



12-1-1992

Quantitative Analysis of The Effect of Reference Electrode Position and Active Recording Electrode Size on Evoked Compound Muscle Action Potential

Yu-Lien Chou

Rai-Chi Chen

Tao-Chang Hsu

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Chou, Yu-Lien; Chen, Rai-Chi; and Hsu, Tao-Chang (1992) "Quantitative Analysis of The Effect of Reference Electrode Position and Active Recording Electrode Size on Evoked Compound Muscle Action Potential," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 20: Iss. 1, Article 7.

DOI: <https://doi.org/10.6315/JRMA.199212.00058>

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol20/iss1/7>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

參考電極位置及主記錄電極面積影響 誘發複合肌肉動作電位之定量分析研究

周友蓮 詹瑞棋* 徐道昌*

本文之目的在以定量方法檢視正中神經及尺神經檢查時，其參考電極位置的改變及主記錄電極面積的變化對誘發複合肌肉動作電位（CMAP）之影響。於21位年輕正常受試者，分別在腕部施予正中神經及尺神經之超大電量刺激，同時在短外展拇指肌與外展小指肌作CMAP之記錄。復於40位年輕受測者實施主記錄電極改變後CMAP之測試。利用電腦判讀分析其表面積、振幅、間期及潛期的變化。結果發現：I）正中神經檢查時（a）參考電極由拇指掌指關節移至指間關節或第五掌指關節時，其CMAP之表面積、振幅均明顯的降低，間期及潛期則無改變；（b）主記錄電極改為單極針記錄時，CMAP之振幅顯著升高，但表面積、間期及潛期沒有變化；（c）主記錄電極改為方形記錄電極時，CMAP之表面積、振幅及間期均顯著下降，潛期則無變化。II）尺神經檢查時（a）參考電極由小指掌指關節移至遠端指間關節時，其CMAP之表面積及間期均顯著下降，但振幅及潛期無明顯變化；（b）參考電極由小指掌指關節移至拇指掌指關節時，其CMAP之表面積及振幅均下降，間期及潛期則無影響；（c）主記錄電極改為單極針或方形記錄電極，則對CMAP之表面積、振幅、間期及潛期的改變皆無統計學上的意義。本文同時討論造成各項變化之可能成因。

關鍵詞：誘發複合肌肉動作電位、參考電極位置、主記錄電極面積

前 言

在神經傳導速度檢查中，吾人可由最大誘發複合肌肉動作電位（CMAP）的潛期（latency）求得神經的最快傳導速度或由振幅或表面積（amplitude or surface area）估計受刺激之肌肉的纖維總數並同時可觀察間期（duration）的長短以了解波形的變化。除了刺激電量的大小，刺激電極之位置及方向，受試部位的解剖差異和病變等等會影響CMAP的上述參數值外，記錄電極的位置及大小也是重要的影響因素。

傳統上主記錄電極（active recording electrode）放在肌肉之運動點上（motor point），參考電極（reference electrode）的位置則無一致的規定。有些教科書並未載有嚴格的限制[1]，有些作者則主張應放在掌指關節處（metacarpophal-

angeal joint）[2]，有人主張放在肌腱上[3]，也有學者建議放在遠端指節基部[4]，眾說紛云，莫衷一是。故本文第一部分是定量分析方法探討正中神經及尺神經的誘發複合肌肉動作電位，在改變參考電極位置的情況下，其表面積、振幅、間期及潛期會發生何種改變，期能了解參考電極位置的變化對CMAP的影響。[5][6]

為了檢查不同的神經，吾人可能選擇不同形式的記錄電極，如單纖維針電極、單極針電極、圓盤形或方形表面記錄電極。一般常用者為直徑10mm的圓盤形表面記錄電極。1990年Ashley曾提出一篇報告，認為隨著記錄電極面積增大，CMAP的振幅值有下降的趨勢，但並未比較其他參數如表面積、間期及潛期的變化[7]。故本文第二部分是以定量分析方法了解不同的記錄電極對CMAP的影響，並探討可能的成因。

材料與方法

(一) 參考電極位置對 CMAP 的影響：

1. 本部分以 21 位正常人為對象（男 10 人，女 11 人），平均年齡 25.9 歲（19～38 歲）。
2. 使用 Nicolet Viking 4-channel EMG 作記錄分析，濾波範圍 2～10KHz，每次刺激時間 0.1msec，對正中神經及尺神經作超大電量刺激。主記錄及參考電極均採用直徑 10mm 銀鉻合金之圓形表面電極。
3. 正中神經檢查：
 - (1) 主記錄電極置於右手短外展拇指肌的運動點上。
 - (2) 參考電極位置分別為：(i) 大拇指掌指關節腹側 (ii) 大拇指指間關節腹側 (iii) 小指掌指關節腹側。
 - (3) 檢查時以超大電量（supramaximal stimulation）刺激腕部遠端皺摺正中神經處，記錄分析不同位置的參考電極對 CMAP 造成的變化，包括表面積、振幅、間期及潛期等四項參數。
4. 尺神經檢查：
 - (1) 主記錄電極置於右手外展小指肌的運動點上。
 - (2) 參考電極位置分別為 (i) 小指掌指關節腹側 (ii) 小指遠端指間關節腹側 (iii) 大拇指掌指關節腹側。
 - (3) 檢查時刺激腕部遠端皺摺尺神經處，並記錄分析不同位置的參考電極對 CMAP 之表面積、振幅、間期及潛期的影響。

(二) 主記錄電極面積對 CMAP 的影響：

1. 本部分以 40 位正常人（男 17 人，女 23 人）為對象，平均年齡 24 歲（18-38 歲）。
2. 以 Nicolet Viking 4-channel EMG 作記錄分析，濾波範圍 2-10KHz，每次刺激時間 0.1msec，對正中神經及尺神經作超大電量刺激。
3. 記錄電極依面積不同分為三組：
 - 第一組：主記錄及參考電極均採用直徑 10mm 銀鉻合金之圓形表面電極。
 - 第二組：以 TECA MG37 不銹鋼單極針置於皮膚表面，以其針尖作為主記錄電極，參考電極則採直徑

10mm 銀鉻合金之圓盤形表面電極。

第三組：主記錄及參考電極用方形錫板電極， $6 \times 12 \times 1.5\text{mm}$ 。

4. 檢查時，正中神經的主記錄電極置於右手短外展拇指肌之運動點，參考電極置於大拇指掌指關節腹側，並電刺激腕部之遠端皺摺正中神經經過處。尺神經的主記錄電極置於右手外展小指肌的運動點上，參考電極則放在第五掌指關節腹側，並電刺激腕部遠端皺摺尺神經經過處。每一位受試者均接受三組不同面積的記錄電極檢查並記錄其結果。

結果

(一) 參考電極位置對 CMAP 的影響：

1. 在正中神經檢查，當參考電極由大拇指掌指關節移至指間關節時，其 CMAP 之表面積平均值分別為 $51.64 \pm 13.89\text{mv} \cdot \text{msec}$ ， $44.08 \pm 11.98\text{mv} \cdot \text{msec}$ （ $P < 0.05$ paired t test）；振幅平均值分別為 $15.48 \pm 3.47\text{mv}$ ， $13.54 \pm 3.34\text{mv}$ （ $P < 0.05$ ）；即當參考電極由大拇指掌指關節移至指間關節後，其 CMAP 之表面積及振幅均明顯的下降。當參考電極再移至小指之掌指關節時，其表面積平均值為 $42.66 \pm 12.19\text{mv} \cdot \text{msec}$ ，振幅平均值為 $12.80 \pm 3.19\text{mv}$ ，此二值與參考電極置於大拇指掌指關節所得之表面積及振幅值相比，亦有明顯之降低（ $P < 0.05$ ）。至於間期的變化，依三個參考電極之位置，其值分別為 $5.80 \pm 0.85\text{msec}$ ， $5.80 \pm 0.74\text{msec}$ ， $5.82 \pm 0.75\text{msec}$ ，潛期則分別為 $2.97 \pm 0.48\text{msec}$ ， $2.99 \pm 0.47\text{msec}$ ， $3.01 \pm 0.52\text{msec}$ ，P 值均大於 0.05，三者之間無顯著之差異（Table 1）。
2. 在尺神經檢查，當參考電極由小指掌指關節移至遠端指間關節時，其 CMAP 之表面積平均值由 $41.38 \pm 9.78\text{mv} \cdot \text{msec}$ 顯著降至 $40.10 \pm 10.49\text{mv} \cdot \text{msec}$ （ $P < 0.05$ ）；而其振幅平均值則分別為 $12.40 \pm 2.65\text{mv}$ ， $12.37 \pm 2.78\text{mv}$ （ $P > 0.05$ ），並沒有顯著之差別。間期則分別為 $6.09 \pm 0.77\text{msec}$ ，

5.86 ± 0.70msec (P<0.05)，有統計學上之差異。潛期的變化分別為 2.34 ± 0.44msec，2.33 ± 0.53 (P>0.05)，二者之間沒有差別。當參考電極再移至大拇指掌指關節時，其 CMAP 之表面積平均值為 31.03 ± 8.25mv · msec，振幅平均值為 9.67 ± 2.50mv，間期平均為 6.00 ± 1.16msec，潛期平均值為 2.31 ± 0.54msec；與參考電極置於小指掌指關節所得之結果相比較，發現表面積與振幅值均有明顯的下降，潛期和間期則無變化 (Table 2)。

(二)主記錄電極面積對 CMAP 的影響：

1. 正中神經檢查時，第一組記錄電極是主記錄及參考電極均為圓盤狀電極，第二組記錄電極為主記錄電極改用單極針，這二組所得的結果，CMAP 之表面積平均值分別為 47.14 ± 13.09mv · msec，48.42 ± 14.68mv · msec，振幅平均值分別為 14.42 ± 3.33mv，15.43 ± 4.07mv，間期平均值分別為 5.67 ± 0.80msec，5.84 ± 0.87msec，潛期平均值分別為 3.08 ± 0.43msec，3.09 ± 0.44msec，僅有 CMAP 之振幅值在二者之間的 P 值小於 0.05，有統計學上之差異，即以單極針為主記錄電極所得之 CMAP 的

振幅值較傳統上用直徑 10mm 的圓盤電極所得之 CMAP 的振幅值為大。若主記錄電極及參考電極均改用方形之錫板電極 (第三組記錄電極)，其表面積平均值為 44.49 ± 14.48mv · msec，振幅平均值為 13.03 ± 3.64mv，間期平均值為 6.11 ± 0.77msec，潛期平均值為 3.00 ± 0.54msec，與使用第一組電極所得之值相比，可觀察到用第三組記錄電極所得之表面積及振幅值均有明顯之降低，間期則有顯著之延長 (Table 3)。

2. 尺神經檢查時，用三組不同面積的記錄電極所得之 CMAP 的表面積平均值分別為 42.04 ± 8.79mv · msec，41.65 ± 9.65mv · msec，40.22 ± 9.15mv · msec，振幅平均為 12.59 ± 2.24mv，12.95 ± 2.56mv，12.38 ± 2.28mv，間期平均值為 6.17 ± 0.67msec，6.04 ± 0.72msec，6.00 ± 0.66msec，潛期平均值為 2.41 ± 0.40msec，2.43 ± 0.43msec，2.38 ± 0.44msec。比較三組不同面積電極所得之結果，可發現主記錄電極改為單極針或記錄電極改為方形電極所得之 CMAP 的各項參數值均與傳統圓盤形電極所得之值沒有差別 (Table 4)。

Table 1. The effect of reference electrode positions in the CMAP parameters of median nerve

	M-P joint of thumb	I-P joint of thumb	M-P joint of the 5th finger
surface area (mv · ms)	51.64 ± 13.89 (25.38—77.02)	44.08 ± 11.98* (24.27—64.81)	42.66 ± 12.19* (22.86—64.70)
amplitude (mv)	15.48 ± 3.47 (8.22—22.45)	13.54 ± 3.34* (6.45—19.71)	12.80 ± 3.19* (6.68—18.20)
duration (ms)	5.80 ± 0.85 (4.20— 7.90)	5.80 ± 0.74 (4.50— 7.70)	5.82 ± 0.75 (4.50— 7.90)
latency (ms)	2.97 ± 0.48 (2.20— 4.20)	2.99 ± 0.47 (2.10— 4.00)	3.01 ± 0.52 (2.20— 4.30)

*P<0.05

Table 2. The effect of reference electrode positions in the CMAP parameters of ulnar nerve

	M-P joint of the 5th finger	DIP joint of the 5th finger	M-P joint of thumb
surface area (mv • ms)	41.38± 9.78 (21.50—66.10)	40.10±10.49* (17.46—65.93)	31.03± 8.25* (16.85—54.87)
amplitude (mv)	12.40± 2.65 (6.97—18.13)	12.37± 2.78 (5.83—18.49)	9.67± 2.50* (5.91—15.52)
duration (ms)	6.09± 0.77 (4.80— 7.30)	5.86± 0.70* (4.70— 7.20)	6.00± 1.16 (3.80— 8.30)
latency (ms)	2.34± 0.44 (1.80— 3.50)	2.33± 0.53 (1.70— 3.90)	2.31± 0.54 (1.70— 3.70)

*P<0.05

Table 3. The effect of active recording electrode size in the CMAP parameters of median nerve

	group I	group II	group III
surface area (mv • ms)	47.14±13.89 (25.57—77.02)	44.42±14.68 (25.20—79.19)	44.99±14.48* (19.41—74.02)
amplitude (mv)	14.42± 3.33 (7.81—22.45)	15.43± 4.07* (7.31—24.73)	13.03± 3.64* (5.70—20.33)
duration (ms)	5.76± 0.80 (4.20— 7.90)	5.84± 0.87 (4.30— 8.30)	6.11± 0.77* (4.9 — 8.30)
latency (ms)	3.08± 0.43 (2.20— 4.20)	3.09± 0.44 (2.10— 4.20)	3.00± 0.54 (2.20— 4.20)

*P<0.05

Table 4. The effect of active recording electrode size in the CMAP parameters of ulnar nerve

	group I	group II	group III
surface area (mv • ms)	42.04± 8.79 (28.91—66.10)	41.65± 9.65 (23.44—63.12)	40.22± 9.15 (22.24—62.26)
amplitude (mv)	12.59± 2.24 (8.83—18.13)	12.95± 2.56 (7.68—18.48)	12.38± 2.28 (7.06—16.43)
duration (ms)	6.17± 0.67 (4.80— 7.40)	6.04± 0.72 (4.60— 7.90)	6.00± 0.66 (4.90— 7.00)
latency (ms)	2.41± 0.40 (1.80— 3.50)	2.43± 0.43 (1.70— 3.50)	2.38± 0.44 (1.80— 3.40)

*P<0.05

討 論

(一) 參考電極位置對 CMAP 的影響：

1. 在本部分的實驗中，我們移動參考電極的位置，結果無論在正中神經或尺神經的檢查，均造成 CMAP 參數值的改變，包括表面積及振幅值。我們推測可能是因為在不同的參考電極位置，其基本電位值也跟著不同，使得我們在記錄 CMAP 各項參數值時產生不同的變化。所以檢查時參考電極位置予以標準化是極為重要的步驟。
2. 我們作神經傳導速度檢查時，希望經由超大電量刺激得到最大之 CMAP 值。依據本實驗的結果，發現在正中神經檢查時，其參考電極位置在大拇指掌指關節腹側處所得 CMAP 之振幅及表面積值最大。而尺神經方面，參考電極置於小指掌指關節處所得 CMAP 之形狀最好。

(二) 主記錄電極面積對 CMAP 的影響：

1. 作正中神經檢查時，主記錄電極為單極針所得之振幅值大於傳統直徑 10mm 圓盤形電極所記錄之振幅值，其原因可能是因為第二組記錄電極其主記錄電極為單極針，而參考電極為圓盤形電極，此二者面積差距相當大，所記錄之波形差異也隨之增大，亦即產生較少之共同信號排斥作用 (common mode rejection)，因此所得之振幅值較高。
2. 同樣作正中神經檢查，主記錄及參考電極均改用方形錫板電極所得之表面積及振幅值均小於用圓盤狀記錄電極所得之值，其可能原因為方形電極有較大的記錄面積，同時產生較多之 CMAP 波形的抵消 (cancellation)。
3. 在作尺神經檢查時，三組記錄電極所測得之 CMAP 的各項參數值相比較，與正中神經實驗結果類似，但並無統計學上的明顯差異。
4. 依本實驗發現似乎不同的主記錄電極面積可造成 CMAP 各參數值的改變，但由於實驗人數不多，且尺神經實驗所得之結果並無統計學上的差異，因此還有待進一步之實驗研究。

參考文獻

1. Ernest W. Johnson: Practical Electromyography, Williams and Wilkins, Baltimore, 1980, chapter 2, 16-60.
2. Kimura, J.: Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and Practice, 2nd ed., F.A. Davis, Philadelphia, 1989, chapter 5, 78-102.
3. Goodgold, J. and Eberstein, A.: Electrodiagnosis of Neuromuscular Diseases, 3rd ed., Williams and Wilkins, Baltimore, 1983, chapter 7, 104-153.
4. Cohen, H.L., and Brumlik, J.: Manual of Electroneuromyography, 2nd ed., Harper and Row Hagerstown, 1976.
5. A.S. Wee and R.A. Ashley: Where is the ideal reference site for recording the thenar compound muscle action potential, Electromyogr. clin. Neurophysiol., 1988, 28, 249-252.
6. A. Brashear, M.D. and J.C. Kincaid, M.D.: The influence of the reference electrode on compound muscle action potential morphology (abstract) 14th Annual Courses and Workshops, 38th Annual Scientific Meeting, American Association of Electrodiagnostic Medicine, 1991.
7. A.S. Wee and R.A. Ashley: Relationship between the size of the recording electrodes and morphology of the compound muscle action potentials. Electromyogr. clin. Neurophysiol, 1990, 30, 165-168.

Quantitative Analysis of The Effect of Reference Electrode Position and Active Recording Electrode Size on Evoked Compound Muscle Action Potential

Yu-Lien Chou Rai-Chi Chen* and Tao-Chang Hsu*

The purpose of this study is to quantitatively analyze the effect of reference electrode position and active recording electrode size on the amplitude, surface area, latency and duration of CMAP during routine NCV studies in median and ulnar nerves. We delivered supramaximal stimulations over the wrist in the median and ulnar nerve examinations and obtained the data of CMAP parameters from APB and ADQ muscles. The data revealed: I) in median nerve examination: (1) The CMAP surface area and amplitude decreased markedly when the reference electrode was shifted from MP joint to IP joint of the thumb or to MP joint of the 5th finger. (2) The CMAP amplitude increased significantly when the monopolar

needle was used as the active recording electrode. (3) The CMAP amplitude and surface area decreased when the active recording electrode was changed from circular disc surface electrode to tin plate electrode. II) in ulnar nerve examination: (1) The CMAP surface area and duration decreased when the reference electrode was shifted from MP joint to DIP joint of the 5th finger. (2) The surface area and amplitude were smaller when the reference electrode was in the MP joint of the thumb. (3) There was no significant difference in amplitude, surface area, duration and latency with the different sizes of active recording electrode.