiber Arrangement of the Motor Unit. Acta Physiol Scand Suppl 1964; SUPPL 226: 1+.
- Stalberg E, Ekstedt J, Broman A. The electromyographic jitter in normal human muscles. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1971;31:429-438.
- Stalberg EV, Sanders DB. Jitter recordings with concentric needle electrodes. Muscle Nerve 2009;40:331-339.
- Sanders DB. Clinical impact of single-fiber electromyography. Muscle Nerve 2002; Suppl 11:S15-20.
- Stalberg EV, Trontelj JV. Single fibre electromyography. Mirvalle Press; 1979.
- Gilchrist JM. Single fiber EMG reference values: a col-

- laborative effort. Ad Hoc Committee of the AAEM Special Interest Group on Single Fiber EMG. *Muscle Nerve* 1992;15:151-161.
- 7) Kouyoumdjian JA, Stalberg EV. Reference jitter values for concentric needle electrodes in voluntarily activated extensor digitorum communis and orbicularis oculi muscles. *Muscle Nerve* 2008;37:694-699.
- 8) Ertas M, Baslo MB, Yildiz N, et al. Concentric needle electrode for neuromuscular jitter analysis. *Muscle Nerve* 2000;23:715-719.
- 9) Trontelj JV, Mihelin M, Fernandez JM, et al. Axonal stimulation for end-plate jitter studies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986;49:677-685.
- 10) Kokubun N, Sonoo M, Imai T, et al. Reference values for voluntary and stimulated single-fibre EMG using concentric needle electrodes: a multicentre prospective study. *Clin Neurophysiol* 2012;123:613-620.

Abstract

Reference values for concentric needle single fiber EMG

Norito Kokubun, M.D.

Department of Neurology, Dokkyo Medical University

Single-fiber electromyography (SFEMG) is one of the most sensitive diagnostic tests of myasthenia gravis. Single-fiber needle electrodes were used originally, however, disposable concentric needle electrodes have been used increasingly in recent years to avoid infection. We therefore undertook a prospective, multicenter study to establish reference values of concentric needle SFEMG in Japanese subjects for both voluntary and stimulated SFEMG and for two commonly examined muscles, the extensor digitorum communis (EDC) and the frontalis (FRO). 69 normal subjects below the age of 60 years were enrolled at six institutes. The cut-off values for mean consecutive difference (MCD) of individual potentials were calculated using $+2.5$ SD or 95% prediction limit (one-tail) of the upper 10th percentile MCD value for individual subjects. The recommended cut-off values for individual MCD were $56.8 \mu\text{s}$ for voluntary SFEMG for EDC, $58.8 \mu\text{s}$ for stimulated SFEMG for EDC, $56.8 \mu\text{s}$ for voluntary SFEMG for FRO and $51.0 \mu\text{s}$ for stimulated SFEMG for FRO. This is the first multicenter study reporting reference values for SFEMG using concentric needles.

(*Clin Neurol* 2012;52:1246-1248)

Key words: single fiber electromyography, reference values, concentric needle electrode
